



**26-27 Листопада  
2024**

**Матеріали міжнародної  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«Молодь і технічний прогрес в АПВ»**



**Факультет мехатроніки та інжинірингу  
Державний біотехнологічний університет  
ХАРКІВ, Україна**

<https://agromaster.info>



Міністерство освіти і науки України  
Державний біотехнологічний університет  
Факультет мехатроніки та інжинірингу

**МАТЕРІАЛИ**  
**МІЖНАРОДНОЇ**  
**НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«Молодь і технічний прогрес в АПВ»**

26-27 листопада 2024 року

<https://agromaster.info/science/conference>

**Харків – 2024**

## Організаційний комітет:

### Голова оргкомітету:

**Михайлов Валерій Михайлович** – проректор з наукової роботи ДБТУ, д.т.н., професор.

### Члени міжнародного оргкомітету:

**Sergiyenko Oleg** – head of Applied Physics department of Engineering Institute of Baja California Autonomous University, Mexico, Ph.D., Dr.; **Viktorija Zagorska** – director/lead researcher of Plant Protection Institute, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Dr.sc.eng.; **Tetiana Bazhynova** – Software & Function Engineer, Commercial Vehicle SW & Control System, Engineering and Technologie Powertrain Systems, AVL List GmbH, Austria, Ph.D.

### Члени оргкомітету:

**Серік Максим Леонідович** перший заступник голови оргкомітету, проректор з науково-педагогічної роботи ДБТУ, к.т.н., доцент; **Бредихін Вадим Вікторович** заступник голови оргкомітету, декан факультету мехатроніки та інжинірингу ДБТУ, д.т.н., доцент; **Антощенков Роман Вікторович** заступник голови оргкомітету, голова науково-технічної ради факультету мехатроніки та інжинірингу ДБТУ, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, д.т.н., професор; **Адамчук Валерій Васильович** директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, головний учений секретар НААН України, академік НААН України, д.т.н., професор; **Шевченко Володимир Іванович** завідувач відділу ДУ «НМЦ «Агроосвіта»; **Надикто Володимир Трохимович** професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор; **Пастухов Валерій Іванович** – професор кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Клишак Геннадій Олександрович** – директор ТОВ НВЦ «Консіма», м. Дніпро; **Колеснік Олексій Петрович** – директор ТОВ «Торговий дім ВАТ «ХТЗ», м. Харків; **Гриненко Олексій Анатолійович** – головний конструктор ТОВ «Лозівські машини інноваційний центр», м. Харків, к.т.н.; **Зубко Владислав Миколайович** – декан інженерно-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету, д.т.н., професор; **Власовець Віталій Михайлович** – завідувач кафедри машинобудування Львівського національного університету природокористування, д.т.н., професор; **Калінін Євген Іванович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор; **Автухов Анатолій Кузьмич** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка ДБТУ, д.т.н., професор; **Артёмов Микола Прокопович** – завідувач кафедри оптимізації технологічних систем ДБТУ, д.т.н., професор; **Богомолів Олексій Васильович** – завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, д.т.н., професор; **Пак Андрій Олегович** – завідувач кафедри фізики та математики ДБТУ, д.т.н., професор; **Кириченко Роман Васильович** – в. о. завідувача кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ, к.т.н., доцент; **Марченко Михайло Валентинович** – завідувач кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В. Я. Аніловича ДБТУ, к.т.н., доцент; **Шевченко Ігор Олександрович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів ДБТУ, к.т.н., доцент; **Філімонов Юрій Леонідович** – завідувач кафедри глобальної економіки ДБТУ, к.е.н. доцент; **Мандич Олександра Валеріївна** – голова ради молодих вчених ДБТУ, д.е.н., професор; **Галич Іван Васильович** – заступник декана ФМІ, доцент кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, к.т.н.; **Михеев Юрій Русланович** – старший лаборант кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва.

Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024. 654 с.

Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування

- © Державний біотехнологічний університет
- © Факультет мехатроніки та інжинірингу, 2024

## ЗМІСТ

### **Секція 1. ТРАКТОРНА ЕНЕРГЕТИКА, АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ, АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ..... 16**

Принципи підвищення стійкості автопоїздів .....	17
Фактори впливу на показник реальної компресії в двигуні внутрішнього згоряння .....	18
Автопілот на тракторах.....	21
Визначення технічного стану свічки запалювання і його вплив на функціонал двигуна.....	24
Вимоги до сучасної свічки запалювання .....	28
Організації технологічного процесу з технічного сервісу системи живлення автомобіля .....	31
Побудова інформаційно-технологічної діаграми Ісікави .....	33
Виробничий процес з огляду системи масового обслуговування автомобілів на підприємстві.....	36
Інновації в системі безпеки автомобіля .....	38
Вдосконалення системи стабілізації руху тракторного агрегата при поворотах в умовах високих зовнішніх збурень.....	41
Підвищення тягових характеристик мобільного енергетичного засобу за рахунок встановлення додаткового мосту.....	44
Геотермальний потенціал Європи .....	46
Техногенний вплив на ґрунт мобільних енергетичних засобів.....	49
Способи підвищення тягово-зчіпних властивостей МЕЗ .....	50
Джерела нетрадиційної електроенергії підвищеної потужності (ядерна батареяка).....	52
Дослідження маневрових якостей машинно-тракторних комбінованих агрегатів.....	53
Дослідження потужності балансу автопоїзда з активним приводом коліс напівпричепа .....	56
Класифікація тягово-зчіпних пристроїв та обґрунтування оптимальної конструкції ТЗП.....	57
Технічні рішення щодо підвищення стійкості під час руху колісних енергетичних засобів.....	59
Вимоги до проектного рівня якості тракторів.....	60
Оцінювання проектного рівня створюваних тракторів.....	63
Основні джерела та застосування біомаси у зарубіжних країнах .....	65
Підвищення динамічних показників автомобільного двигуна використанням мехатронної системи регульованого наддуву .....	67
Підвищення стійкості руху трактора по заданій траєкторії використанням інтелектуальних систем керування.....	70
Сонячна енергетика – нова галузь електроенергетичного сектору України .....	75
Сонячні системи .....	77

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Підвищення стійкості руху автомобіля застосуванням інтелектуальної системи стабілізації.....	80
Оптимізація витрати палива у прямоколісного трактора при виконанні сільськогосподарських робіт.....	83
Дослідження будови повітряного контур сучасного дизеля.....	86
Підвищення ефективності систем гарячого водопостачання тваринницьких об'єктів за рахунок використання сонячної енергії.....	90
Визначення ефективності використання геліоелектричної системи гарячого водопостачання тваринничих об'єктів.....	92
Поліпшення техніко-технологічних рішень системи тепlopостачання для свинарських господарств.....	94
Алгоритм управління мікрокліматом в тваринницьких приміщеннях.....	96
Формування системи критеріїв і обмежень виробничих процесів перевезення сільськогосподарських вантажів.....	97
Можливості підвищення ефективності збирально- транспортного процесу плодоовочній продукції.....	99
Підвищення ефективності вантажно-транспортних робіт в технологічному процесі збирання сільськогосподарської продукції.....	101
Ефективність вантажно-транспортних робіт при збиранні сільськогосподарської продукції.....	103
Електропостачання сільськогосподарських об'єктів з застосуванням фотоелектричних установок із задаваним графіком генерації.....	106
Особливості організація то і р на сервісних підприємства США та країн Євросоюзу.....	108
Форсунок дизельних ДВЗ, як об'єкт діагностування.....	111
Корегування періодичності то дизелів транспортних засобів при роботі на паливах з біокомпонентами.....	115
Оцінка впливу промотуючої добавки водню на ефективність процесу згорання.....	118
До питання удосконалення технології діагностування паливної апаратури дизельних двигунів.....	120
Мікроканалні теплообмінники в системах охолодження та кондиціонування автомобілів.....	122
До питання поліпшення експлуатаційних характеристик ДВЗ автомобілів ВАЗ.....	123
До питання організація робіт з форсування двигунів автомобілів ВАЗ.....	124
До питання екологічного вдосконалення дизельних двигунів.....	127
Теплонасосні системи.....	128
Економічність та токсичність двотактного двигуна з кривошипно-камерною продувкою.....	130
Фактори, що впливають на якість обприскування.....	132
Переваги застосування автоматизованих систем контролю обприскуванням.....	134
Фактори, що впливають на якість роботи обприскувачів.....	136
Основні вимоги до параметрів розпилу.....	138

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Особливості застосування систем керування притискним зусиллям на сучасних сівалках .....	140
Вплив ґрунтових умов на роботу систем керування притискним зусиллям на сучасних сівалках .....	142
Основні етапи диференційованого внесення добрив .....	144
Диференційоване внесення добрив в режимі реального часу .....	146
Особливості внесення добрив за технологіями змінних норм .....	148
Переваги внесення мінеральних добрив за технологіями змінних норм .....	150
Вплив низькочастотних коливань на організм людини .....	152

## **Секція 2. СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ ТВАРИННИЦТВА..... 154**

Обґрунтування способу підвищення якості сепарації зернових матеріалів на решетах з удосконаленою конструкцією очисника решіт .....	155
Роботизовані системи доїння корів: технологічні переваги .....	157
Щодо удосконалення пневматичних систем сепарації зерноочисних машин..	160
Автоматизовані системи годівлі: перспективи та переваги.....	162
Обґрунтування нової конструкції решіт насіннеочисної машини .....	165
Обґрунтування способу сепарації насінневих матеріалів на решетах.....	167
До обґрунтування способів підвищення ефективності сепарації насінневих сумішей на решетах.....	169
Вплив вологості на властивості зернових матеріалів.....	171
Агротехнічні вимоги до ширини перекриттів сумжних проходів агрегатів по полю .....	173
Розподілення значень компонентів насінневої суміші сорго за граничним кутом підйому на вібраційному сепараторі.....	175
Видалення насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння сорго на віброфрикційному сепараторі .....	176
Визначення якісних показників роботи експериментального вібраційно-дискового апарата при сівбі насіння ярого ріпаку.....	179
Дводисковий сошник для сівби зернових культур за технологією MINI-TILL.....	180
До застосування подільника на підбирачі мульчі з рядків картоплі, що вирощується під соломою .....	183
Удосконалення пристрою для обчислення рослин.....	185
Методика чисельного моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка з регулятором жорсткості .....	188
Сепарація насінневого матеріалу на віброфрикційному сепараторі з попереднім розділенням компонентів.....	191
Розробка дозуючого пристрою для внесення кормових домішок .....	194
Обґрунтування вибору конструкції піноутворювача для підповерхневого внесення засобів хімізації в шарі піни .....	196
Розробка багатофункціонального обладнання для обробки бджолиних стільників .....	197

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Автоматизовані системи моніторингу умов у вуликах для підвищення продуктивності бджолиних сімей.....	200
Інноваційні підходи до проектування автоматичних систем для підгодівлі бджолиних сімей .....	203
Використання нетрадиційних джерел енергії та енергозберігаючих технологій у тваринництві.....	206
Особливості застосування універсальних просапних культиваторів GASPARDO.....	210
Особливості культиваторів ALLROUNDER компанії KÖCKERLING .....	211
До питання підвищення ефективності подрібнювача зернових кормів шляхом обґрунтування його конструктивних параметрів .....	212
Енергозберігаючі технології в обробці продуктів бджільництва .....	214
Зберігання зерна у полімерних рукавах.....	218
Огляд машин для передпосівного обробітку ґрунту .....	221
Огляд кукурудзозбиральних жаток .....	223
<b>Секція 3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ ...</b>	<b>227</b>
Матеріально-енергетичні витрати при внесенні органічних добрив в залежності від відстані перевезення.....	228
Основи транспортного забезпечення технологічного процесу .....	230
Аналіз систем автоматичного керування напрямом руху.....	232
Витрати потужності двигуна на насосні ходи у відключеному циліндрі як фактор його функціональної стабільності .....	236
Значеність оцінки технологічних операцій при вирощуванні с.г. культур такий як енергетичний аналіз.....	241
Особливості коткування та тенденції їх розвитку .....	243
Забезпечення надійності і динамічної стабільності сільськогосподарських агрегатів в режимі зміни технічного стану.....	244
Організація роботи транспорту під час масового перевезення врожаю.....	248
Технічні та організаційні заходи забезпечення безперебійної роботи збиральної ланки .....	250
Етапи моделювання повітряного потоку у відцентровому вентиляторі висівного апарату .....	252
Силовий аналіз повітряного потку в міжлопатковому каналі робочого колеса вентилятора.....	256
Контроль якості сумішей сипучих матеріалів.....	258
Збирання бінарних посівів зернових культур методом обчісування.....	263
Спільний посів картоплі та квасолі .....	265
Аналіз та перспективи технології збирання зернових культур методом обчісування .....	267
Вплив режимних параметрів роботи обчісуючої пристрої на якість збирання .....	269
Визначення зменшення впливу колісних рушіїв енергонасичених тракторів на ґрунт .....	271
Особливості визначення показників стійкості руху агрегатів .....	274



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Вирішення завдань з підвищення стійкості руху енергонасичених колісних тракторів.....	277
Новітні технології сільського господарства Канади .....	280
Автоматизація і робототехніка, як альтернатива хімічного захисту рослин ....	282
Забрудненість ґрунтів – зниження врожайності сільськогосподарських культур.....	285
Формування високопродуктивних посівів злакових культур.....	287
Сучасні сорти озимих культур – запорука високої врожайності .....	288
Аналіз конструкції розкидника добрив «KUNN» .....	289
Рух гранули мінерального добрива у горизонтальному пневмопроводі.....	291
Аналіз конструктивних особливостей розкидача «AMAZONEN» .....	293
Аналіз конструкції розкидача «RAUCH» .....	295
Напрямки перспективних розробок обприскувачів.....	298
Внесення рідких добрив за допомогою обприскувача.....	300
Вимоги до внесення мінеральних добрив.....	303
Аналіз способів розпилення рідини .....	306
Ефективність використання технічних засобів для сівби пшениці в умовах лісостепу.....	309
Аналіз конструкцій та класифікація засобів вивантаження сипких матеріалів .....	311
Підвищення ефективності процесу очищення зернового вороху на двоаспіраційному сепараторі .....	315
Модернізована дискова посівна секція з г-подібною стійкою зернової сівалки.....	317
Аналіз конструкцій та класифікація засобів для дозування сипучих матеріалів .....	319
Внесення органічних та мінеральних добрив та їх застосування .....	322
Технологічні особливості внесення органічних та мінеральних добрив .....	324
Способи очищення зернових культур .....	326
Аналіз досліджень фізико-механічних властивостей сипучих матеріалів.....	329
Особливості експлуатації автотракторних поїздів .....	331
Тенденції розвитку вітчизняного тракторобудування .....	332
Шляхи підвищення ефективності використання мобільних енергетичних засобів на транспортних та транспортно-технологічних роботах .....	333
Навантаження для мобільного засобу конструктивно призначеного для зменшення витрат енергії на його переміщення.....	334
Технічні рішення підвищення стійкості під час руху колісних енергетичних засобів.....	335
Ефективні тракторні безступінчасті гідрооб'ємно-механічні трансмісії.....	336
Проблеми забезпечення функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів.....	337
Навантаження силових передач та їх вплив на надійність гусеничних машин.....	339

**Секція 4. МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА  
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ..... 341**

Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату розробкою мехатронної вимірювальної системи.....	342
Забезпечення точного керування сільськогосподарським транспортним засобом .....	344
Обґрунтування застосування електричних тракторів в сільськогосподарському виробництві.....	346
Підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота покращенням точності руху.....	350
Підвищення ефективності експлуатації колісного трактора розробкою мехатронної трансмісії.....	352
Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва розробкою сільськогосподарського робота.....	354
Моделювання гідростатичної трансмісії в лісовому транспортному засобі.....	356
Методи випробувань наземних засобів автомобільного транспорту .....	358
Підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота розробкою системи машинного зору .....	362
Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва розробкою інтелектуального сільськогосподарського робота.....	365
Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва розробкою агробота .....	368
Застосування гібридної сільськогосподарської техніки .....	370
Мехатронні засоби управління якістю суміші відходів соняшника на підприємстві олійно екстракційного підприємства.....	373
Використання запасів комерційної торговельної мережі для вирішення проблем постачання в умовах катастроф.....	376
Інформаційна асиметрія: вплив та наслідки.....	380
Випробування мікропроцесорної системи керування електричною таллю вантажопідйомністю 0,5 т .....	382
Оптимізація гідравлічних параметрів системи внесення рідких засобів хімізації в ґрунт .....	384
Оптимізація режимів вібраційного очищення насіння для зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності .....	385
Побудова системи управління якістю підприємства технологічного транспорту і спецтехніки.....	387
Розробка системи управління безпечністю харчової продукції в ТОВ «ВСЕСТО» .....	389
Визначення енергоефективної конфігурації трансмісії для спеціалізованих електрифікованих садових тракторів .....	393
Розробка ефективних режимів роботи електричних колісних транспортних засобів.....	397
Моделювання процесу функціонування тракторного агрегату із зняттям... ..	399
Оптимізація параметрів пневмосепаратора для зернових матеріалів .....	401

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Проектування робочого органу для безвідвального обробітку ґрунту.....	402
Дослідження процесу транспортування мінеральних добрив за допомогою гвинтового живильника .....	403
Вдосконалення процесу транспортування мінеральних добрив шляхом оптимізації параметрів ковшового елеватора .....	405
Удосконалення технологій транспортування і обробки в агроінженерії .....	406
Оптимізація гальмівних систем підйомних механізмів для підвищення безпеки на підприємствах агропромислового комплексу.....	407
Оптимізація системи вхідного контролю якості запасних частин агротехніки для підвищення ефективності .....	408
Розробка заходів щодо впровадження системи менеджменту якості на основі НАССР.....	410
Управління якістю аграрного виробництва.....	412
<b>Секція 5. ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ.....</b>	<b>414</b>
Щодо алгоритму виконання обчислень параметрів переміщення часточки насінневого матеріалу в робочій зоні вібропневматичного сепаратора.....	415
Порівняльний аналіз даних чисельного моделювання процесу сепарації відходів насінневої суміші соняшнику та експериментальних результатів .....	417
Комп'ютерне моделювання міцності та коливань елементів енергетичного обладнання з відсіками, заповненими рідиною .....	420
Побудова математичної моделі для дослідження стійкості руху та коливань елементів конструкцій при взаємодії з рідиною .....	422
Розвинення методів оптимального проектування лопатей повітряних установок.....	424
Побудова обчислювальних методів для дослідження довговічності елементів конструкцій з дефектами .....	426
Application of numerical methods for realization of mathematical models.....	428
Mathematical models, as a tool for optimizing technological processes.....	429
Optimal design for two-dimensional composite structures.....	431
Формування функціонально-технологічних властивостей плівки із кишкової сировини під час сушіння.....	433
Дослідження системної води желевної продукції від різних виробників низькотемпературним калориметричним методом .....	437
Analysis of multilayer shell elements of vehicle structures under static loading .....	441
Thermoelastic deformation of plates of variable thickness.....	443
Modelling of cyclically symmetric structures for strength analysis .....	445
Modern mathematical modeling of technological processes .....	447
До розв'язку диференціальних рівнянь в середовищі «MATHCAD» .....	449
Використання математичного аналізу при обробці геодезичних вимірювань.....	453
Математичне моделювання в навчальному процесі здобувачів галузі екології.....	456

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Моделювання водних розчинів органічних сполук методом молекулярної динаміки ..... 458

**Секція 6. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ ТА МАШИНОБУДУВАННІ..... 460**

Improving the efficiency of heating system in agro-industrial complexes through optimization of heat exchanger design and materials ..... 461  
Optimisation of the induction motor repair process using vacuum impregnation stations ..... 463  
Вибір базового матеріалу для виготовлення компенсаційної вставки при ремонті гільзи циліндра автотракторного двигуна типу СМД..... 465  
Development and approval of a new method for determining water content in diesel fuel with usage innovative technologies ..... 467  
Вплив комбінованої технології на властивості газотермічних покриттів..... 469  
Оцінка вимірювального процесу мікротвердості у карбідній фазі та його математичний опис..... 471  
Визначення осьових зусиль варіатора молотильного барабана комбайна КЗС-9-1 «Славутич» ..... 473  
Дослідження зміцнення штампового інструменту з високохромистої сталі .... 475  
Вплив охолодження та термічної обробки на структуру і рівень напруг у хромонікельових прокатних валках ..... 477  
Електродугова металізація: ефективний метод відновлення та зміцнення чавунних гальмівних барабанів ..... 479  
Підвищення ресурсу деталей хрестово-фрикційних муфт зчеплення вантажних автомобілів..... 481  
Визначення напружень в осередку деформації при формуванні у валках повздовжніх замкнутих гофрів ..... 482  
Підвищення якості антифрикційного покриття комбінованим аргонодуговим наплавленням ..... 486  
Аналіз передумови утилізації пластикових елементів списаних комбайнів .... 489  
Підвищення якості обробки валів шляхом автоматичного керування температурою під час загартування ..... 493  
Пористий політетрафторетилен та вплив різного складу пороутворювачів на його структуру ..... 496  
Удосконалення технології виготовлення маточини колеса задньої осі шляхом підвищення твердості та зносостійкості високонавантажених поверхонь за допомогою поверхневого зміцнення..... 499

**Секція 7. ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ..... 502**

Удосконалення компоновки схеми приводу віброфрикційного сепаратора насінневих сумішей..... 503  
До питання удосконалення способу віброфрикційної сепарації насінневих сумішей..... 505

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Дослідження параметрів сепарації насіння проса на гравітаційному ударному сепараторі .....	508
Дослідження модельної конструкції удосконаленого вакуум-випарного апарата .....	511
Удосконалення процесу виробництва ковбасних виробів збагачених рослинними напівфабрикатами високого ступеня готовності .....	513
Удосконалення процесу виробництва сухої суміші морозива збагачених рослинними напівфабрикатами високого ступеня готовності .....	514
Удосконалення процесу виробництва макаронів збагачених рослинними напівфабрикатами високого ступеня готовності .....	515
Використання зелених паростків крест-салату у виробництві пшеничного хліба .....	516
Протикорозійна активність екстракту пажитника .....	520
Оптимізація способу виробництва пастоподібного напівфабрикату .....	523
Дослідження змін фізичних властивостей вершків в кільцевому просторі циліндрового маслоутворювача під час охолодження .....	525
Результати досліджень глибини проникнення НВЧ-поля подрібненої суміші на основі прямих овочів .....	527
Розробка комплексу технологічного обладнання для виробництва хліба .....	529
Удосконалення процесу виробництва пектинових концентратів .....	533
Особливості та перспективи використання харчових відходів в агропромислових та харчових виробництвах .....	537
Вплив сучасного обладнання на ефективність і якість харчової продукції .....	539
Обладнання для ферментації у харчовій промисловості: специфіка роботи та інновації .....	541
Перспективи розвитку 3D-друку в харчовій промисловості .....	543
Шляхи удосконалення обладнання для виробництва морозива .....	547
Вплив на продуктивність зернових норій швидкості стрічки, типу сипкого вантажу та основних конструкційних параметрів .....	550
Захист зернових норій елеваторів від самозаймання та пилових вибухів .....	551
Особливості стрічкових конвеєрів переробних підприємств .....	553
Удосконалення натяжного пристрою скребкового конвеєра-розподільника для зернових елеваторів .....	555
<b>Секція 8. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ В АПВ.....</b>	<b>556</b>
Експериментальні дослідження ефективності інтенсифікаторів хвилеподібного типу для ПСС-2,5.....	557
Дослідження можливостей конструктивного удосконалення барабану зернового сепаратора .....	559
Шляхи підвищення ефективності машин .....	561
Використання програми Autodesk Inventor для аналізу міцності 3D-моделей.....	563
CAD-аналіз міцності листової ресори для покращення системи підвіски автомобіля .....	565

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Дослідження травмованості насіння при використанні інтенсифікаторів шиповидного типу.....	567
Формування об'ємів постачання і норм витрат запасних частин сільськогосподарської техніки.....	569
Дослідження процесу дозування преміксів для концентрованих кормів.....	570

## **Секція 9. АРХІТЕКТУРА І БУДІВНИЦТВО СУЧАСНОГО УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА ..... 572**

Зелена архітектура: принципи, переваги та недоліки озеленення будівель .....	573
Криворізький краєзнавець Валерій Аблець та його дослідження української народної архітектури.....	576
Український стріх у дослідженнях Степана Таранушенка: історія та сьогодення.....	578
Занедбані садиби слобожанщини .....	580
Кліматичні умови , як важлива складова передпроектного аналізу .....	583
Роль садів і парків у житті людини: як вони впливають на фізичне та психічне здоров'я людей? .....	585
Колористичні властивості гуаші.....	588
Застосування дрібнодисперсних відходів промислових підприємств в якості сировини для сухих будівельних сумішей .....	590
Вплив компонентів будівельного розчину на його властивості.....	593
Будівництво багатопверхових споруд України.....	594
Конструювання фундаментів приватних котеджів.....	596
ArchiCAD перші враження, переваги і недоліки при користуванні .....	598
Аналіз роботи у 3D програмі ARCHICAD .....	600
Проблема енергозбереження старих забудов та заходи з підвищення теплозбереження житлових будівель для забудовників та мешканців .....	601
Енергоефективність у будівництві .....	603
Сучасні технології в системах вентиляції. Способи заощадження енергії при вентиляції житлових будинків .....	607
Газодобувна платформа унікальна морська "Troll-A".....	610
Стратегії сталого розвитку в будівельному секторі економіки України.....	613
Новітні технології озеленення міських просторів: вибір стійких видів рослин та екологічні рішення.....	616

## **Секція 10. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРА ЕКОНОМІКИ..... 619**

Загрози та ризики в діяльності підприємств.....	620
Роль та місце ефективної кредитної політики в державній підтримці сільського господарства.....	622
Сталий розвиток аграрного сектора України та IoT.....	624
Моделі корпоративної соціальної відповідальності .....	626
Стратегія розвитку сільського господарства.....	628
Глобальний індекс продовольчої безпеки .....	630
Вплив цифрових технологій на підвищення ефективності АПВ.....	632

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024	
Підвищення ефективності виробництва сої .....	635
Розвиток АПВ з точки зору економічної політики держави .....	636
Корпоративна соціальна відповідальність в умовах війти .....	637
Ефективність виробництва зерна у сільськогосподарських підприємствах України .....	640
Перспективи розвитку аграрного підприємництва в Україні.....	644
Управління витратами як складова економічного механізму підприємства ....	647
Досвід європейських електропостачальних компаній у впровадженні сучасних технологій.....	649
Розробка маркетингової стратегії в умовах діджиталізації економічних процесів .....	652

Секція 1

**ТРАКТОРНА ЕНЕРГЕТИКА,  
АВТОМОБІЛЬНИЙ  
ТРАНСПОРТ,  
АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА  
ЕНЕРГІЇ ТА  
ТЕПЛОЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**



## ПРИНЦИПИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДІВ

**Манойло В.М., д.т.н., професор, Бабіч Я.О., магістр**

*Державний біотехнологічний університет*

*Багато вчених і дослідників займаються вивченням питань руху колісних мобільних засобів, а саме вивчення математичних моделей руху, роботи динамічної стабілізації. У тому числі й підвищення стійкості автопоїздів.*

Найбільш цікавою публікацією для дослідження підвищення техніко-експлуатаційних показників автопоїздів є робота [1].

У цій роботі авторами розроблено принципи підвищення стійкості руху автопоїздів у разі виникнення небезпеки втрати стійкості з бокового перекидання. Запропоновано алгоритми роботи системи динамічної стабілізації руху автопоїздів, що забезпечують запобігання перекиданню причіпної ланки при здійсненні повороту у разі перевищення критичного значення швидкості руху. Для підтвердження ефективності алгоритмів роботи системи динамічної стабілізації (СДС) проведено теоретичні дослідження з за допомогою імітаційного математичного моделювання руху автопоїзда. Методами імітаційного моделювання доведено ефективність алгоритмів системи динамічної стабілізації руху автопоїздів.

Вивчення поперечної стійкості автопоїзда допоможе підвищити безпеку руху та покращити якість вантажоперевезень. У роботі [2] представлені методи визначення оцінки поперечної стійкості сидельного автопоїзда. Проведено оцінку впливу поперечно-кутових коливань на поперечну стійкість сидельного автопоїзда за коефіцієнтом поперечної стійкості за удосконаленим методом. Автором запропоновано метод оцінки поперечної стійкості сидельного автопоїзда.

Визначено, що із виникненням поперечно-кутових коливань сидельного автопоїзда його поперечна стійкість погіршується пропорційно до збільшення величини завантаження напівпричепи платформи. Оцінка поперечної стійкості сидельного автопоїзда за коефіцієнтом поперечної стійкості, визначеним у статті дозволяє підвищити точність оцінки. Так, за врахування впливу дії поперечно кутових коливань на сидельний автопоїзд коефіцієнт поперечної стійкості зменшується на 13...27 %, порівняно з коефіцієнтом, розрахованим за нормативом.

### **Список використаних джерел**

1. Сахно В.П., Поляков В.М., Глінчук В.М., Босенко В.М. (2014) Порівняльна оцінка показників стійкості триланкових автопоїздів у неусталених режимах руху. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія Автомобіле– та тракторобудування. №8(1051). С. 40–46.
2. Босняк М.Г. (2010) Вантажні автомобільні перевезення. Навчальний посібник. К.: Видавничий Дім «Слово». 408 с.

## **ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА ПОКАЗНИК РЕАЛЬНОЇ КОМПРЕСІЇ В ДВИГУНІ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Борисов А.В., магістрант**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Дія різноманітних факторів впливу при експлуатації двигунів, автомобілів призводить до зменшення їх функціональних можливостей. Відповідно існує потреба в комплексному підході щодо встановлення реального технічного стану, виявлення технічної несправності.*

При діагностуванні двигуна, зокрема елементів циліндра-поршневої групи, найважливішим показником є величина компресії. Компресія є стиск газу під впливом зовнішніх сил, зменшення його об'єму, підвищення тиску та температури.

При вимірі компресії слід враховувати низку важливих факторів (рис. 1), які значною мірою впливають на її величину:

- температура двигуна - при її підвищенні збільшується компресія, фізично це пояснюється тим, що складові деталі циліндра-поршневої групи краще прилягають один до одного, приймаючи розміри та взаємне положення, що більше відповідають робочому процесу;

- олива, що надійшла в камеру згоряння через напрямні втулки клапанів, поршневі кільця, систему вентиляції картера та ущільнення турбокомпресора, суттєво підвищує компресію, оскільки виступає як ущільнювач;

- паливо, що надійшло в циліндр у вигляді крапель, навпаки, є фактором, що знижує компресію, у наслідок розрідження і змивання оливи з спряжених деталей, що у свою чергу зменшує ущільнення у наслідок малої в'язкості;

- обороти колінчастого валу - існує кореляційна закономірність за часом, так за умови низької частоти обертання і конструктивних або набутих зазорів між спряженими складовими суміш встигає просочитись в картер двигуна, відповідно компресія буде меншою аніж за умов підвищеної частоти обертання коли витоків буде менше через нещільності, тим вище компресія;

- ступінь забруднення повітряного фільтра, вносить значну похибку у вимірювання, визначеною нездатністю поршневою групою при такті розрідження засмоктати відповідний об'єм суміші газів;

- положення дросельної заслінки, також має вплив на ступінь заповнення об'єму циліндра сумішшю газів.

Так компресію вимірюють як з відкритою, так і із закритою дросельною заслінкою, при цьому кожен із способів дає можливість поставити відповідний діагноз та дозволяє визначати відповідні дефекти. За технологічно прийому коли заслінка закрыта, в циліндри, надійде незначна кількість повітря, відтак компресія буде низькою і складатиме близько 0,6-0,8 МПа, у цьому разі об'єм витоків повітря буде зрівняльним з об'ємом надходженням в циліндр. Відтак показання компресії набувають чутливості до витоків і навіть за незначних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 щільностей значення компресії зменшуються у декілька разів. Використання даної технології вимірювання компресії за отриманими значеннями дозволяють зробити припущення щодо несправностей в механічно-структурній складовій двигуна як: нещільне прилягання клапанів до сідел; зависання клапана у наслідок порушення технології складання газорозподільного механізму; дефекти, знос профілю кулачка розподільного валу, зокрема в конструкціях з гідрокомпенсаторами; негерметичність, що викликана прогаром прокладки головки чи наявна тріщина в стінці камери згоряння [1, 2].

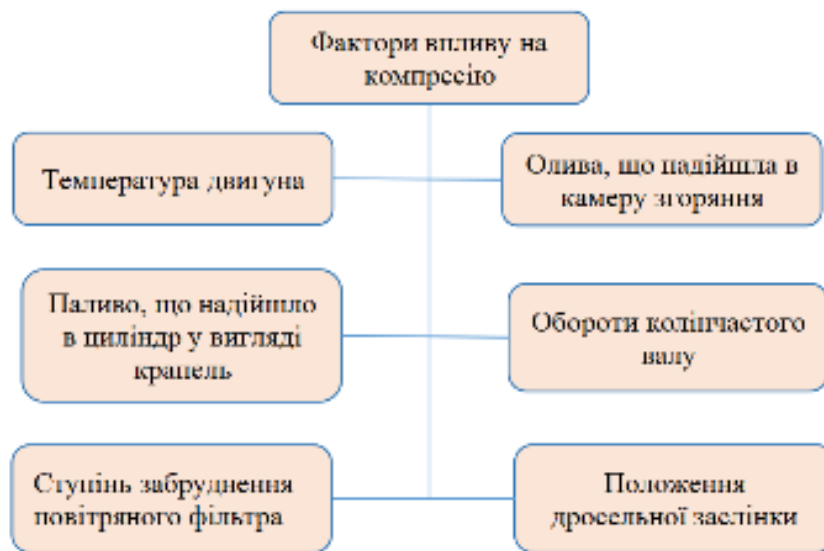


Рис. 1 - Експлуатаційні фактори, що впливають на компресію в циліндрах двигуна

За технологічного прийому визначення компресії з відкритою дросельною заслінкою постановка діагнозу буде відбуватися з врахуванням факторів впливу: збільшений об'єм повітря як і зростання тиску в циліндрі призводять до збільшення об'єму витоків відповідно до фізичних процесів, однак вони значно менші аніж об'єм подачі суміші газів. Враховуючи вищенаведене можна стверджувати, що компресія спадає з меншою інтенсивністю і може приймати значення в межах 0,8-0,9 МПа. Відтак дана технологія вимірювання компресії може бути використана при постановці діагнозу що стосується несправностей покликаних дефектами двигуна як: поломка чи прогорання поршнів, поломка чи зависання, закоксування кілець у канавках поршня, деформація чи прогар клапанів, серйозні пошкодження, задири поверхні циліндрів [3].

З аналізу приведених технологій визначення компресії із закритою і відкритою дросельною заслінкою, і впливу стану складових двигуна задля зменшення похибки постановки реального діагнозу слід зосередити увагу не лише на показниках компресії в циліндрах двигуна і їх відхиленні у відсотках за кількістю циліндрів, слід враховувати динаміку зростання тиску в циліндрі, що допоможе встановити характер несправності із більшою імовірністю [4].

Так, якщо на першому такті величина тиску, що вимірюється компресометром, низька 0,3-0,4 МПа, а при наступних тактах різко зростає, - це опосередковано свідчить про зношування поршневих кілець. У такому разі

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 заливка в циліндр невеликої кількості оливи 3-5 см<sup>3</sup> відразу збільшить не лише тиск на першому такті, а й компресію.

Складна конструкція двигунів внутрішнього згоряння визначена компонованням агрегатів, що впливає на можливість визначення компресії в двигуні за допомоги компресометра [5], визначеною труднощами при демонтажі свічок запалювання, а деяких випадках доступ до них потребує виконання технологічних операцій зі зняття навісного обладнання двигуна.

Застосування сучасного діагностичного обладнання як мотортестори, осцилографи дозволяють визначити не на пряму компресію, а амплітуду пульсації електричного струму, як приклад струму, що споживається стартером при прокручуванні колінчастого валу двигуна. Так існує певна закономірність, визначена тим, що при більшому тиску в циліндрі двигуна, тим більше потрібно енергії, потужності стартера на прикручування колінчастого валу двигуна. При цьому дана технологія дозволяю визначити опосередковано компресію у всіх циліндрах двигуна, не виконуючи такої операції як вивертання свічок запалювання. Тобто опосередкованість дає значення параметра у відносних одиницях, як приклад у відсотках до циліндра, що має вищі експлуатаційні показники. Лише незначна кількість діагностичного обладнання вищої цінової політики здатні визначати компресію в абсолютних показниках, за умови проведення і обчислення статистичних даних щодо відповідної моделі двигуна, автомобіля і їх зіставлення з дійсним тиском, компресією у циліндрі.

Вимірюванню компресії в циліндрах двигунах попередує дотримання наступних вимог: акумуляторна батарея має бути повністю заряджена, клеми не окиснені; стартер повинен бути справний; забезпечений контакт у з'єднаннях датчиків; проведений повний комплекс робіт з технічного обслуговування.

### **Список використаних джерел**

1. Кузнєцов А., Блезнюк О. Пошуковий аналіз методів діагностування газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння //Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С. 57.
2. Красота М.В., Магопєць С.О., Бєвз О.В., Шєпєленко І.В. Особливості вимірювання компресії бензинових двигунів при діагностуванні // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин 2010, вип. 40, част. I. С. 198-202.
3. Спосіб діагностування технічного стану циліндропоршневої групи бензинового двигуна внутрішнього згоряння 146949 Україна: G01M 15/08 / Сорокін С.П., Сорокін М.С., Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Шевляков В.Я., Вацєкін Д.Ю. № u 202004552; заявл. 12.10.2020 ; опубл. 31.03.2021. Бюл. № 14/2021. 3 с.
4. Сорокін С.П., Блезнюк О.В., Горєвий В.Ю., Борисов А.В. Означення напрямку визначення технічного стану механічно-структурної складової двигуна / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 134-140.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
5. Обґрунтування параметрів пневмотестера для контролю технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна / С.П. Сорокін, О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, О.В. Блезнюк, Д. Зозуля // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Х.: ХНТУСГ, №15. 2019. С. 49-59.

УДК 631.372

## АВТОПЛОТ НА ТРАКТОРАХ

**Блезнюк О.В. к.т.н., доцент; Жарніс В.А. студент**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Сучасні інтелектуальні системи працюють за рахунок різноманітних датчиків, а отже для забезпечення правильної роботи агрегатів на яких використовуються ці системи необхідні певні знання з мехатроніки та радіоелектроніки. В даній темі представлена система автоматичного керування де датчики і антени виступають органами орієнтації в просторі, та інформують термінал керування звідки оператор контролює та задає певні параметри. Завдяки спільній роботі усіх компонентів забезпечується автоматичне керування.*

Використання сучасних інтелектуальних систем дозволяє підвищити ефективність використання мобільних енергетичних засобів у функції призначення в сільському господарстві, що в свою чергу дозволяє зменшити втому операторів та підвищити продуктивність їх праці. Однією з таких систем є комплекс автоматичного керування засобів. Більшості технологічних операцій які виконуються в полі притаманно багаторазове повторення циклу руху від ряду до ряду з розворотами в кінці гону. В результаті така монотонність руху призводить до втоми оператора, і витримувати постійну точність управління машинно-тракторним агрегатом стає практично неможливим завданням, при цьому продуктивність праці до кінця зміни знижується на 30-40% [1]. Практика використання систем автопілота на тракторах дозволяє виконувати технологічні операції з мінімальним відхиленням 2-3 см від напрямку руху, особливо в нічний час та в умовах поганої видимості, що дозволяє зменшити навантаження на оператора та заощадити на паливі, насінні, гербіцидах і інших витратних матеріалах.

Принцип роботи автопілота для трактора, комбайна або іншої самохідної сільськогосподарської машини полягає в автоматичному контролі напрямку руху за допомоги гідравлічного або електричного приводу, на основі сигналів, що одержуються від двох GNSS (Global Navigation Satellite System) антен: одна з яких виконує функцію позиціонування, а друга орієнтації та антени з функцією 4G яка приймає коригувальні сигнали від коригуючої станції RTK (Real Time Kinematic) за допомоги NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol), дані сигнали передаються на термінал керування (рис. 1.1). В свою чергу термінал керування отримує сигнал і від інерційного вимірювального

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 модуля IMU (Inertial Measurement Unit) в якому вбудований акселерометр та гіроскоп, які дозволяють розрахувати фактичне розташування трактора: крен, тангаж, вилання, задля компенсації ухилів та бічних зрушень трактора на ділянках з горбистою місцевістю і схилах та датчика кута нахилу коліс, який відстежує їх кути повороту. Як зазначалося вище вся отримана інформація поступає до терміналу керування, який в свою чергу керує гідравлічним або електричним приводом для забезпечення потрібної траєкторії. На екрані терміналу керування оператор має змогу відстежувати певні параметри під час виконання технологічної операції.

Електромеханічний двигун через кермо передає команди центрального блоку на силові агрегати (рис. 1.2, а) [2, 3, 4]. Цей двигун примусово обертає кермо через зубчасте колесо, посилюючи кермо без заносу. Двигун може бути закріплений на рульовому колесі в кількох положеннях і спроектований таким чином, щоб не заважати оператору у звичайній практиці навіть при використанні автопілота.



Рис. 1.1 - Система позиціювання на тракторі

Розглянемо переваги і недоліки цих двох систем. Розглядаючи систему автопілота з елементами електричного приводу слід зазначити, що до переваг можна віднести можливість застосування одного комплексу обладнання для різних енергетичних засобів виходячи з технологічної необхідності, як приклад використання на одному тракторів, а в подальшому на іншому чи зернозбиральному комбайні; достатньо високий рівень надійності визначений обмеженою кількістю складових; вихід на лінію трактора вже за швидкості 0,8 км/год; зручність введення в експлуатацію; цінова політика по відношенню до обладнання гідравлічного приводу. Недолік можна охарактеризувати тим, що при русі оператор спостерігає за обертанням рульового колеса, що може спричинити емоційний дискомфорт.

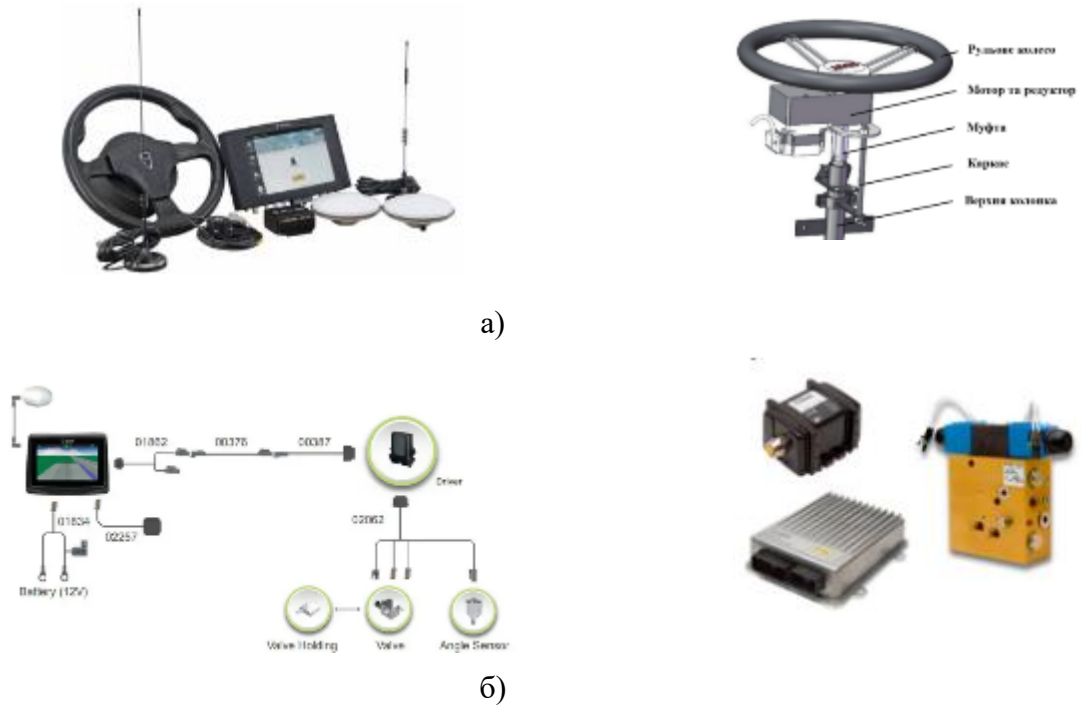


Рис. 1.2 - Система автопілоту: а) елементи електричного приводу - автопілот FJ Dynamics Autosteering kit; б) елементи гідравлічного приводу - автопілот Titanium - термінал Hexagon Ti5\Ti7: антена; контролер; комплект кабелів; гідравлічні керуючі електромагнітні клапани HxD; датчик кута повороту

Розглядаючи систему автопілота з елементами гідравлічного приводу слід зазначити, що до переваг можна віднести діапазон робочих швидкостей: від 0,072 км/год до 47 км/год; висока чутливість системи; відсутній вплив величини зносу рульового валу на точність управління; не вимагає зміни рульового колеса; система приєднується безпосередньо до гідравлічної системи трактора; при обертанні рульового колеса система відразу “розуміє”, що поле тут ні до чого, що це механізатор вимагає передати йому управління системою. У якості недоліку слід відзначити більшу вартість комплекту, так для прикладу автопілот Hexagon гідравлічний, монітор Ti5/ Ti 7 - від 350 000 грн, автопілот Hexagon електромеханічний, монітор Ti5/ Ti 7 - 300 000 грн, звісно все залежить від комплектації; вартість обслуговування та ремонту; залежність від гідравлічної системи енергетичного засобу на який планується встановлення автопілота, несумісність.

**Висновок.** Вирішення питання автоматизації процесу керування мобільним енергетичним засобом лежить у площині зменшення частки ручного керування і вирішується шляхом застосування систем автоматичного підрулювання та автопілотів. Зазначимо, що під час сільськогосподарських робіт трактору необхідно постійно утримувати передні колеса під цільовим кутом повороту з огляду на те, що польовий ґрунт прикладає сили реакції до колес, а спрямовані колеса прагнуть відновити пряме положення через передбачувану конструкцію шасі транспортного засобу. Отже, стійкість управління є одним із важливих показників оцінки для автоматичної системи управління, що може слугує напрямком подальших наукових досліджень.

### Список використаних джерел

1. Автопілот для трактора FJ Dynamics Autosteering kit (підрулювач) [Електронний ресурс] // GPS Моніторинг Транспорту ТЕХ КОНТРОЛЬ – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tehkontrol.ua/ukr-avtopidruluvach-fj-dynamics-autosteering-kit.html>.
2. Kit de Dirección Automática FJD AT1 [Електронний ресурс] // FJDynamics - Official Website – Режим доступу до ресурсу: <https://www.fjdynamics.com/es/product/autosteeringspecs>.
3. An G S, Yu C, Du J, Yin X, Ni Y L, Jin C Q. Development of the electric automatic steering system for agricultural vehicles [Електронний ресурс] // International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 2024; 17(1): 209–214. DOI: 10.25165/j.ijabe.20241701.8493 – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ijabe.net/article/doi/10.25165/j.ijabe.20241701.8493>.
4. Fendt центр точного землеробства [Електронний ресурс] // Автопілот Hexagon гідравлічний – Режим доступу до ресурсу: <https://store.frendt.com.ua/ua/p873152597-avtopilot-hexagon-gidravlicheskij.html>

УДК 656.13

### ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СВІЧКИ ЗАПАЛЮВАННЯ І ЙОГО ВПЛИВ НА ФУНКЦІОНАЛ ДВИГУНА

Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Іржов В.С., магістрант, Коваленко А.М., студ.

(Державний біотехнологічний університет)

*Використання технологічних способів з технічної діагностики дозволяють визначити технічний стан свічки запалювання, що має безпосередній вплив на функціонал двигуна внутрішнього згоряння: пускові характеристики, ресурс експлуатації, потужність, витрату палива та ефективність відведення відпрацьованих газів, і попередити відмову.*

Під час візуального огляду свічки запалювання можна виявити широкий спектр різних пошкоджень [1]. Деякі з них перераховані нижче з описом причин, наслідків та способів усунення.

Мінімальне вигорання електрода та сіро-біла/сіро-жовта до червоно-коричневого опору ізолятора - налаштування двигуна правильні, свічка з правильно вибраним тепловим діапазоном - норма (рис. 1, а).

Сажисті відкладення (рис. 1, б), юбка ізолятора, електрод та свічка вкриті бархатисто-чорною сажою. Причиною є неправильне співвідношення повітряно-паливної суміші, вузол упорскування, занадто багата паливна суміш, надмірно забруднений повітряний фільтр, несправна система холодного пуску уприскування, несправний датчик температури, автомобіль використовується для пересування на короткі відстані, свічка із занадто високим числовим значенням теплового діапазону, несправний датчик кисню, лямбда-зонд. Відповідно через струмові втрати неправильно функціонує система холодного



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 пуску, відбувається пропуск запалювання. Слід перевірити та за можливості виконати коригування повітряно-паливної суміші та системи холодного пуску. Також слід перевірити датчик температури двигуна, повітряний фільтр, і використати свічку запалювання з необхідним тепловим діапазоном.

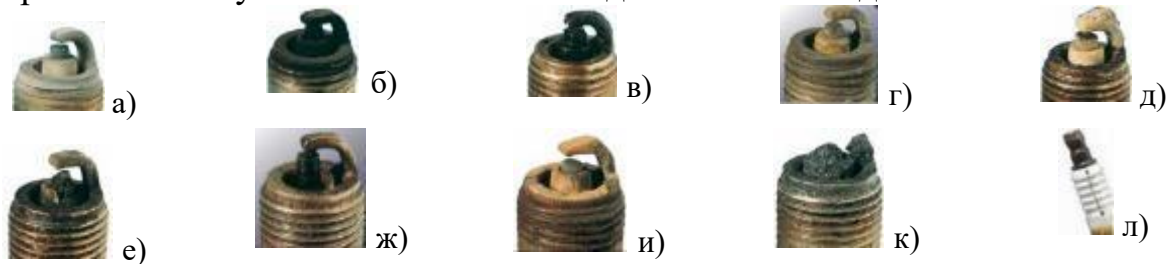


Рис. 1 - Технічний стан свічки запалювання

Оливні відкладення (рис. 1, в), юбка ізолятора, електрод та свічка вкриті чорною оливною плівкою. Причиною є надлишок оливи в камері згоряння, занадто високий рівень оливи, сильно зношені поршневі кільця, циліндри та напрямні клапанів, несправний турбонагнітач. Наслідком є пропуски запалювання і навіть закорочення свічки запалювання, повна відмова. Шляхи усунення: капітальний ремонт двигуна, коригування повітряно-паливної суміші, встановлення нових оригінальних свічок запалювання.

Лакові відкладення (рис. 1, г), на юбці ізолятора присутні лакові відкладення коричнево-жовтого кольору, або з зеленим відтінком. Причиною є присадки в паливі та оливі, що утворюють зольні відкладення. Наслідком є - при піковому повному навантаженні на двигун лакові відкладення стають рідкими та проводять струм. Шляхи усунення: комплексна перевірка всіх систем двигуна, встановлення нових оригінальних свічок запалювання.

Надмірні відкладення (рис. 1, д), на юбці ізолятора та заземлювальному електроді спостерігаються надмірні відкладення палива та оливи, шлакові, смолисто-коксові відкладення. Причиною є осадки від присадок, особливо з оливи, які відкладаються в камері згоряння і на свічці. Наслідком є - може призвести до раннього запалювання з втратою потужності двигуна та несправності двигуна. Шляхи усунення: перевірка двигуна, встановлення нових оригінальних свічок запалювання, можливо, використовувати оливу іншого типу.

Розплавлення центрального електроду (рис. 1, е), центральний електрод розплавлено, край юбки ізолятора згорів. Причиною є - перегрівання внаслідок калільного запалювання, відкладення в камері згоряння, несправні клапани, паливо невідповідної якості, використання свічки із занадто високим значенням теплового діапазону, не дотримано зусилля затягування. Наслідком є пропуск запалювання, падіння потужності, несправність двигуна. Шляхи усунення: перевірити двигун, систему запалювання, повітряно-паливну суміш, зусилля затягування свічок запалювання, встановлення нових оригінальних свічок запалювання.

Розбито юбку ізолятора (рис. 1, ж), поверхневі тріщини на ізоляторі центрального електроду свічки. Причиною є механічне ушкодження через неправильне використання, спочатку найчастіше ледве видима, тонка як волосся тріщина, іноді з'являється внаслідок детонації, в особливо серйозних випадках

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 між центральним електродом та ізолятором можуть утворюватися відкладення, розбиваючи ізолятор, детонація. Наслідком є пропуски запалювання, нестабільність іскроутворення, ненадійне запалювання. Шляхи усунення: встановлення нових оригінальних свічок запалювання.

Надмірне знос електрода (рис. 1, и), на центральному чи заземлювальному електроді видно ознаки руйнування матеріалу. Причиною є наявність агресивних присадок у паливі чи оливі, недостатнє продування камери згоряння, ймовірно, через відкладення нагару, детонація, перегрів. Наслідком є пропуски запалювання, особливо при прискоренні, напруга запалювання стає недостатньою, великий міжелектродний зазор, утруднений запуск двигуна. Шляхи усунення: встановлення нових оригінальних свічок запалювання.

Частично розплавлені електроди (рис. 1, к), надріваті відкладення на електроді, можливо, відкладення матеріалів, але не зі свічки запалювання. Причиною є перегрівання внаслідок калільного запалювання, самозаймисті відкладення в камері згоряння, несправні клапани, низька якість палива, ймовірно - наслідок використання свічок із надмірно високим значенням теплового діапазону, свічки запалювання не були затягнуті з потрібним зусиллям. Наслідком є передування повної відмові двигуна, несправність двигуна, падіння ефективності. Шляхи усунення: перевірити двигун, систему запалювання, повітряно-паливну суміш, зусилля затягування свічок запалювання, встановлення нових оригінальних свічок запалювання з потрібним значенням теплового діапазону.

Хрупкість роз'єму свічки запалювання (рис. 1, л), причиною є: перегрів, старі роз'єми. Наслідком є пропуски запалювання. Шляхи усунення: встановлення нових оригінальних свічок запалювання, змастити роз'єм свічки запалювання спеціальним мастилом.

Перевірка технічного стану свічки запалювання може бути здійснена за допомоги мультиметрів (рис. 2, а) та стендів перевірки свічок запалювання під тиском і комутаторів типу - "Молнія" 12В з компресором (рис. 2, б).

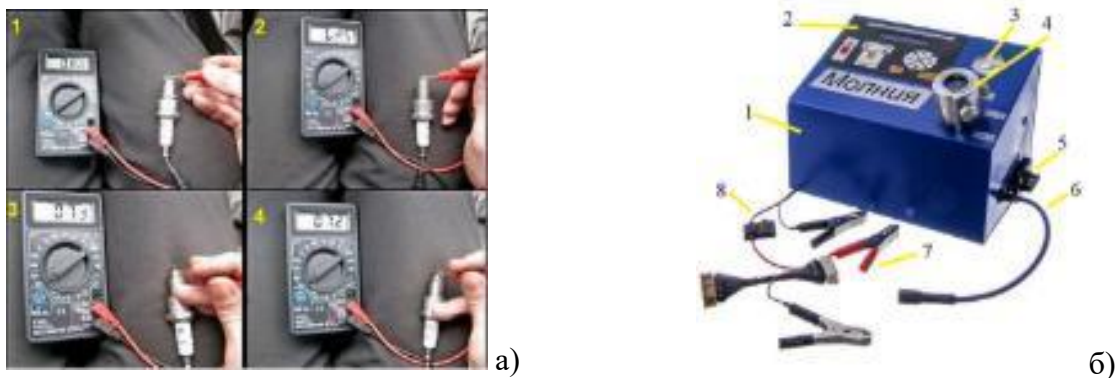


Рис. 2 - Засоби перевірки технічного стану свічки запалювання

Процес перевірки свічок запалювання мультиметром полягає у наступному. Вставити роз'єми щупів у спеціальні отвори на корпусі мультиметра. Виставити тестер у режим виміру опору 20 кОм. Поєднати один щуп з центральним виведенням свічки, а інший - з електродом [2]. Якщо свічка

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
справна, то на екрані виведеться опір від 2,5 до 10 кОм. Також можна перевірити свічку на наявність короткого замикання. Для цього необхідно торкнутися щупами центрального виходу свічки та різьблення. Якщо з'явиться іскра – свічка працездатна, якщо ні – несправна.

Процес перевірки свічки запалювання в умовах схожих з умовами їх роботи на двигуні за допомогою стендового обладнання визначений можливістю виявлення таких дефектів свічки запалювання: перебої в іскроутворенні (рис. 3); внутрішній пробій, діелектрика свічки; поверхневий пробій свічки; тріщини; втрата герметичності та дефекти комутатора: вихід з ладу транзисторів кінцевого каскаду комутатора; нестійка робота на високих обертах двигуна.

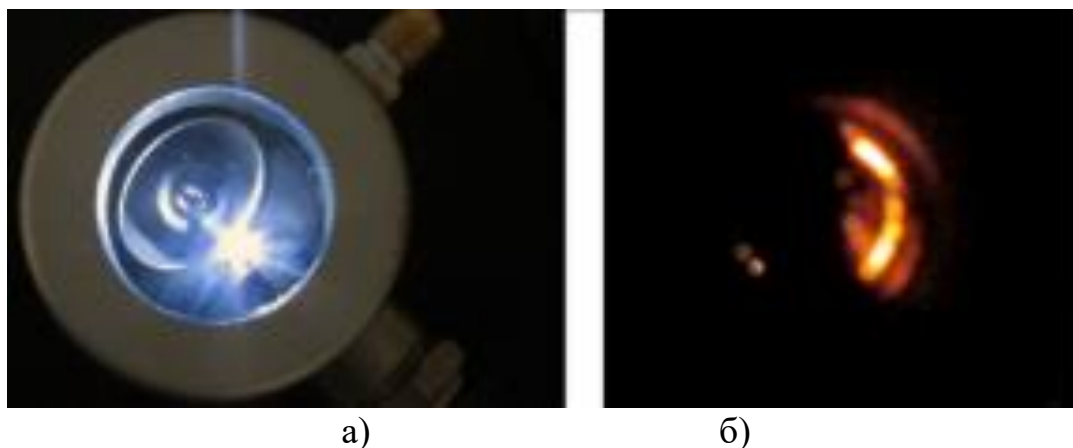


Рис. 3 - Приклад іскроутворення свічка запалювання: а) справна; б) несправна

Якщо ж говорити про повний комплекс технологічних операцій щодо типових випробувань свічок запалювання, за цілим рядом показників, включаючи перевірки на корозійну стійкість, механічну міцність, випробування на вібро- та удароміцність, самоочищення, електричну міцність електродів, а також перевірки опору та калільного числа, вони проводяться у спеціалізованих камерах та на високоточному обладнанні яке є у виробників свічок.

#### **Список використаних джерел**

1. [www.fmecat.eu](http://www.fmecat.eu) Технологии зажигания. Все о свечах зажигания. Техническая информация №02.
2. Діагностика легкових автомобілів: навч. посібник для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк, С.О. Гаврилов; ХНТУСГ. Харків: Майдан, 2021. 267 с.

## ВИМОГИ ДО СУЧАСНОЇ СВІЧКИ ЗАПАЛЮВАННЯ

Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Іржов В.С., магістрант, Коваленко А.М., студ.

(Державний біотехнологічний університет)

*Найважливішими параметрами двигуна є пускові характеристики, ресурс експлуатації, потужність, витрата палива та ефективність відведення відпрацьованих газів, всі вони залежать від свічок запалювання до яких висуваються відповідні*

Для забезпечення заявленої потужності двигуна, плавності в роботі та екологічності необхідно виконати ряд умов [1]: у циліндрі є потрібна кількість точно збалансованої повітряно-паливної суміші, а потужна займиста іскра повинна виникати між електродами точно в певний момент. Відповідно свічка запалювання (рис. 1) повинна відповідати найсуворішим функціональним вимогам: генерувати потужну іскру запалювання від 500 до 6000 разів на хвилину, у чотиритактному двигуні - навіть протягом кількох годин руху при високих оборотах двигуна і при русі в режимі старт-стоп. Навіть при  $-20^{\circ}\text{C}$  вони повинні забезпечувати абсолютно надійне запалювання.

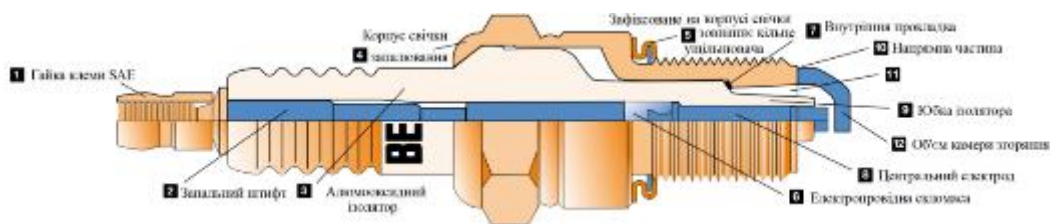


Рис. 1 - Свічка запалювання

Наведемо приклад визначення кількості іскроутворень у системі запалювання, що потрібна для роботи двигуна:

$$F = \frac{n \cdot N}{2} = \frac{3000 \cdot 4}{2} = 6000 \text{ іскор/хв.} \quad (1)$$

де  $n$  - оберти двигуна, об/хв.;  $N$  - кількість циліндрів.

Якщо пройдена відстань становить 30000 км із середньою частотою обертання колінчастого валу двигуна 3000 об/хв. за середньої швидкості 60 км/год, то кількість іскроутворень становить 45000000 на кожну свічку запалювання.

Високотехнологічні свічки забезпечують згоряння з мінімальним викидом шкідливих речовин і оптимальною витратою палива без пропусків запалювання, внаслідок яких паливо, що не згоріло, може потрапити в каталітичний нейтралізатор і зруйнувати його. Сучасна свічка запалювання повинна відповідати таким вимогам: - вимоги до електроживлення: надійна передача високої напруги навіть при напрузі запалювання до 40000В; відповідна ізоляція навіть при температурах  $1000^{\circ}\text{C}$ , запобігання дугоутворенню та пробою; -

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
технічні вимоги: забезпечення герметичного та газонепроникного ущільнення камери згоряння, стійкість до пульсуючого тиску до 100 бар; висока механічна міцність для надійного кріплення; - теплові вимоги: опір тепловому удару, гарячі вихлопні гази - холодна суміш, що надходить; відповідна теплопровідність юбки ізолятора та електродів; - електрохімічні вимоги: стійкість до електроерозії, газоподібних продуктів згоряння та залишків згоряння; - запобігання утворенню відкладень на ізоляторі [2, 3].

Найкоротша відстань між центральним та заземлювальним електродами свічки запалювання називається міжелектродним зазором (рис. 1). Саме тут має проскочити іскра для займання. У кожній конкретній ситуації оптимальний міжелектродний зазор частково залежить від характеристик двигуна та розраховується у тісній співпраці з виробником автомобіля. Важлива максимальна точність міжелектродного зазору, так як не правильний зазор істотно погіршує функціональність запалювання свічки і внаслідок цього знижується потужність двигуна. Якщо міжелектродний зазор занадто малий, можуть виникати пропуски запалювання, шум на холостих обертах двигуна та збільшення викиду шкідливих газів. Якщо міжелектродний зазор занадто великий, може виникнути пропуск запалювання. Координоване положення іскри у свічках з декількома електродами означає, що міжелектродний зазор регулювати не потрібно, наприклад, технологія повітряного запалювання з поверхневим розрядом Ultra X Titan [1].

Особливістю свічки запалювання є їх тепловий діапазон, що визначений мірою термічної структури свічки запалювання. Вона показує максимальне теплове навантаження на свічку запалювання у рівновазі між поглинанням тепла та відведенням тепла. При виборі свічки запалювання дуже важливо правильно визначити тепловий діапазон: якщо тепловий діапазон свічки занадто великий, наприклад, числове значення теплового діапазону 9, то свічка не зможе досить швидко відводити одержуване тепло, це призводить до калільного запалювання - іншими словами, суміш займається не від іскри, а від перегрітої свічки; якщо тепловий діапазон занадто малий, наприклад, числове значення теплового діапазону 5, то температура вільного горіння, необхідна в нижньому діапазоні показників для самоочищення свічки, не досягається. Результатом можуть бути пропуск запалювання, збільшена витрата палива та збільшення шкідливих викидів. Чим більша потужність двигуна, тим, як правило, вища температура у камері згоряння. Від розміру опори ізолятора багато в чому залежить поглинання тепла; відведення тепла відбувається через юбку ізолятора, через центральний електрод та внутрішню прокладку на корпус свічки до голівки циліндра (рис. 2).




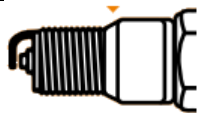
Рис. 2 - Шлях перенесення тепла свічки запалювання

Свічка запалювання з довгою юбкою ізолятора поглинає більше тепла. Однак такі свічки мають меншу здатність до відведення тепла на довгому шляху

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 до корпусу свічки і тому називаються свічками гарячого типу. Свічка запалювання з короткою юбкою ізолятора поглинає менше тепла. Однак на короткому шляху до корпусу свічки вони мають високу здатність до відведення тепла і тому називаються свічками запалювання холодного типу.

На короткі проміжки часу в процесі згоряння температура в циліндрі досягає 3000°C, що призводить до нагрівання свічки запалювання. Свічка запалювання віддає близько 80 % поглиненого тепла прилеглим областям різними способами розподілу тепла. Більшість тепла передається з різьблення свічки безпосередньо на головку циліндра. Тому свічка запалювання завжди повинна загвинчуватися з потрібним зусиллям (табл 1). Лише близько 20% тепла поглинається і розсіюється повітряно-паливною сумішшю, що проходить. Використання композитних електродів, наприклад, нікелевих електродів з мідним сердечником дозволяє істотно збільшити теплопровідність. Якщо іскра знаходиться дуже далеко всередині камери згоряння, швидко досягається температура самоочищення - завдяки особливим параметрам профілю та теплопоглинаючої поверхні юбки ізолятора – і верхня гранична температура ізолятора підтримується нижче 900 °С. Тому свічки запалювання такого типу підходять для камер згоряння, де виникають і порівняно низькі і порівняно високі температури.

Таблиця 1 - Момент затягнення свічки запалювання, Н м

Свічка запалювання за типом ущільнення	Різьба свічки	Головка циліндра	
		чугун	легкосплав
 <p>плоске гніздо з прокладкою</p>	M 10x1	10-15	10-15
	M 12x1,25	15-25	15-25
	M 14x1,25	20-35	20-30
	M 18x1,5	30-45	20-35
 <p>конусне або конічне гніздо</p>	M 14x1,25	15-25	10-20
	M 18x1,5	15-30	15-23

Підсумуємо, робота свічки запалювання повинна бути виключно ефективна: у будь-яких ситуаціях свічка запалювання повинна забезпечувати надійне іскроутворення, правильний холодний пуск двигуна та запобігати пропускам запалювання навіть у найсуворіших умовах, виконуючи свою частину роботи із забезпечення оптимального спалювання палива з мінімальними шкідливими викидами.

### Список використаних джерел

1. WWW.FMecat.EU Технологии зажигания. Все о свечах зажигания. Техническая информация №02.
2. Діагностика легкових автомобілів: навч. посібник для здобувачів ступеня вищої освіти ЗВО / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк, С.О. Гаврилов; ХНТУСГ. Харків: Майдан, 2021. 267 с.
3. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник / О.В.Козаченко, С.П.Сорокін, О.М.Шкрегаль, О.В.Блезнюк та ін. Х.: Факт, 2013. 456 с.

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ АВТОМОБІЛЯ**

**Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Мироненко О.С., Трунов Д.Р.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Вибір методу організації технологічного процесу з технічного сервісу системи живлення автомобіля залежить від різних факторів, включаючи тип і модель автомобіля, обсяг робіт, доступні ресурси та умови виконання. З огляду на це кваліфіковане обслуговування, тестування та ремонт системи Common Rail є основною частиною роботи та заробітку сучасного дизельного сервісу.*

Розглянемо деякі загальні методи, які можуть використовуватися при організації технологічного процесу: метод розподілення робіт - розподіл робіт між різними спеціалістами або робочими групами, кожна група виконує певні операції технічного обслуговування відповідно до своєї спеціалізації; метод послідовності робіт - виконання робіт у певній послідовності, кожна операція передбачає наступну; метод паралельних робіт - виконання різних робіт одночасно; метод комбінованого виконання робіт - використання різних методів для різних етапів технічного обслуговування, наприклад, деякі роботи можуть бути виконані послідовно, а деякі - паралельно [1].

При виборі методу організації технологічного процесу технічного сервісу системи живлення автомобіля важливо враховувати такі фактори, як: ефективність, безпека, зручність та економічність. Також слід враховувати рекомендації виробника автомобіля та використовувати надійні методи, що базуються на досвіді та кращих практиках автомобільного сервісу. Метод спеціалізованих бригад передбачає формування виробничих підрозділів за принципом технологічної спеціалізації для різних видів технічного сервісу, як приклад бригада з демонтажу та монтажу елементів системи живлення, бригада з відновлення працездатності паливних насосів, форсунок тощо. Метод організації робіт повинен сприяти підвищенню продуктивності праці робітників, ефективному використанню обладнання, створенню технологічної однорідності кожної ділянки [2].

Створення передумов для ефективного та оперативного управління технічним сервісом автомобілів повинно йти шляхом маневрування персоналом, запасними частинами, технологічним обладнанням, інструментом тощо. Існують два способи організації робіт з відновлення працездатності автомобіля, зокрема системи живлення: індивідуальний і агрегатний. При індивідуальному методі агрегати після ремонту повертаються на той самий автомобіль, а при агрегатному методі агрегати анонімізуються, відправляються на ремонт, а на автомобіль встановлюється вже готовий агрегат.

Для найбільш ефективної роботи підрозділу з технічного сервісу доречно реалізувати наступну схему: у всіх випадках, коли це можливо, буде застосовуватися агрегатний метод, а якщо в запасному фонді на даний момент

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 немає готового агрегата, то в такому випадку буде застосовуватися індивідуальний метод. Основою для розробки планувального рішення повинна виступати функціональна схема виробничого процесу.

При виборі технологічного обладнання для технічного сервісу системи живлення дизельного двигуна доречно дотримуватись декількох ключових принципів, а саме: визначення потреб, аналіз ринку; визначення вимог та особливості процесу відновлення працездатності; визначення комплексу операції та завдань; визначення переліку обладнання для обслуговування і технічної діагностики необхідних для виконання робіт; провести аналіз доступних технологій - дослідити ринок технологічного обладнання для технічного обслуговування і діагностики; ознайомтеся з різними видами обладнання, його функціональними можливостями, характеристиками та технічними параметрами.

Як зазначалося вище, система Common Rail, як і будь-яка інша технічна система, має не лише переваги, але й значні недоліки, які слід враховувати під час експлуатації дизеля і відновлення працездатності. Серед основних недоліків можна назвати високу вимогливість до якості палива, так найдрібніші тверді частинки, що знаходяться в паливі, а також підвищений вміст сірки та інших частинок щодо норм можуть перешкоджати типовій роботі дуже тонких розпилювальних каналів форсунок і блокувати ці перерізи, також відбувається зношування голки, сідла голки та клапанів форсунки, а паливному насосу високого тиску притаманний знос плунжерних пар. Все це призводить до значної втрати тиску палива, що, своєю чергою, впливає на експлуатаційні показники двигуна.

Також через ускладнену конструкцію системи живлення і її складових витрати при їх капітальному ремонті будуть істотно вищими, так потрібно витратити чималі фінансові кошти на придбання запасних частин, інструментів та обладнання для проведення ремонтних та діагностичних робіт, можна відзначити, що систему Common Rail у гаражних умовах дуже складно продіагностувати та відремонтувати.

При експлуатації автомобілів однієї і тієї ж моделі навіть в порівняно однакових умовах потреба в технічному обслуговуванні і поточному ремонті буде різною. Тільки за допомогою ефективного контролю можна встановлювати фактичну потребу в профілактичних операціях і своєчасно виявляти та попереджувати виникнення несправностей та відмов автомобіля.

### **Список використаних джерел**

1. Блезнюк О.В., Мовчан Д.В. Організаційні принципи роботи сервісних служб технічного сервісу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». 10 грудня 2021 року. Харків: ДБТУ, 2021. С. 212- 213.
2. Музичук В.І., Анісімов В.Ф. Організація робіт підприємств технічного обслуговування: навчальний посібник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2012. 240 с.



## ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІАГРАМИ ІСІКАВИ

**Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Мироненко О.С., Трунов Д.Р.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Основна мета аналізу причини і наслідків, це керівництво для інженерно-технічної служби сервісного центру у вирішенні проблеми на основі виявлення кореневої причини з тим, щоб можна було зробити коригувальні дії з підвищення якості відновлювальних операцій.*

Визначення всіх факторів, чинників впливу на показники якості виконаних робіт з відновлення технічного стану складових системи живлення і автомобіля в цілому доречно використовувати причинно-наслідкову діаграму Ісікави [1-3]. Результатом аналізу причини і наслідків є схема, складена з ліній і слів, які являють собою взаємовідносини між слідством і причинами. Цей метод аналізу також називається «Риб'ячою кісткою». Причинно-наслідкова діаграма - інструмент, що дозволяє виявити найбільш істотні фактори, чинники, що впливають на кінцевий результат - наслідок, якість.

Інформація про показники якості для побудови діаграми збирається з усіх доступних джерел: використовуються журнал реєстрації операцій, журнал реєстрації поточного контролю, повідомлення робочих виробничої дільниці, служби технічного сервісу та ін. При побудові діаграми вибираються найбільш важливі з технічної точки зору фактори. Для цієї мети широко використовується експертна оцінка [4].

Дуже важливо простежити кореляційну залежність між причинними факторами, параметрами процесу, і показниками якості. У цьому випадку параметри легко піддаються кореляції. Для цього при аналізі відмов виробів системи живлення, їх слід розділити на випадкові і систематичні, звернувши особливу увагу на можливість виявлення та усунення причин систематичних відмов.

Відомо, що значення показників якості, що є наслідком процесу технологічних операцій, обов'язково мають розкид. Пошук факторів, що мають особливо великий вплив на розкид показників якості виробу, а саме на результат, можна визначити як дослідженням причин. В цілому причинно-наслідкова діаграма, будучи одним з семи інструментів контролю якості, використовується у всьому світі стосовно не тільки до показників якості виробу, а й в інших областях [2, 3].

Процедура побудови діаграми Ісікави складається з наступних основних етапів. Перший етап - визначення показників якості, тобто того результату, який би хотіли досягти. Другий етап - визначення зворотного показника якості, умовно, в середині правого краю чистого аркуша паперу, зліва направо провести пряму лінію, хребет, а записаний показник укласти в прямокутник, далі головні причини, які впливають на показник якості, укласти в прямокутники і з'єднати з хребтом стрілками у вигляді великих кісток хребта головних причин. Третій етап

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 - визначення вторинних чинників, що впливають на головні причини, великі кістки, і розташування їх у вигляді середніх кісток, що примикають до великих. Визначення причин, третинного порядку, які впливають на вторинні причини, і розташування їх у вигляді дрібних кісток, що примикають до середніх. Четвертий етап - аранжування причин, факторів за їх значимістю, використовуючи для цього діаграму Парето. Виділення особливо важливих, які імовірно мають найбільший вплив на показник якості. П'ятий етап - нанесення на діаграму всієї необхідної інформації: назва; найменування виробу, процесу або групи процесів; імена учасників процесу; дата та ін.

Стосовно до розв'язуваної задачі кваліметричного аналізу для компонента “людина” необхідно визначити фактори зручності та безпеки виконання операцій; для компонента “машина” - взаємодію елементів конструкції аналізованого виробу між собою, пов'язані з виконанням даної операції; для компонента “метод” - фактори продуктивності і точності виконуваної операції; для компонента “матеріал” - фактори відсутності змін властивостей матеріалів виробу у процесі виконання даної операції; для компонента “контроль” - фактори достовірного розпізнавання помилки процесу виконання операції; для компонента “середовище” - фактори впливу середовища на виріб і виробу на середовище.

Наприклад, коли будується діаграма причин і результатів стосовно до конкретної відмови, відмова системи живлення Common Rail, можна виявити, що число відмов, що з'являються в різні періоди часу, різне. Якщо виявиться, що відмови більш часто зустрічаються в початковий час експлуатації, ніж в інші періоди, можна задатися питанням: чому відмови в початковий період експлуатації з'являються частіше, ніж в інші періоди експлуатації та чому вони виникають? Це змусить звернутися до розгляду факторів, які відрізняють початковий період експлуатації від інших періодів, що в результаті призведе до виявлення причини відмови. Вдавшись до такого способу міркування на кожній стадії дослідження відносин між показником якості і великими кістками, між великими і середніми, а також між останніми і дрібними кістками, можливо логічним шляхом побудувати діаграму причин і результатів.

Відтак дослідимо за допомоги діаграми Ісікави (рис. 1) вплив факторів та показників, що впливають на якість обслуговування системи Common Rail. Факторами виступають сам персонал, технологія обслуговування, обладнання та ін. Основні з них розділені на ще дрібніші підфактори: наприклад, підфакторами фактора “персонал” є: дисципліна, стан здоров'я, а також кваліфікація.

Після того як побудова діаграми завершена, наступний крок - розподіл причин за ступенем їх важливості. Не обов'язково всі причини, що включені в діаграму, будуть мати значний вплив на показник якості. Для виявлення причин, що мають найбільший вплив на результати, зручно використовувати діаграму Парето. На даний час дуже поширене спільне використання причинно-наслідкового діаграми і діаграми Парето. Тому в складних випадках для виявлення того, які з причин найбільш важливі, можна з'ясувати думку учасників аналізу щодо рангування причин, а потім за допомогою діаграми Парето встановити причини, які набрали максимальну кількість “голосів” [5]. Таким

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 чиним, причинно-наслідкова діаграма дозволяє виявити і систематизувати різні чинники та умови, що впливають на задачу, що досліджується - на показники оцінки якості надання сервісних послуг.

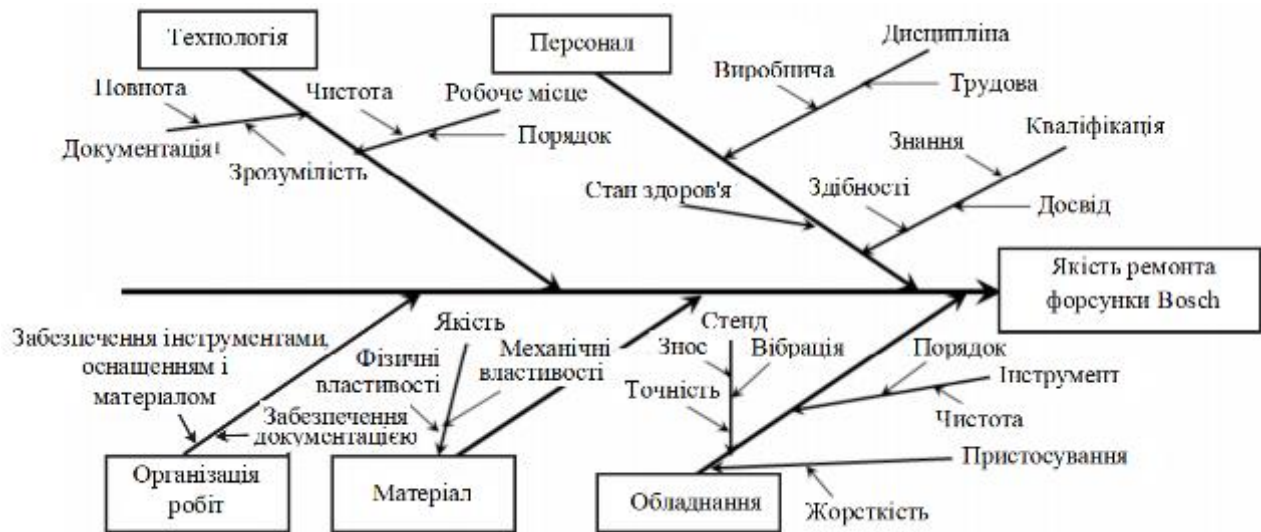


Рис. 1 - Діаграма Ісікави для виявлення факторів, що впливають на якість ремонту форсунки Bosch електрогідравлічного типу

### Список використаних джерел

1. Блезнюк О.В., Садовниченко М.І. Кваліметрія при оцінці якості надання сервісних послуг // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» 1-2 грудня 2022 року. Харків: ДБТУ, 2022. С. 82-83.
2. Блезнюк О.В. Використання діаграми Ішікави при оцінці якості надання сервісних послуг // V Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція 21-22 лютого 2023 р. Полтава: ПДАУ, 2023. С. 20-23.
3. Управління якістю технічного обслуговування автомобілів: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко, Володимир Чередник. К.: Ун-т «Україна», 2012. 327 с.
4. Блезнюк О.В., Мовчан Д.В. Організаційні принципи роботи сервісних служб технічного сервісу // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». 10 грудня 2021 року. Харків: ДБТУ, 2021. С. 212- 213.
5. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП: Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

## **ВИРОБНИЧИЙ ПРОЦЕС З ОГЛЯДУ СИСТЕМИ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Харужев Г.В., Штефан Д.В.**

(Державний біотехнологічний університет)

*Сталість розвитку підприємства з обслуговування автомобілів базується на якості і відповідно ефективності надання виробничих послуг, що формують технологічний процес сервісної станції. Якість послуг формується у вигляді параметрів, що підлягають контролю і оцінці. Так характеристика процесу повинна підлягати кількісній оцінці, виміру або якісній, порівняльній.*

Виконання оцінки технологічного процесу здійснюється як підприємством з надання сервісних послуг так і споживачем [1-7]. Визначимо основні характеристики як: тривалість чекання з надання сервісної послуги; об'єм матеріальних ресурсів за умови надання виробничої послуги; обладнання, устаткування; відповідність до сучасних вимог; кількість та кваліфікація персоналу з надання сервісних послуг; якість спілкування зі споживачем, компетентність, доступність; тривалість надання сервісної послуги; безпека виробничого процесу; гарантійні зобов'язання з якості послуг; естетичність в облаштуванні виробничих і соціальних приміщень на підприємстві. Відповідно можна визначити, що виробничий процес на підприємстві з надання сервісних послуг можна пов'язати з системою масового обслуговування споживачів сервісних послуг. Дана система дозволяє виконати підрахунки та економічно довести раціональну кількість каналів, що використовуються з обслуговування автомобілів, а саме робочих постів, обладнання, стендів, працівників, що у підсумку визначають оптимальну інтенсивність потоку з надання сервісних послуг, а саме швидкість та час надходження вимог на обслуговування. Всі ці перелічані чинники визначають появу черги в системі масового обслуговування, при цьому слід зауважити на необхідності варіювання таким факторам як кількість замовлень в одиницю часу який визначає можливість формування збільшення потоку замовлень через залучення додаткових споживачів. Даний організаційний підхід дозволяє завантажити виробничі потужності сервісного підприємства. Однак слід пам'ятати, що рентабельність підприємства визначена оптимальним співвідношенням затратами між простою виробничого обладнання і затратами з очікування сервісної послуги споживачем, що обумовлює втрату замовника. Відтак раціональне співвідношення між потоком замовлені і відповідно часом на очікування послуги визначає ефективність функціонування самого виробничого процесу і його подальший розвиток.

Відтак теорія масового обслуговування визначає розвиток питання, що пов'язаний з оцінкою виробничого процесу з надання послуг технічного сервісу. Можна зазначити, що сервісні підприємства, як елемент системи масового обслуговування відповідає структурі, що представлена на (рис. 1).

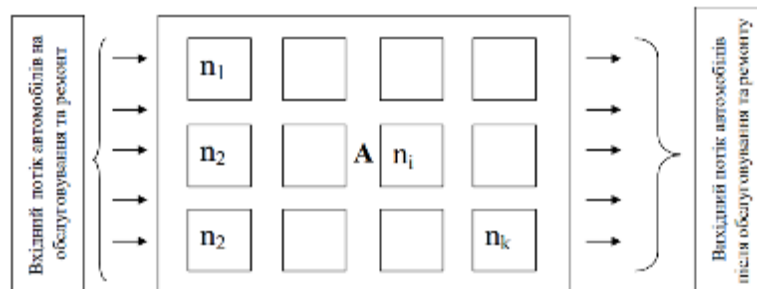


Рис. 1 – Виробничий процес з надання послуг технічного сервісу, як система масового обслуговування:  $n_1, n_2, \dots, n_i, \dots, n_k$  - пости технічного обслуговування і ремонту автомобілів

Визначимо, що потік автомобілів у якості вимог на обслуговування як вхідний потік щодо виробничого процесу, а потік вимог, що реалізований як вихідний потік самої виробничої системи. Описаний процес потребує кількісного опису, як функціонал виробничого процесу, що в свою чергу визначений як організація технологічного процесу із надання сервісних послуг.

### Список використаних джерел

1. Теорія експлуатації машин та проектування технічних систем /О.В.Козаченко, О.М.Шкрегаль, С.П.Сорокін та ін.; за ред. О.В.Козаченка. Харків:ПромАрт, 2018. 320 с.
2. Практикум з теорії технічної експлуатації машин: навчальний посібник /О.І.Субочев, О.Д. Деркач, І.Ф. Остров; Дніпр. держ. агр.-екон. ун-т. Дніпро: Вид- во «Літограф», 2017. 130 с.
3. Теорія систем масового обслуговування: навч. посібник / А. Л. Литвинов; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2018. 141 с.
4. Nahrebelna L., Polishchuk V. (2020) Use of Queuing Theory for Improvement of Traffic Management on the Main Street and Road Network of Cities. International Academy Journal Web of Scholar. 4(46). DOI: 10.31435/rsglobal\_wos/30042020/7039.
5. Блезнюк О.В. Іванов В.І. Технічне діагностування в системі технічної експлуатації автомобілів. International scientific and practical conference «Science, engineering and technology: global trends, problems and solutions»: Conference proceedings, March 12–13, 2021. Prague: Izdevnieciba «Baltija Publishing», 2021. p. 83-86. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-046-9-20>.
6. Блезнюк О. В., Лаушкін К. А. Комп'ютерна діагностика транспортних засобів. Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті: матеріали ХІХ Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 43.
7. Блезнюк О.В. Трощенко В.В. Дослідження питання оцінки системи технічного обслуговування машин на підприємстві. ІV Всеукраїнська науково-практична конференція «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». ЖАК, 2018. С. 167–170.

## ІННОВАЦІЇ В СИСТЕМІ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЯ

Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Шовчко Є.О. студент

(Державний біотехнологічний університет)

*Досліджено сучасні технології безпеки автомобілів, включно з активними та пасивними системами, а також перспективи впровадження автономних транспортних засобів. Розглянуто переваги й виклики впровадження інновацій, зокрема в контексті електромобілів та впливу на ринок праці. Аналізується ситуація в Україні, зокрема проблеми інфраструктури та готовності до впровадження автономних технологій. Значення розробок у сфері безпеки для створення більш ефективної та стійкої транспортної системи, яка мінімізує людський фактор у ДТП та змінює підхід до використання технологій у повсякденному житті.*

Сучасні автомобілі постійно вдосконалюються, зокрема завдяки впровадженню інноваційних систем безпеки, які суттєво підвищують рівень захисту водіїв і пасажирів. У процесі розробки нових технологій акцент робиться на активній та пасивній безпеці, а також на автоматизованих і автономних транспортних засобах (рис. 1).



Рис. 1 - Системи безпеки на автомобілі

Активна безпека включає в себе системи, які запобігають аваріям, аналізуючи рух автомобіля та навколишнє середовище. Серед найважливіших компонентів активної безпеки можна виділити систему запобігання перевертанням, електронну систему стабілізації (ESC) та інтелектуальні системи допомоги водієві (ADAS). Система запобігання перевертанням контролює стійкість автомобіля під час різких маневрів і при необхідності автоматично втручається, регулюючи потужність двигуна або пригальмовуючи окремі колеса. ESC, у свою чергу, забезпечує контроль над напрямком руху, допомагаючи водієві підтримувати контроль над автомобілем у ситуаціях, коли він може втратити стійкість. ADAS, що складається з багатьох функцій, таких як адаптивний круїз-контроль, автоматичне паркування, система утримання автомобіля в смугі руху, розпізнавання дорожніх знаків, контроль сліпих зон та попередження про перехресний рух позаду, значно полегшує процес водіння,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зменшуючи навантаження на водія. Ці системи використовують різноманітні сенсори та технології для моніторингу ситуації на дорозі, попереджаючи про потенційні небезпеки та, за потреби, автоматично втручаючись у процес керування. Пасивна безпека, в свою чергу, активується безпосередньо під час аварії та має на меті мінімізацію шкоди для пасажирів. Основними елементами пасивної безпеки є каркас кузова автомобіля, який спроектовано з високоміцних матеріалів, подушки безпеки, які миттєво надуваються під час зіткнення, та ремені безпеки з преднатяжувачами, що зменшують ризик серйозних травм. Конструкція кузова передбачає програмовану деформацію, яка дозволяє поглинати енергію удару, захищаючи пасажирів. Сучасні технології також приділяють особливу увагу захисту пішоходів, наприклад, активні капоти, що піднімаються під час зіткнення, зменшуючи силу удару. Результати краш-тестів демонструють, що автомобілі з високим рівнем пасивної безпеки здатні знижувати ризик травм для пасажирів, що свідчить про ефективність сучасних рішень. Автоматизовані та автономні транспортні засоби відкривають нову еру в автомобільній безпеці. Роль водія у таких автомобілях зменшується, а управління здійснюється завдяки високотехнологічним системам, які аналізують дорожню ситуацію в режимі реального часу. Рівні автономності транспортних засобів коливаються від частково автономних (рівень 2-3) до повністю автономних (рівень 4-5), що здатні виконувати всі аспекти керування без участі людини. Варто розглянути вплив автономних автомобілів на ринок праці. Хоча багато людей стурбовані можливими втратами робочих місць унаслідок автоматизації, нові технології можуть також створити нові професії та можливості. Наприклад, зростає потреба в спеціалістах з розробки програмного забезпечення, інженерах, які займаються обслуговуванням автономних систем, а також в експертах з кібербезпеки, які захищатимуть ці технології від атак. Це відкриває перспективи для підвищення кваліфікації та перекваліфікації працівників у відповідності до нових вимог ринку.

Крім того, автономні автомобілі можуть відігравати важливу роль у покращенні енергоефективності. Використовуючи алгоритми для оптимізації швидкості, маршруту і стилю водіння, автономні транспортні засоби можуть знижувати споживання пального і зменшувати викиди CO<sub>2</sub>. Це особливо актуально в умовах глобального потепління, коли важливо зменшити викиди парникових газів. Нарешті, варто згадати про вплив автономних технологій на страхування. З появою автономних автомобілів та зниженням ймовірності аварій можуть змінитися і страхові тарифи. Страхові компанії можуть почати пропонувати нові моделі страхування, що базуються на даних про поведінку автомобілів, які дозволять споживачам платити менше за страхування завдяки зниженню ризиків. Звісно, все це вимагає серйозної роботи з боку урядів, виробників автомобілів та інших учасників ринку, щоб забезпечити безпечне і ефективне впровадження нових технологій. Дослідження, спільні проекти, пілотні програми та зворотний зв'язок від користувачів - все це є невід'ємними частинами цього процесу. Адже лише завдяки зусиллям усіх зацікавлених сторін можливо реалізувати потенціал автономних транспортних засобів і створити більш безпечне, ефективне та доступне транспортне середовище.

Експлуатація сучасних технологій безпеки, зокрема в електромобілях, потребує ретельного розгляду як переваг, так і недоліків. Одним із ключових аспектів є безпека батарей, оскільки акумулятори є центральними компонентами електричних систем. Плюси включають в себе зниження ризику виникнення пожеж через використання інноваційних технологій охолодження, які запобігають перегріванню батарей, а також покращену конструкцію, яка робить їх більш стійкими до механічних ушкоджень. Однак, з іншого боку, існує ризик, пов'язаний із неправильним управлінням або якістю батарей, що може призводити до небезпечних ситуацій, таких як короткі замикання або навіть вибухи. Крім того, впровадження нових технологій вимагає значних інвестицій у розробку, виробництво та обслуговування, що може збільшити вартість електромобілів для споживачів.

У результаті, попри наявні виклики, розвиток технологій безпеки, електричних систем, та впровадження штучного інтелекту в автомобільному секторі обіцяє стати важливим фактором у формуванні більш безпечного, ефективного та стійкого майбутнього. Однак, на жаль, на сьогоднішній день повністю впровадити штучний інтелект у дорожній рух в Україні неможливо з ряду причин. По-перше, відсутність дорожньої розмітки на багатьох дорогах, особливо в сільських місцевостях і передмістях, ускладнює роботу систем, що базуються на комп'ютерному зору. По-друге, недостатня якість дорожнього покриття та відсутність сучасних інфраструктурних рішень, таких як світлофори з інтегрованими технологіями, обмежують можливості для безпечного впровадження автономних систем. Також важливою проблемою є нерегульований рух транспорту в Україні, де часто спостерігається хаотичність поведінки водіїв, що ускладнює передбачення можливих небезпек. Крім того, недостатній рівень освіти водіїв щодо використання новітніх технологій безпеки та їх інструкцій також впливає на ефективність таких систем. Усе це робить впровадження повністю автономних автомобілів в Україні складним завданням, яке потребує часу та зусиль для поліпшення інфраструктури та підвищення обізнаності населення щодо нових технологій. Ці технології обіцяють суттєво знизити кількість аварій, викликаних людськими помилками, адже автономні системи не втомлюються, не відволікаються та діють на основі алгоритмів, які в свою чергу, можливо, зможуть змінити наше розуміння безпеки, підкреслюючи важливість довіри до технологій у світі, де людська помилка більше не буде вирішальним фактором.

### **Список використаних джерел**

1. Матеріали сайту Про дорожній рух [Електронний ресурс] / Режим доступу до сайту: <https://roadrules.com.ua/>
2. Безпека дорожнього руху автомобільного транспорту: довідник / Д.В.Зеркалов, П.Р. Левковець, О.І . Мельниченко, О.М. Дмитрієв. Київ: Основа, 2002. 360 с.
3. Мигаль, В. Д., Аргун, Щ. В., Гнатов, А. В., & Жарко, Ю. Г. (2020). Problem statement and presentation of results of scientific research in dissertation works in technical sciences. *Vehicle and Electronics. Innovative Technologies*, (18), 6-16.



4. Тесля В.О. Підвищення безпеки використання автомобілів шляхом удосконалення методів оцінювання динамічних і енергетичних характеристик: автореф. дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харків, 2015. 20 с.

**УДК 629.3.018**

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХУ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА ПРИ ПОВОРОТАХ В УМОВАХ ВИСОКИХ ЗОВНІШНІХ ЗБУРЕНЬ**

**Кривоніс С .В., магістрант, Макаренко М. Г. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є методи вдосконалення системи стабілізації руху тракторного агрегата під час виконання поворотів в умовах високих зовнішніх збурень, таких як нерівний рельєф, змінний ґрунт, боковий вітер та інерційні навантаження. Проаналізовано сучасні підходи, включно з прогностичним, адаптивним та гібридним керуванням, а також застосування методів машинного навчання для покращення точності й стійкості руху. Запропоновані рішення дозволяють зменшити відхилення від траєкторії, підвищити безпеку та знизити енерговитрати при роботі трактора в складних умовах.*

У сільському господарстві необхідність роботи на великих площах та в різноманітних умовах навколишнього середовища ставить нові виклики перед розробниками техніки. Одним із таких викликів є стабільний та точний рух тракторного агрегата при поворотах, зокрема за умов високих зовнішніх збурень. Наприклад, на складних ділянках ґрунту або на схилах можливе зниження стійкості агрегата через вплив інерційних сил. Це призводить до небажаних відхилень від траєкторії, зниження ефективності роботи та зростання ризиків для безпеки [1 - 9].

Основна мета дослідження – вдосконалити систему стабілізації руху тракторного агрегата, яка забезпечить мінімізацію відхилень на поворотах, незважаючи на дію високих зовнішніх збурень.

В дослідженнях проаналізовані перспективні методи стабілізації руху тракторного агрегата.

1 Прогностичне керування дозволяє заздалегідь обчислювати корекції траєкторії для підвищення точності поворотів. Використовуючи математичні моделі та алгоритми передбачення, така система завчасно розраховує оптимальні параметри руху та коригує їх на основі прогнозованих даних.

Метод Model Predictive Control (MPC) широко застосовується в прогностичних системах керування. Він дозволяє не тільки враховувати поточні зовнішні збурення, а й прогнозувати їх вплив на найближчий момент часу. MPC побудований на основі математичних моделей, які враховують інерційні сили та характер руху трактора під час поворотів, що забезпечує високий рівень

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 стабільності агрегата на різних ділянках.

2. Адаптивне керування дозволяє системі стабілізації автоматично підлаштовувати параметри керування під поточні умови. Це є корисним, коли зовнішні збурення мають змінний характер, наприклад, під час роботи на нерівному рельєфі або на м'якому ґрунті.

Адаптація параметрів ПД-контролерів, що адаптуються до зовнішніх збурень, дозволяє стабілізувати рух, динамічно коригуючи швидкість і кут повороту коліс. Завдяки цьому система може підтримувати траєкторію навіть за умов високих зовнішніх впливів, зменшуючи ризик ковзання або перекидання.

3. Гібридні моделі поєднують переваги прогностичного та адаптивного керування, використовуючи також методи машинного навчання для покращення стабілізації. Це дозволяє тракторному агрегату зберігати стійкість навіть за високих збурень та під час швидких поворотів.

Інтеграція нейронних мереж з ПД-контролером та МРС дозволяє аналізувати поведінку агрегата в умовах різних збурень, наприклад, змінного нахилу чи відсутності зчеплення з ґрунтом. Використання машинного навчання у гібридних системах забезпечує швидке адаптивне налаштування параметрів стабілізації.

4. Застосування моделей машинного навчання для аналізу минулих даних та прогнозування реакції на збурення допомагає системі стабілізації працювати більш ефективно. Наприклад, штучний інтелект може навчатися з даних про попередні рухи та відповідні збурення, що дає змогу автоматично коригувати повороти для уникнення втрати стійкості.

Методи глибокого навчання дозволяють аналізувати складні взаємозв'язки між параметрами руху та умовами середовища. Глибоке навчання дає можливість прогнозувати оптимальні значення для стабілізації, що особливо корисно для динамічних поворотів на схилах або під дією змінного навантаження.

Перевагами вдосконалених систем стабілізації є:

підвищена точність і стійкість поворотів – використання прогностичних та адаптивних моделей керування знижує відхилення від заданої траєкторії, забезпечуючи стійкий і точний рух під час поворотів;

зменшення витрат пального – завдяки оптимізації траєкторії та уникненню частих корекцій зменшується енергетична витрата та навантаження на двигун;

підвищення безпеки – використання гібридних систем керування зменшує ризик перекидання або втрати стійкості при проходженні складних ділянок;

зниження зношуваності компонентів – оптимізоване керування забезпечує мінімізацію навантажень на механічні компоненти трактора, що збільшує їх ресурс.

Польові випробування показали, що трактори з вдосконаленими системами стабілізації краще утримують траєкторію при поворотах на складних ділянках та за умов високих збурень. Наприклад, на схилах з нерівним рельєфом система з гібридним керуванням знижувала середнє відхилення на 35-40% порівняно з традиційними системами.

**Висновки.** Вдосконалення систем стабілізації руху тракторного агрегата

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 при поворотах в умовах високих зовнішніх збурень є важливим кроком для забезпечення ефективності та безпеки сільськогосподарських робіт. Використання прогностичного, адаптивного та гібридного керування дозволяє знизити ризик відхилення від траєкторії, зменшити витрати пального та забезпечити стабільність руху на складних ділянках. Використання моделей машинного навчання відкриває нові можливості для подальшого вдосконалення цих систем, роблячи тракторні агрегати ще більш автономними та надійними в умовах мінливого середовища.

### Список використаних джерел

1. Макаренко М. Г., Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
4. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
5. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.
6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Хейло В. О. Підвищення експлуатаційних показників мобільних енергетичних засобів блочно-модульної побудови// Матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.) / – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 119 - 121.
7. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній начіпних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
8. Пиріжок В.І., Макаренко М.Г. Дослідження структури адаптивної системи керування блочно-модульного агрегата. // Матеріали XIX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті". Харків, 2023. – С. 60.
9. Макаренко М. Г, Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОБІЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ ДОДАТКОВОГО МОСТУ**

**Гембарський М. В., Фурніченко Д. П. магістри,  
Антощенко В.М. к.т.н., доц.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Ефективність використання машинно-тракторного парку як одного з найважливіших критеріїв, що становлять виробництво сільськогосподарської продукції, багато в чому залежить від природничо-природничо-кліматичних умов його експлуатації.*

Відомо, що у сільському господарстві близько 30% трудових витрат та понад 50% енергетичних потужностей витрачається саме на транспортні роботи. Поряд з використанням цих роботах автомобільного транспорту важливу роль у перевезенні сільськогосподарської та іншої продукції відводиться тракторним поїздам. Використання енергонасичених колісних тракторів на транспортних роботах дозволяє підвищити ефективність їх використання. Враховуючи, що дорожні умови, особливо у зимовий період, погіршують зчеплення ходової системи трактора з опорною основою, що не дозволяють розвивати достатніх тягово-зчіпних властивостей, впливають на безпеку руху, одним з ефективних рішень є використання у схемі ходової системи трактора класу 1,4 додаткового провідного мосту та пристрою, що дозволяє перерозподілити зчіпну вагу між його мостами, що дозволить усунути виявлені недоліки, покращить прохідність та зчіпні властивості рушіїв, підвищить швидкість руху, продуктивність та ефективність використання тракторне-транспортного агрегату.

Підвищити ефективність використання МЕЗ та сільськогосподарських агрегатів на польових та транспортних роботах можна шляхом перерозподілу зчіпної ваги, що припадає на рушії енергетичного засобу, що є найбільш перспективним напрямом та актуальним завданням на сучасному етапі розвитку.

Мета кваліфікаційної роботи. Підвищення тягових характеристик мобільного енергетичного засобу за рахунок встановлення додаткового мосту

Завдання досліджень:

-дати методологічне обґрунтування доцільності підвищення тягово-зчіпних властивостей МЕЗ за рахунок встановлення додаткового моста;

-провести експериментальні дослідження щодо визначення тягового зусилля МЕЗ;

-виявити вплив додаткового провідного мосту на величину буксування МЕЗ;

-провести порівняльні господарські випробування експериментальних та серійних МЕЗ та сільськогосподарських агрегатів на польових та транспортних роботах;

Об'єкт дослідження – процес взаємодії колісного рушія з ґрунтом при

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 встановленні додаткового моста.

Предмет дослідження – вивчення закономірностей, що визначають вплив встановлення додаткового моста на підвищення ефективності використання мобільних енергетичних засобів.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів.

Розроблено та перевірено методологічне обґрунтування процесу підвищення тягово-зчіпних властивостей МЕЗ у різних умов експлуатації. Встановлення додаткового моста у ланці «енергетичний засіб-знаряддя», збільшує дотичну силу тяги і зусилля на гаку МЕЗ за рахунок перерозподілу зчіпної ваги між складовими частинами МТА і підвищення вертикального навантаження на його рушії, що дозволяють більш ефективно реалізовувати тягово-зчіпні властивості МЕЗ.

Визначено, що встановлення додаткового моста та перерозподіл зчіпної ваги між мостами МЕЗ знижує величину буксування на 10-12% та підвищує тягову потужність на 15-18% порівняно із серійним.

Використання МЕЗ з додатковим провідним мостом та змінною зчіпною вагою підвищує продуктивність за годину основного робочого часу на прикочуванні на 21,3%, на культивації 18,2% та боронуванні 24,1% та знижує витрату палива на одиницю обробленої площі відповідно на 18,4%, 12,1% та 8,3% порівняно із серійним.

Використання на транспортних роботах колісного МЕЗ формули 4К2 з додатковим провідним мостом та причепа 2ПТС-4 дозволяє підвищити робочу швидкість руху на 25-30%, а продуктивність на 27-29% порівняно із серійним транспортним агрегатом. При цьому величина буксування при номінальному тяговому зусиллі у експериментального МЕЗ знизилася з 25 до 15%, тягове зусилля зросло на 25-30%, ефективна зчіпна вага МЕЗ колісної формули 4К2 зросла 25.6% проти серійним МЕЗ.

### **Список використаних джерел**

1. Трактори та автомобілі. Ч.7. Технологічні основи мобільних енергетичних засобів: Навч. посібник / В.М. Антощенко, Р.В. Антощенко, М.П. Артьомов, А.Т. Лебедев. За ред. проф. А.Т. Лебедева. – Х.: Факт, 2013. 232 с.
2. Трактори та автомобілі. – Ч.8. – Практикум. Основи теорії та розрахунку тракторів і автомобілів. Навч. посібник / В. М. Антощенко, Р. В. Антощенко, М. П. Артьомов, А. Т. Лебедев // за ред. проф. А. Т. Лебедева. – Х.: Факт, 2013. – 260с.
3. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія / Р. В. Антощенко.– Х.: ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017.– 244 с.

## ГЕОТЕРМАЛЬНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЄВРОПИ

**Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Марченко Карина, здобувач вищої освіти**

*(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)*

*Геотермальна енергія є перспективним джерелом відновлюваної енергії в Швейцарії, що активно використовується для забезпечення теплової енергії і поступово набирає обертів у виробництві електроенергії. Завдяки географічним і геологічним особливостям, країна має значний потенціал для розвитку геотермальної енергетики, особливо в гірських районах.*

Геотермальна енергія стає важливим джерелом для сталого енергопостачання, особливо для теплопостачання у холодну пору року.

Швейцарія використовує геотермальну енергію у двох основних напрямках: для опалення (теплопостачання) та для виробництва електроенергії.

Найпоширенішим застосуванням геотермальної енергії є система теплових насосів, які використовують тепло з ґрунту або підземних вод для опалення будівель і підігріву води. Геотермальні теплові насоси популярні як у приватних домогосподарствах, так і в комерційних і громадських будівлях. Це дозволяє зменшити споживання електроенергії і залежність від викопних видів палива.

Хоча електрогенерація з геотермальних джерел у Швейцарії ще не є масштабною, країна активно проводить дослідження і тестує нові технології для використання глибинних теплових джерел. У деяких регіонах ведуться пілотні проекти для видобутку тепла на глибині понад 4 км. Прикладом є проекти в кантоні Женева, де пробурені глибокі свердловини для випробувань новітніх методів використання геотермальної енергії для виробництва електроенергії.

Переваги геотермальної енергії:

1. Незалежність від погодних умов:

Геотермальні системи працюють стабільно незалежно від сезону та погодних умов, що є значною перевагою для країни з мінливим кліматом.

2. Зменшення викидів CO<sub>2</sub>:

Використання геотермальної енергії замість викопних палив значно знижує викиди парникових газів, що важливо для швейцарської стратегії сталого розвитку та боротьби зі зміною клімату.

3. Економічна ефективність:

Хоча початкові інвестиції в геотермальні установки можуть бути значними, їхня експлуатація має низькі витрати. Теплова енергія з ґрунту є практично безкоштовною після встановлення обладнання, що робить геотермальні системи економічно вигідними в довгостроковій перспективі.

4. Довготривала стійкість:

Геотермальні установки мають тривалий термін служби і забезпечують стабільне джерело енергії, яке не залежить від імпорту або зовнішніх поставок.

Основні геотермальні проекти та ініціативи

- Проект у кантоні Женева:



У Женеві ведуться роботи з буріння свердловин глибиною до 4-5 км, щоб отримати доступ до гарячих вод. Місцева влада розраховує, що цей проєкт допоможе виробляти теплову енергію для будівель, зменшуючи залежність від газу і нафти.

- Проєкт у Санкт-Галлені:



Цей кантон здійснив амбітну спробу пробурити глибоку свердловину з метою використання геотермальної енергії для електрогенерації. Попри деякі технічні складнощі, досвід був цінним і показав високий потенціал використання геотермальних джерел.

- Теплова мережа в Лозанні:

У Лозанні планується створення геотермальної теплової мережі для постачання тепла великої кількості будівель, зокрема громадських і комерційних об'єктів. Це дозволить знизити використання викопних джерел енергії та суттєво скоротити викиди вуглекислого газу.

Недоліки і обмеження:



1. Високі початкові інвестиції:

Проєкти з використанням глибинної геотермальної енергії потребують

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 значних початкових вкладень у буріння та дослідження, що може бути обмежуючим фактором для швидкого розширення галузі.

## 2. Ризик землетрусів:

Деякі глибокі геотермальні проекти можуть спричиняти сейсмічні коливання. Це викликає побоювання громадськості та може ускладнити реалізацію проектів у густонаселених районах. Наприклад, у Базелі довелося призупинити геотермальний проект через землетруси.

## 3. Обмеження на буріння в урбанізованих регіонах:

Буріння глибоких свердловин є складним у щільно населених районах, що обмежує можливості використання глибинної геотермальної енергії в містах.

Перспективи розвитку. Завдяки підтримці уряду, розвитку технологій та високому потенціалу для виробництва теплової енергії, геотермальна енергія має перспективи стати одним із ключових джерел енергії у Швейцарії. Дослідницькі центри та компанії інвестують у нові технології, зокрема, у вдосконалення методів глибинного буріння та підвищення ефективності теплових насосів.

## Список літератури:

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії. Підручник. К.: НТУУ КПІ, 2012.
2. Bertani R. Geothermal Power Generation in the World 2010—2014 Update Report. World Geothermal Congress 2015. (19—25 April 2015, Melbourne, Australia). <https://pangea.stanford.edu/ERE/db/WGC/papers/WGC/2015/01001.pdf>.
3. World Geothermal Congress 2015. Media Portal. <http://www.geothermalpress.com/>.
4. Манушин Э.А., Бирюков В.В. Паротурбинная установка геотермальной электростанции бинарного цикла для геотермальных месторождений Камчатского края. Наука и образование. 2011. № 13. <http://technomag.bmstu.ru/doc/220323.html>.
5. Geothermal Handbook: Planning and Financing Power Generation. The World Bank. Technical Report 002/12, 72828. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). <http://documents.worldbank.org/curated/en/396091468330258187/pdf/728280NWP0Box30k0TR0020120Optimized.pdf>.
6. Єсіпов О.В., Бондар В.М. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, – 2022 р.



## ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ҐРУНТ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Шевченко І.О. к.т.н., доцент; Голубничий Б.В. магістр

*Державний біотехнологічний університет*

*Одним із негативних факторів ущільнюючого впливу рушіїв МЕЗ на ґрунт є збільшення твердості ґрунту за слідом проходження рушіїв, що призводить до нерівномірності питомого опору ґрунту при подальшій його обробці, а, отже, і збільшення енерговитрат.*

Технології вирощування сільськогосподарських культур, що використовуються в даний час, включають операції, які потребують великої кількості проходів по полю мобільних енергетичних засобів.

Ходові системи даних МЕЗ, впливаючи на ґрунт, переущільнюють його та погіршують структуру, склад, пористість, об'ємну вагу [1, 2].

Питання зниження техногенного впливу на ґрунт останніми роками стає дедалі актуальним. Це пов'язано з тим, що на полях з'являється все більш енергонасичена, швидкісна, високопродуктивна техніка, що має велику вагу. Якщо розглядати цю проблему загалом, вона може бути представлена в такий спосіб (рис. 1).

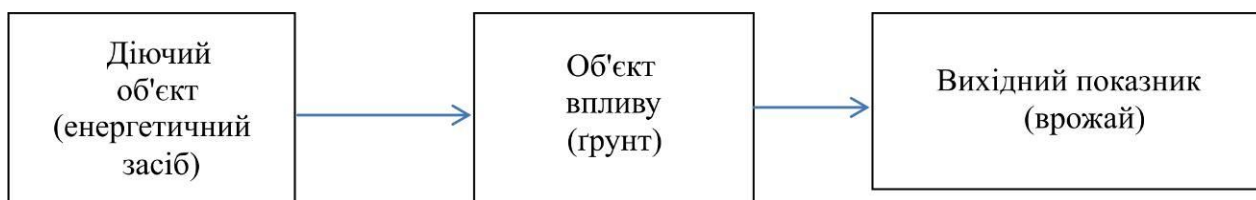


Рис. 1 – Схема взаємодії рушій-ґрунт-рослина

Щільність ґрунту є основною характеристикою, яка впливає на водний, повітряний та тепловий режими ґрунту, а отже, умови для біологічної діяльності всіх видів рослин. Величина щільності дуже впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Для нормального розвитку більшості с.-г. культур величина щільності знаходиться в таких межах: для суглинистих та глинистих ґрунтів  $1,0-1,3 \text{ г/см}^3$ , легко-суглинистих  $1,1-1,4 \text{ г/см}^3$ .

### Список використаних джерел

1. Кравчук В.І., Грицишин М.І., Коваль С.М. (2004). Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. К.: Аграрна наука. 396 с.
2. Dovzhyk, M.Y., Sirenko, Y.V., & Kalnahuz, A.M. (2022). Analysis of kinematics of movement of field units with all controlled wheels. Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Mechanization and Automation of Production Processes, (2(48), 14-20.

## СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕЗ

Шевченко І.О. к.т.н., доцент; Голубничий Б.В. магістр

*Державний біотехнологічний університет*

*У сільському господарстві колісні трактори, як правило, працюють у змішаних ґрунтово-кліматичних умовах. Тому трактори повинні мати високу прохідність і бути пристосованими для роботи в умовах бездоріжжя з максимальним використанням тягово-зчіпних властивостей. Можливість роботи МТА у різних умовах характеризується однією з її експлуатаційно-технічних властивостей – прохідністю.*

Прохідність визначає можливість використання енергетичних засобів в умовах експлуатації на ґрунтах з низькою здатністю, що несе, за наявності твердого підстилаючого шару у вигляді мерзлоти.

Основна причина недостатності тягово-зчіпних властивостей енергетичного засобу це недостатнє зчеплення коліс із ґрунтом.

Внаслідок цього виникає буксування ведучих коліс, що призводить, як правило, до зниження сил зчеплення між частинками ґрунту та зриву його верхніх несучих шарів з одночасним залипанням рисунку протектора колеса. Буксування ведучих коліс різко відображається на тягово-зчіпних властивостях.

Для роботи тракторів в умовах бездоріжжя та тимчасового погіршення ґрунтово-ґрунтових умов необхідно зберегти показники прохідності та тягово-зчіпних властивостей, отримані у звичайних умовах.

Відомо, що колісні енергетичні засоби після проходу по полю сильно ущільнюють ґрунт, залишаючи після себе глибоку колію. На ущільненому колесами ґрунті значно пізніше з'являються сходи, а розвиток рослин відбувається значно гірше. Крім того, колісні енергетичні засоби входять у роботу дещо пізніше гусеничних через недостатні тягово-зчіпні властивості. Тому для розширення сфери та термінів використання колісних енергетичних засобів, необхідно підвищувати їх тягово-зчіпні властивості. Методи підвищення тягово-зчіпних властивостей колісних МЕЗ можна умовно розбити на три групи: збільшення зчіпної ваги, підвищення коефіцієнта зчеплення, зниження нормального тиску на ґрунт показано на рис. 1.

Розглянемо шляхи підвищення тягово-зчіпних властивостей колісних енергетичних засобів за рахунок збільшення зчіпної ваги.

Збільшення зчіпної ваги може бути досягнуто за рахунок застосування баласту, застосуванням гідрозбільшувачів зчіпної ваги, збільшенням числа ведучих коліс, блокуванням диференціала, застосуванням причіпного ведучого моста, перерозподілу зчіпної ваги між мостами енергетичного засобу.

При роботі МЕЗ на пневматичних шинах у важких умовах знаходить застосування такий спосіб збільшення зчіпної ваги, як баластування. Це дає можливість підвищення тягово-зчіпних властивостей тракторів. У якості баласту найчастіше використовують воду, металеві вантажі, або незамерзаючий розчин,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
що заливається в шини, що дає можливість збільшити тягове зусилля трактора на 15-20% [1] за рахунок підвищення зчіпної ваги.

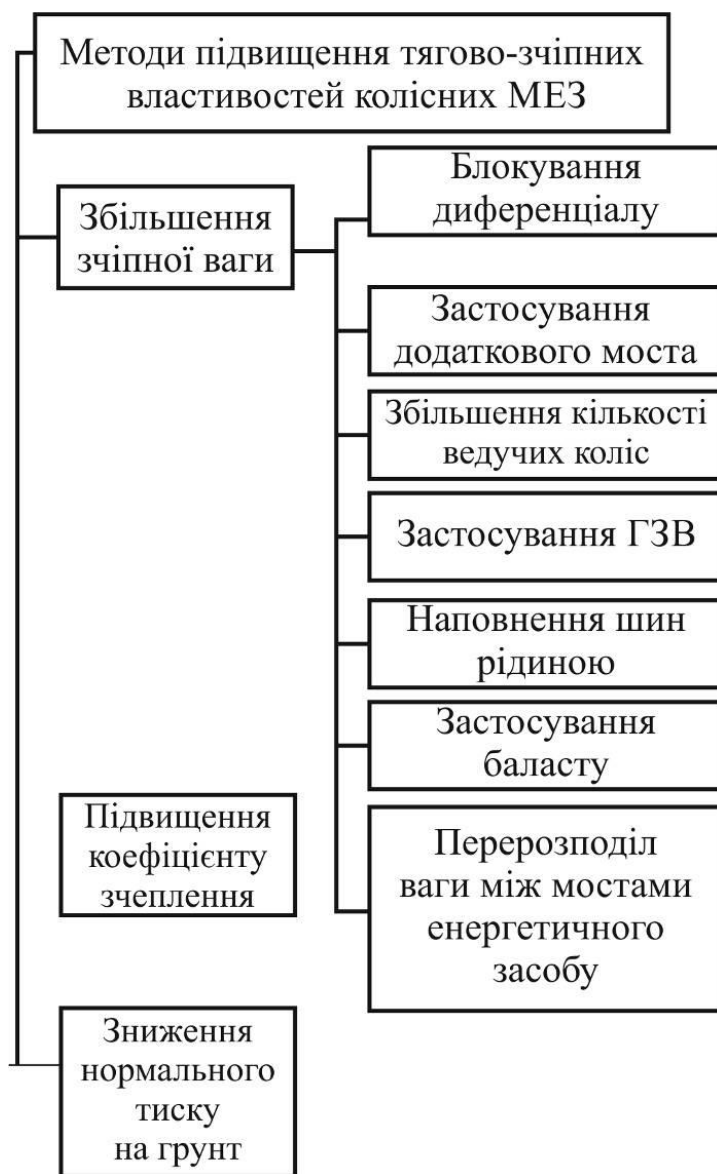


Рис. 1 – Методи підвищення тягово-зчіпних властивостей колісних мобільних енергетичних засобів

У той же час застосування даного способу тягне за собою збільшення загальної ваги енергетичного засобу, що підвищує і так високий нормальний тиск рушіїв на ґрунт, що сприяє продавлюванню верхнього шару ґрунту до мерзлоти та втрати прохідності на весняних польових роботах, а також збільшення опору руху енергетичного засобу.

#### Список використаних джерел

1. Ребров О.Ю. (2017) Інтегральна ймовірнісна оцінка відповідності тракторної шини агроекологічним вимогам в ґрунто-кліматичних умовах України. Математичне моделювання в техніці та технологіях. Харків: НТУ "ХПІ". № 6 (1228). С. 127-136.

## ДЖЕРЕЛА НЕТРАДИЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ПІДВИЩЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ (ЯДЕРНА БАТАРЕЙКА)

Єсіпов О.В. к.т.н., доцент; Шиленко О.П. здобувач вищої освіти

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

**Анотація.** Сучасний світ споживає енергію з неймовірною швидкістю. Вичерпність традиційних джерел енергії та необхідність мінімізації шкідливого впливу на довкілля спонукають вчених шукати альтернативні рішення. Одним із таких перспективних напрямків є розробка ядерних батарей. Ці компактні джерела енергії обіцяють забезпечити тривалу та автономну роботу пристроїв, від медичних імплантів до космічних супутників.

Ядерна батарейка - радіоізотопне джерело електричної енергії, в якому енергія радіоактивного розпаду радіонуклідного палива (ізоотопу водню - тритію) перетворюється в електричну енергію.

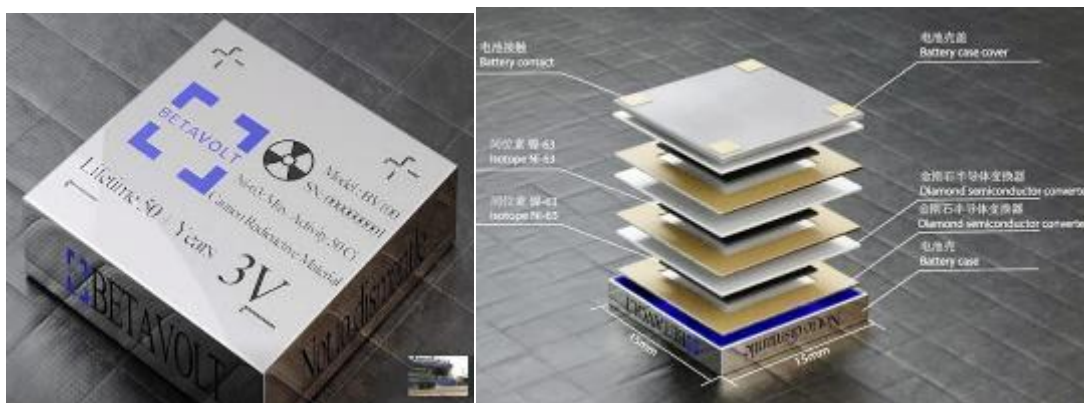


Рисунок 1 – Ядерна батарейка.

Ядерна батарейка складається з джерела випромінювання і відокремленого від неї діелектричної плівкою колектора. При розпаді джерело випускає бета-випромінювання, внаслідок чого він заряджається позитивно, а колектор - негативно і між ними виникає різниця потенціалів. Ядерні батареї характеризуються більш високою об'ємною щільністю енергії, більш тривалим терміном служби і більшою витривалістю в суворих умовах.

Термін служби ядерної батареї, заснований на періоді напіврозпаду елементів, може становити від 20-ти до 100 років.

Проблеми створення малогабаритних джерел живлення в даний час приділяється велика увага. Існуючий і все більш розширений ринок радіоелектронної малогабаритної апаратури, в тому числі, і спеціальної потребує значну кількість малогабаритних і мікрогабаритних джерел живлення. Існуючі гальванічні батареї і акумулятори, в тому числі, літій-іонні мають обмежений строк експлуатації, потребують постійної підзарядки, мають обмеження по температурі експлуатації.

Таким чином створення надійних джерел живлення потужністю 0,05-0,5 Вт, які не потребували б підзарядки, є досить актуальним завданням.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

У випадку отримання очікуваних результатів, тобто створення лабораторних зразків атомної батареїки потужністю 0,05-0,5 Вт і проведення випробувань на довговічність (строк служби), дана технологія буде сертифікована. При серійному випуску, так як собівартість отриманої батареї в 3-5 разів дешевше нині існуючих в порівнянні з питомою ємністю (потужністю), ядерна батареїка буде мати значні конкурентні переваги.

Розробники вказаної технології довели, що використання в структурі атомної батареїки напівпровідникових елементів зі структурою бар'єра Шотки або р-і-р – структурою підвищить її потужність в декілька разів за рахунок більш повного поглинання бета-частинок і збільшення електричного електрохімічного потенціалу в бета-анодній тритієвій ядерній батареї.

### **Список літератури:**

1. Гелетуха Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 2 / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Желєзна // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, №4. – С. 94– 100.
2. Крупін В. Є. Перспективи використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії на сільських територіях у контексті сталого розвитку України / В. Є. Крупін, Ю. Р. Злидник // Управління розвитком. – 2011. – № 4. – С. 91-93.
3. <https://www.solargarden.com.ua/obladnannya/gibrydna-sonyachna-elektrostantsiya-na-5-kvt/>
4. <https://solar-energy.com.ua/gotovye-resheniya/avtonomnue-solnechnue-elektrostantsii/avtonomna-sonyachna-elektrostantsiya-5-kvt-1.html>
5. <https://foton-sk.com/battery.html>

**УДК 629.114**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ**

**Хейло В.О. магістрант; Макаренко М.Г. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є підвищення маневрових якостей машинно-тракторних комбінованих агрегатів (МТКА), що використовуються в сучасному сільському господарстві. Аналізуються фактори, які впливають на маневровість, зокрема конструктивні параметри агрегатів, тип ґрунту, характер рельєфу, швидкість руху та маса навантаження. Пропонуються методи оптимізації маневрових якостей за допомогою адаптивного управління, удосконалення конструкції зчпних пристроїв та налаштування силового балансу між трактором і робочими машинами.*

Машинно-тракторні комбіновані агрегати, що поєднують трактор та кілька робочих машин, дозволяють ефективно виконувати комплексні агротехнічні операції за один прохід. Однак складність роботи МТКА у польових умовах

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вимагає високої маневровості, особливо на невеликих ділянках чи при об'їзді перешкод. Недостатня маневровість агрегата може призводити до затримок, надмірних витрат пального, зношування обладнання та зниження якості виконання технологічних операцій[1 - 4].

Мета даного дослідження – визначити ключові чинники, що впливають на маневрові якості МТКА, і розробити рекомендації щодо їх покращення.

Для дослідження маневрових якостей МТКА використовувалися експериментальні й аналітичні методи. Було проведено польові випробування на різних типах ґрунтів та рельєфах для визначення впливу конструктивних параметрів та зовнішніх факторів на маневровість. Також застосовано комп'ютерне моделювання для аналізу поведінки агрегатів у різних умовах [5 - 7].

Основними конструктивними параметрами, що визначають маневровість МТКА, є: довжина та ширина агрегата – зростання розмірів призводить до збільшення радіуса повороту; конфігурація зчїпки – жорсткість або гнучкість зчїпних елементів впливає на здатність агрегата швидко змінювати напрямок руху; розподіл маси – правильне розміщення ваги дозволяє забезпечити рівномірне навантаження на всі колеса трактора і зменшити буксування при маневрах.

Крім конструктивних параметрів, на маневровість також впливають зовнішні фактори, серед яких: тип і стан ґрунту – на м'якому або вологому ґрунті маневровість знижується через збільшення опору та проковзування керованих коліс; рельєф – на схилах збільшується навантаження на колеса з одного боку, що може викликати зниження керованості; швидкість руху – зі збільшенням швидкості зростає інерція агрегата, що потребує більшого радіуса повороту.

Було проведено комп'ютерні імітаційні та польові експерименти для вивчення поведінки МТКА під час поворотів. Для цього на різних типах ґрунтів вимірювали радіус повороту, буксування коліс, швидкість та ефективність обробки поля. Крім того, проводилися вимірювання навантажень на зчїпні пристрої та енергетичні витрати під час виконання поворотів.

Результати показали, що маневрові якості значно поліпшуються при оптимізації довжини та ширини агрегата, а також при використанні гнучких зчїпних елементів, які дозволяють трактору ефективно керувати робочими машинами. Це знижує навантаження на зчїпку та зменшує зношуваність конструкції.

Дослідження довело, що оптимальний розподіл маси між трактором і робочими машинами зменшує буксування на поворотах та покращує керованість. Рекомендується встановлювати додаткові противаги для забезпечення рівномірного навантаження на колеса та оптимально розміщувати технологічні машини відносно трактора.

Впровадження адаптивних систем керування, які автоматично коригують параметри руху залежно від типу ґрунту, швидкості та рельєфу, показало високу ефективність у покращенні маневрових якостей. Такі системи використовують датчики для збору інформації про умови роботи і автоматично регулюють параметри трактора та зчїпних елементів для забезпечення стійкості і точності

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 року.

Методи машинного навчання, такі як нейронні мережі, дозволяють аналізувати накопичені дані про роботу агрегатів і прогнозувати оптимальні траєкторії руху для підвищення маневровості. Це особливо корисно при виконанні складних маневрів на обмежених ділянках, таких як об'їзд перешкод або робота на схилах.

Підвищення маневрових якостей МТКА є особливо важливим для ефективного виконання польових робіт. Зокрема, застосування адаптивних систем керування та машинного навчання відкриває нові можливості для підвищення точності, зменшення витрат пального та зниження зношуваності обладнання. Водночас, подальші дослідження потрібні для оптимізації цих систем, щоб забезпечити їх ефективність у різних агрокліматичних зонах і для різних типів машинно-тракторних агрегатів.

### **Висновки**

Оптимізація конструктивних параметрів, таких як довжина, ширина, конфігурація зчипки та розподіл маси, суттєво покращує маневровість МТКА.

Впровадження адаптивних систем керування дозволяє автоматично коригувати параметри руху, підвищуючи точність і стабільність агрегата при поворотах. А використання машинного навчання для прогнозування оптимальних траєкторій значно підвищує ефективність маневрування.

Подальші дослідження мають зосередитися на адаптації систем стабілізації для різних умов, а також на розробці інтегрованих систем, що забезпечать підвищену маневровість у реальних польових умовах, а також розробці комплексної системи автоматичного керування, яка зможе забезпечити оптимальний баланс між маневровістю, енергетичними витратами та продуктивністю МТКА.

### **Список використаних джерел**

1. Макаренко М. Г., Хейло В.О. Використання доповненої реальності для керування тракторами // Збірка тез XX-го міжнародного форуму молоді «Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті». – Харків: ДБТУ. 2024. С. 194.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І, Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoТРАК-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
4. Макаренко М. Г., Пиріжок В.І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
5. Макаренко М. Г, Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
6. Макаренко М. Г, Калашник Є. А. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 189.
7. Макаренко М. Г, Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.

**УДК 631.354**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТУЖНОСТІ БАЛАНСУ АВТОПОЇЗДА З АКТИВНИМ ПРИВОДОМ КОЛІС НАПІВПРИЧЕПА**

**Манойло В.М. д.т.н., професор; Левченко Є.В. магістр**

*Державний біотехнологічний університет*

*Для підвищення ефективності використання автопоїздів у важких дорожніх умовах найбільш ефективним методом є передача моменту тягача колесам причепа, які в цьому випадку стають ведучими.*

Активізація коліс причепа є ефективним методом підвищення тягових якостей автопоїзда при русі у важких дорожніх умовах за рахунок зростання зчіпної ваги. Високі зчіпні властивості дозволяють активному автопоїзду впевнено долати ділянки складного рельєфу. Крім того, включення активного приводу причепа (напівпричепа) зменшує втрати, зумовлені буксуванням коліс відносно опорної поверхні.

Раціональний момент увімкнення активного приводу причепа визначається виходячи з двох основних умов: нестача зчіпних властивостей тягача; високі втрати потужності на прослизання коліс тягача відносно опорної поверхні. При русі автопоїзда по дорожнім покриттям, що деформуються, доцільність включення приводу причепа настає значно раніше, ніж під час руху по твердих поверхнях. При буксуванні ведучих коліс тягача понад 15% настає раціональний момент включення в роботу активного приводу причепа автопоїзда. Визначено раціональний характер розподілу потужності між тягачем та причепом. В умовах експлуатації автомобілів опір руху та вертикальні навантаження змінюються безперервно і в широкому діапазоні, тому коефіцієнт розподілу потужності для забезпечення оптимального режиму кочення коліс повинен змінюватися автоматично залежно та умовами руху.

На основі аналізу застосування активного приводу коліс причепа в різних дорожніх умовах фактори, що впливають на ефективність застосування активного приводу причепа: співвідношення мас тягача та причепа відносно один одного; наявність кінематичної невідповідності у приводі.

Найбільш суттєво розподіл мас автопоїзда впливає при рух по ґрунтах, що



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ущільнюються.

Автопоїзди, призначені для експлуатації у важких дорожніх умовах, при відношенні ваги тягача до ваги автопоїзда менше 0,6 повинні оснащуватися активним приводом на осі причеп. Для забезпечення руху автопоїзда дорогами з твердим покриттям відношення ваги тягача до ваги автопоїзда не повинно бути менше 0,25.

### Список використаних джерел

- Сахно В.П., Поляков В.М., Шарай С.М., Босенко В.М. Прикладна теорія руху автопоїзда: навчальний посібник. К: НТУ, 2016. 231 с.

УДК 629.113

## КЛАСИФІКАЦІЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТЗП

Шевченко І.О. к.т.н., доцент; Ляшенко М.І. магістр

Державний біотехнологічний університет

*У сучасному машинобудуванні тягово-зчіпні пристрої дозволяють провести агрегування додатковими тяговими або транспортними засобами, які не обладнані двигуном, сформувати транспортні агрегати високої вантажопідйомності та забезпечити велику продуктивність автомобілів, тракторів чи самохідних машин.*

Пропонується тягово-зчіпні пристрої класифікувати за чотирма основними категоріями: за експлуатаційним призначенням, регулювання параметрів агрегату, застосування, тип розміщення та види виконуваних операцій.

Орієнтовно розширену класифікацію ТЗП можна у вигляді схеми, запропонованої рис. 1.

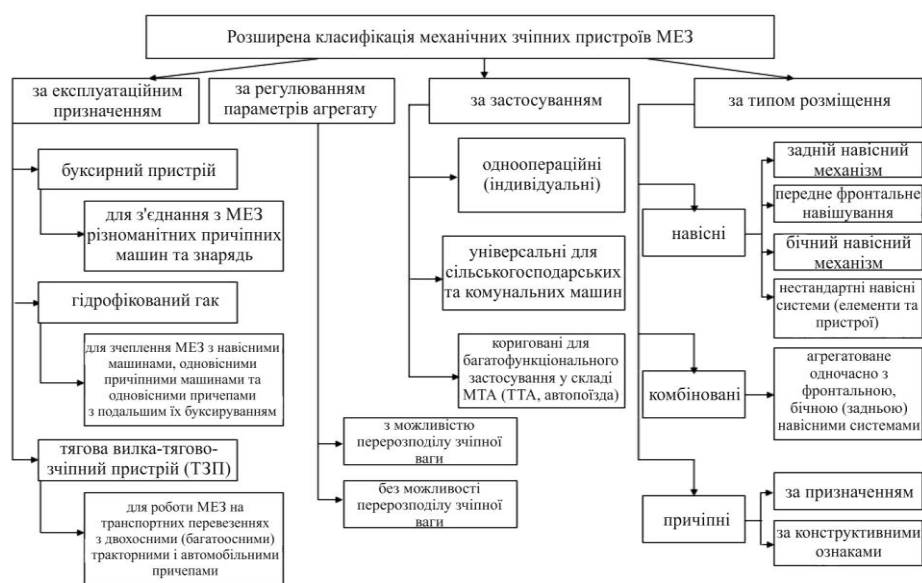


Рис. 1 – Розширена класифікація механічних зчіпних пристроїв мобільних енергетичних засобів

Таким чином, згідно з запропонованою класифікацією, пристрій ТЗП повинен мати наступні ознаки: за експлуатаційним призначенням – вид «тягова вилка-тягово-зчіпний пристрій»; з регулювання параметрів агрегату – з можливістю перерозподілу зчіпної ваги, по застосуванню – кориговані, для багатофункціонального застосування зі складу ТТА (МТА), за типом розміщення та видами виконуваних операцій – навісні (нестандартні навісні системи (елементи та пристрої)).

З огляду на необхідний ефект стабілізації коливань ланок ТТА у русі проаналізовано відомі способи, рис. 2.

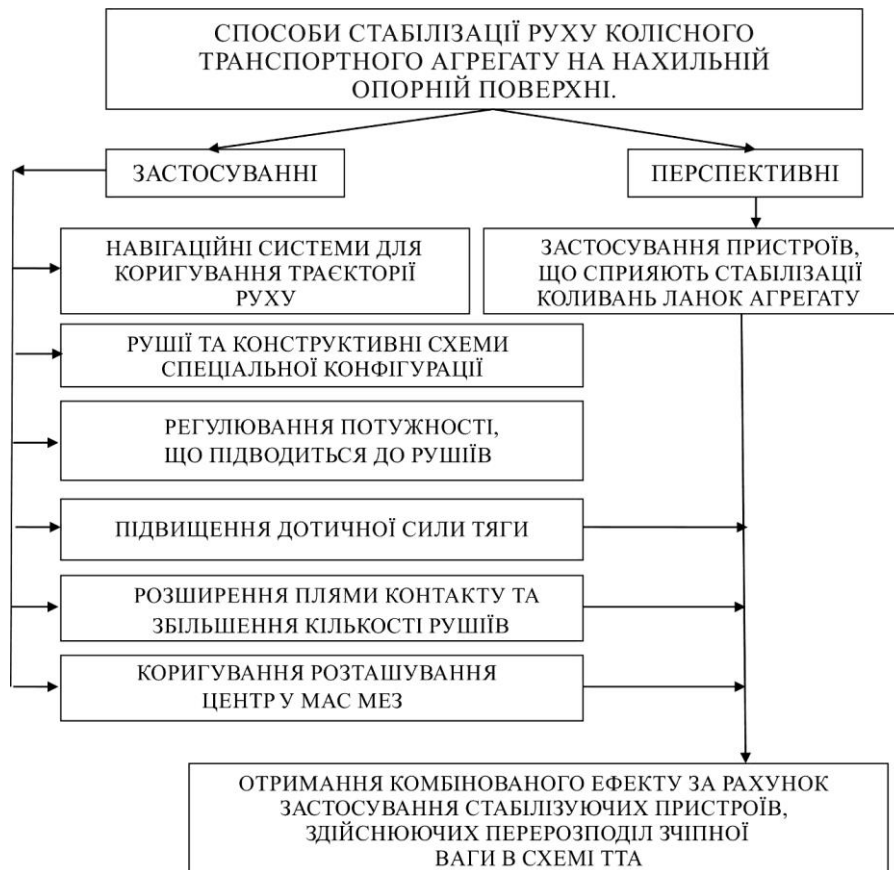


Рис. 2 – Способи стабілізації ланок ТТА

Таким чином, на основі аналізу відомих та прогнозованих конструктивних схем до подальшого дослідження може бути прийнято буксирно-розподільний пристрій, як найбільш відповідний наведеній класифікації, що володіє можливістю коригування зчіпної ваги, стабілізації горизонтальних коливань у ланці «трактор-причіп», що сприяє покращенню поздовжньої та траєкторної стійкості ТТА.

### Список використаних джерел

1. Подригало М.А., Шелудченко В.В. (2015) Нове в теорії експлуатаційних властивостей автомобілів та тракторів: Навч. посібн. Суми.: Сумський національний аграрний університет. 213 с.

## ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІД ЧАС РУХУ КОЛІСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Шевченко І.О. к.т.н., доцент; Ляшенко М.І. магістр

*Державний біотехнологічний університет*

*Аналіз способів та технічних рішень поліпшення курсової та поперечної стійкості, проведених у сучасному рівні техніки показує, що відомо достатню кількість прийомів та методів, які мають наукову новизну.*

Зарубіжними виробниками розроблені та пропонуються на ринку модифікації тракторів з автоматичним зміщенням баласту, як у поперечній, так і у поздовжній базі залежно від режиму роботи трактора [1]. Однак ця конструкція має високу вартість і не може бути придбана сільськогосподарськими організаціями з невисокою прибутковістю та невеликими посівними площами.

Проблему стійкості руху по похилій поверхні пропонується вирішити за допомогою кратного примусового відхилення вектора напрямку руху ведучого колеса від заданого напрямку руху. Однак знос, сповзання і нищпорення агрегату, що збільшується, з відхиленням від технологічного коридору також призводять до підвищеної питомої ефективної витрати палива, зниження продуктивності агрегату та зменшення врожайності оброблюваних культур [2].

При розрахунку параметрів стійкості машин роботи пропонують приймати параметри деформації шин, навантаження на шину, тиск повітря в шині та її геометричні параметри.

Пропоновані методи та математичний апарат дозволяють з високою точністю дати оцінку впливу деформації шин на величину кута поперечної статичної стійкості.

Проведений огляд показує, що всі розглянуті способи мають достатню технічну складність при реалізації закладених у них принципів і малосумісні з ефективним застосуванням в умовах ресурсозберігаючих технологій. Аналіз відомих методів покращення стабілізації агрегатів в умовах схильних поверхонь дозволив запропонувати обґрунтувати перспективу для проведення подальших досліджень.

### Список використаних джерел

1. Research in Traction and Coupling Properties of Wheeled Tractors Class 1.4 Equipped with a Trailing Weight Distribution Device/ Shchitov SV, Tikhonchuk PV, Bumbar IV, Kuznetsov E. E.// Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015 Vol. 38 (№ 48), 2017. P. 35.
2. Плавність руху як складова динаміки трактора: монографія / Б. І. Кальченко, О. Ю. Ребров, А. П. Кожушко, А. Г. Мамонтов. Харків : Вид\_во НТУ «ХП», 2018. 164 с.

## **ВИМОГИ ДО ПРОЕКТНОГО РІВНЯ ЯКОСТІ ТРАКТОРІВ**

**Мигаль В.Д. д.т.н., професор; Шевченко І.О. к.т.н., доцент;  
Гадяцький М.С., Чижов С.Б. магістри**

*Державний біотехнологічний університет*

*В умовах жорсткої конкуренції на світовому ринку тракторів дуже важливим є питання розв'язання проблеми оцінювання їх технічного рівня, що відображає міру їх відповідності вимогам створення інтелектуальних тракторів.*

При створенні тракторів іде постійний пошук збільшення ступеня автоматизації, удосконалення режимів роботи трактора і розгону, підвищення швидкостей, витривалості до навантажень та температур, зменшення габаритів і маси, підвищення точності та безпеки функціонування, високої ефективності роботи, продуктивності, потужності, ККД, маневреності та прохідності, підвищення тягово-швидкісних якостей, об'єднання механічних пристроїв та електроніки в системи з єдиним інформаційним керуванням.

Робота з номенклатурою цих параметрів, що визначають споживчі властивості трактора, створює об'ємне уявлення про трактор як про технологічну машину, а не машину, яка служить тільки джерелом енергії і тягової сили.

Процес вибору й обґрунтування номенклатури початкових даних, аналіз технологічних властивостей дозволяє сформулювати знання, здатні оцінити сферу використання трактора, а також підібрати енергетичний засіб з потрібними параметрами для виконання конкретного комплексу технологічних операцій сільськогосподарського виробництва.

Надійність наряду з функціональними показниками в значній мірі визначає споживчі властивості сільськогосподарських тракторів, оскільки від неї залежать і річне напрацювання, і тривалість простоїв тракторів у пікові періоди, й ефективність використання тракторів у сільськогосподарському виробництві, та своєчасне виконання комплексу робіт у потрібні агротерміни.

У теперішній час дуже важливим є питання розв'язання проблеми оцінювання їх технічного рівня, що відображає міру їх відповідності вимогам створення інтелектуальних тракторів.

Інтелектуальні трактори характеризуються високим рівнем автоматизації робочих процесів і режимів водіння – від високого до повного автоматизованого керування трактором без участі людини (водія). Інтелектуалізація трактора дає можливість забезпечити оптимальне керування робочими процесами, адаптивні навантажувальні та швидкісні параметри [1].

Загальні завдання, які потрібно вирішувати при проектуванні тракторів наведені на рис. 1. Для ефективної технічної експлуатації їх вирішення вимагає високого рівня мехатронізації та телематизації тракторів. Ці технічні рішення можуть досягати рівня інтелектуального трактора.

Підвищення інтелектуального рівня тракторів сільськогосподарського призначення є одним з напрямків підвищення ресурсу, продуктивності, якості продукції й ефективність використання.

При оцінюванні технічного рівня трактора необхідно порівнювати значення показників, що характеризують якісні властивості, з відповідними кращими світовим зразками.



Рис. 1 – Структурна схема основних завдань і системного підходу до їх розв'язання при проектуванні машин [2]

Як правило, спочатку, аналізується досягнутий світовий технічний рівень трактора, що характеризує реалізацію у виробі нових інтелектуальних технічних рішень, які забезпечують найбільшу міру задоволення користувача щодо вузлів, агрегатів і систем, що відповідають провідним світовим науково-технічним досягненням.

Кількісна оцінка якості трактора передбачає забезпечення необхідного

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 його рівня на всіх стадіях життєвого циклу. Тобто рівень якості трактора повинен задаватися і встановлюватися під час його створення, зберігання при виробництві та використання, підтримуватися в експлуатації і легко утилізуватися. Найефективнішими показниками якості тракторів є їх експлуатаційні властивості. Експлуатаційні показники – це показники, що визначають якість виконання трактором заданих функцій з максимальною ефективністю. Усі споживчі, техніко-економічні та експлуатаційні властивості трактора створюються його конструкцією і технологією виробництва. Практично кожен конструктивний елемент бере участь у формуванні кількох властивостей трактора, хоча проектувався він для якогось певного призначення.

Для цього необхідно визначати (оцінювати) заданий або наявний рівень якості, а потім впливати на якість конструкторськими та інженерно-технологічними методами і засобами. При цьому, з урахуванням досягнутого рівня створення тракторів, вирішуються першочергові завдання інформаційної та організаційно-технологічної структури віртуальних бізнес-процесів у сферах конструювання, технологічної підготовки виробництва, управління, збуту й експлуатації як складових частин життєвого циклу.

Процес керування якістю проектування і виготовлення трактора – це достатньо громіздка система організаційно-технічних заходів щодо встановлення потрібних технічних умов та недопущення їх порушення. Структурна схема заводських служб якості звичайно включає в себе: відділ методів контролю, цех (лабораторію) технічного контролю, відділ вхідного контролю, цех випробувань, відділ аналізу дефектів. Виконання цього завдання пов'язане з плановим ефективним використанням технічних, людських і матеріальних ресурсів, які є у підприємства.

На стадії створення тракторів виконуються пошукові дослідження на фізичних моделях тракторів (або їх елементів), що відтворюють або імітують конкретні їх властивості.

Результатом пошукових досліджень є постановка завдання проектування, що передбачає розробку технічних вимог до трактора і формування технічного завдання на його створення з нормативними показниками якості. Підставою для формування граничних значень показників якості трактора, що розробляється, є характеристики базових зразків та аналогів, вимоги національних і міжнародних стандартів, технічних умов, матеріалів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, відгуки користувачів тощо. В основу створення нових тракторів покладені висока надійність і безпека, економічність, екологічність, загальна ефективність.

### **Список використаних джерел**

1. Мигаль В.Д. Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: *підручник* / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк, І.О. Шевченко. Харків: ДБТУ «Майдан», 2023. 246 с.
2. Мигаль В.Д. Вібраційна діагностика машин, проектування, виготовлення, експлуатація: монографія / В.Д. Мигаль, Щ.В. Аргун. Харків: Мачулін, 2024. 441 с.

## ОЦІНЮВАННЯ ПРОЕКТНОГО РІВНЯ СТВОРЮВАНИХ ТРАКТОРІВ

**Мигаль В.Д. д.т.н., професор; Шевченко І.О. к.т.н., доцент;  
Козир Д.М. магістр**

*Державний біотехнологічний університет*

*Виробництво високонадійних тракторів вимагає великих витрат проектувальника і виробника, але менших витрат під час експлуатації тракторів, тобто в принципі існує оптимальна надійність тракторів, яка забезпечує мінімум сумарних витрат. Практично визначення оптимальної надійності утруднене, оскільки саме поняття надійності багатозначне і не може бути виражене єдиним показником.*

Досягнутий рівень багатоваріантного створення тракторів, експериментальних і тих тракторів, що випускаються серійно, не завжди задовольняє заданим споживчим показникам надійності, ресурсу та ряду споживчих властивостей, що відповідають світовому технічному рівню [1]. Часто можуть бути випущені ненадійні високовідмовні трактори. Тому на цей час експлуатуються трактори різного рівня проектною надійності та мехатронізації, які не відповідають вимогам ефективного використання.

Споживчі властивості та їх показники на стадії проектування визначаються вибраними системоутворюючими параметрами трактора, таким, наприклад, як потужність двигуна, номінальне тягове зусилля (клас трактора), зчїпна і конструктивна маса, діапазон швидкостей, вантажопідйомність начіпних систем, тип рушія і т.д.

З точки зору кількості оціночних властивостей тракторів можна виділити такі види показників:

- одиничні, які характеризують яку-небудь одну властивість машини (інтенсивність розгону трактора, номінальне тягове зусилля, агрегатованість, максимальну швидкість, потужність двигуна);
- комплексні, які характеризують певну сукупність взаємопов'язаних властивостей (продуктивність, надійність, ресурсоемність);
- інтегральні, які характеризують сукупність властивостей, які визначають якість трактора в цілому з позиції його народногосподарської ефективності (показники, що визначають економічну ефективність трактора).

Технічний рівень проектування тракторів фірмами Fendt, John Deere, Case IH, New Holland за технічним рівнем вузлів, агрегатів і систем керування близький до основних вимог споживачів. Вони оснащені:

- економічними двигунами з турбонадувом і проміжним охолодженням наддувочного повітря, електронним упорскування пального, які мають великий запас крутного моменту, що дає можливість долати перевантаження без пониження передач;
- трансмісією з прогресивним автоматичним перемиканням передач під навантаженням, що оптимально поєднується по вищих навантаженнях з крутним

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 моментом і частотою обертання колінчастого валу двигуна;

- зносостійкими дисковими гальмами в масляній ванні з гідрокеруванням як на задніх, так і на передніх колеса;

- високопродуктивною задньою гідроначійною системою, яка за максимального тиску рідини і гідросистемі 20 МПа виконується (на замовлення) вантажопідйомністю до 10000 кг;

- віброізолюваною комфортної кругового огляду кабіною з ергономічно розташованими органами керування, рівень шуму в якій не перевищує 72-75 дБА;

- засобами автоматизації у великому виборі, у тому числі сучасними системами керування (автоматика смуги розвороту, що запам'ятовує до 30-ти дій, виконуваних водієм в ході розвороту);

- електрогідравлічним регулюванням задніх начіпних систем;

- високоточним автоматичним водінням з використанням систем навігації;

- діагностикою роботи основних вузлів: двигун, трансмісія тощо.

Ці трактори оснащені мехатронними і телематичними бортовими системами діагностування у реальному часі майже всіх технічних систем, мають автоматичне адаптивне управління робочими процесам та рухом трактора [3]. Високий інтелектуальний рівень зарубіжних тракторів дає можливість підвищити їх ресурс до 15-20 мото годин пробігу, технічну й екологічну надійність, значно збільшити періодичність технічного обслуговування і зменшити обсяг робіт з його виконання порівняно з традиційними конструкціями технічного рівня тракторів білоруського і російського виробництва [1, 2, 3]. Телематичні системи діагностування й управління сучасних тракторів покращують їх керованість, стійкість і комфортабельність, виконують адаптивне інтелектуальне керування підвіскою, трансмісією, колесами, гальмами, підтримують оптимальні робочі режими та швидкості руху тракторів, що дає можливість підвищити їх надійність, зменшити витрату пального. Трактори європейського виробництва стають все більш інтелектуальними по мірі розвитку технологій. Легший доступ до даних бортових комп'ютерів у реальному часі, а також можливість дистанційної діагностики справляють значний вплив на встановлений порядок ТО та Р [2].

### **Список використаних джерел**

1. Мигаль В.Д. Експлуатаційні властивості та надійність тракторів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк. ХНТУСГ, Харків: ФОП Мірошніченко О.А. 2021. 262 с.
2. Мигаль В.Д. Технічна експлуатація тракторів. Технічне обслуговування: навч. посібник / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк. ХНТУСГ, Харків: ФОП Мірошніченко О.А. 2021. 300 с.
3. Мигаль В.Д. Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: підручник / В.Д. Мигаль, М.Л. Шуляк, І.О. Шевченко. Харків: ДБТУ «Майдан», 2023. 246 с.



## ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ТА ЗАСТОСУВАННЯ БІОМАСИ У ЗАРУБІЖНИХ КРАЇНАХ

**Єсіпов О.В. к.т.н., доцент; Марченко К.Є. здобувач вищої освіти**

*(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)*

*Біомаса є важливим джерелом відновлюваної енергії в Швейцарії, яку активно використовують для виробництва тепла, електроенергії та біогазу. Завдяки широким лісовим ресурсам і високим екологічним стандартам країни, біомаса дозволяє скоротити залежність від викопних видів палива і зменшити викиди парникових газів. Основними джерелами біомаси у Швейцарії є деревина, сільськогосподарські відходи та органічні відходи від домогосподарств і підприємств.*

Лісові ресурси Швейцарії широко використовуються для виробництва енергії. Деревина, включаючи дрова, деревні відходи та гранули, є основним джерелом біомаси для опалення приватних будинків і централізованих теплових станцій. Опалення деревиною вважається екологічно безпечним, оскільки під час його спалювання вивільняється лише CO<sub>2</sub>, яку дерева поглинули протягом свого росту. Це робить деревину практично нейтральною щодо викидів вуглецю.

Біогаз виробляється з органічних відходів, таких як сільськогосподарські рештки, відходи харчової промисловості та каналізаційні стоки. Біогазові установки переробляють ці відходи шляхом анаеробного зброджування, що дозволяє виробляти біогаз, який використовується для опалення, виробництва електроенергії, а також як паливо для транспорту. У Швейцарії біогаз часто змішують із природним газом та використовують у мережах газопостачання.

Відходи сільськогосподарських підприємств, такі як гній і рослинні рештки, також переробляються на біогаз та інші види енергії. Цей процес дозволяє фермерам зменшувати кількість відходів і отримувати додатковий дохід від продажу біогазу або використання його на власних потребах.

Швейцарія має розвинену систему збору органічних відходів, які згодом переробляються на біогаз або компост. Органічні відходи з ресторанів, супермаркетів та домогосподарств, зокрема харчові відходи, збираються та переробляються на біогаз, що дозволяє скорочувати обсяги сміття та водночас генерувати енергію.

Швейцарія використовує різні технології для перетворення біомаси в енергію:

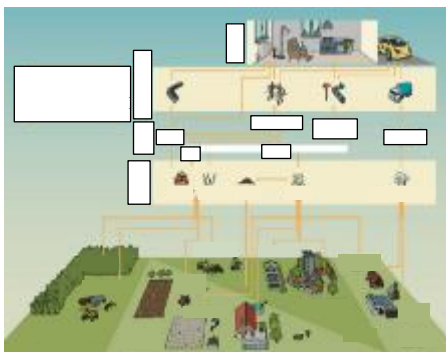
- Анаеробне зброджування: Відходи піддаються зброджуванню у відсутності кисню, що дозволяє виробляти біогаз та перетворювати органічні відходи у корисні ресурси.
- Спалювання деревини та гранул: Для опалення житлових і промислових будівель використовуються котли та пічки, що працюють на деревині або гранулах.
- Піроліз та газифікація: Ці методи дозволяють отримувати

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
синтетичний газ з біомаси, що може використовуватися для виробництва тепла та електроенергії.

Приклади використання біомаси у Швейцарії.

- **Централізовані біомасові теплові мережі:** У містах і селищах Швейцарії існують теплові мережі, які працюють на біомасі. Ці системи використовують місцеві лісові ресурси, щоб забезпечити теплом багатоквартирні будинки, адміністративні будівлі та школи.

- **Біогазові станції:** У Швейцарії працює багато біогазових станцій, які переробляють сільськогосподарські та органічні відходи на біогаз. Часто цей біогаз постачається в газові мережі, а також використовується як екологічне паливо для транспорту.



Переваги та недоліки використання біомаси

**Переваги:**

- **Екологічність:** Використання біомаси допомагає скоротити викиди парникових газів і сприяє досягненню цілей в області клімату.
- **Ефективне використання відходів:** Біомаса дозволяє утилізувати сільськогосподарські та побутові відходи, зменшуючи навантаження на звалища.
- **Розвиток місцевої економіки:** Виробництво енергії з біомаси сприяє створенню робочих місць у лісовій та сільськогосподарській галузях.

**Недоліки:**

- **Обмеженість ресурсів:** Швейцарія має обмежені обсяги лісових ресурсів, тому потрібно ретельно планувати їх використання, щоб запобігти деградації лісів.
- **Економічні витрати:** Хоча біомаса є відновлюваною, вартість збирання, транспортування та переробки може бути високою.
- **Конкуренція з іншими видами використання:** Деревина також використовується в будівництві та паперовій промисловості, що створює конкуренцію за цей ресурс.

**Список літератури:**

1. Гелетуша Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 2 / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Желєзна // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, №4. – С. 94– 100.
2. Крупін В. Є. Перспективи використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії на сільських територіях у контексті сталого розвитку України / В. Є. Крупін, Ю. Р. Злидник // Управління розвитком. 2011. № 4. С. 91-93.

## **ПІДВИЩЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА ВИКОРИСТАННЯМ МЕХАТРОННОЇ СИСТЕМИ РЕГУЛЬОВАНОГО НАДДУВУ**

**Бондаренко В.О. магістрант; Макаренко М.Г. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є підвищення стійкості руху автомобіля на основі впровадження інтелектуальної системи стабілізації (ІСС). Проаналізовано традиційні методи стабілізації та запропоновано підхід, що використовує алгоритми штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для поліпшення реакції автомобіля на складні дорожні умови. Основна увага приділяється моделюванню роботи інтелектуальної системи з використанням датчиків та сенсорів для збору даних, а також застосуванню адаптивного алгоритму прийняття рішень у режимі реального часу.*

Безпека та стабільність руху автомобілів є пріоритетними питаннями в сучасній автомобільній індустрії. Сучасні системи стабілізації, такі як ESP (Electronic Stability Program), виконують завдання контролю над стабільністю автомобіля, проте їх можливості обмежені в умовах екстремальних ситуацій, особливо на слизьких або нерівних дорогах. Використання інтелектуальних технологій дозволяє створити системи стабілізації, що в режимі реального часу можуть аналізувати ситуацію і реагувати на неї з високою точністю [1 - 3].

Метою дослідження є розробка та тестування ефективності інтелектуальної системи стабілізації, яка здатна покращити керуваність автомобіля в складних дорожніх умовах, знижуючи ризики заносу та підвищуючи безпеку водіння.

Існуючі системи стабілізації, зокрема ESP та інші електронні системи безпеки, базуються на простих алгоритмах керування, які реагують на відхилення траєкторії, контролюючи гальмівну систему. Проте ефективність таких систем може бути недостатньою на високих швидкостях або в умовах різкого маневрування. Ряд досліджень свідчать про перспективність застосування штучного інтелекту в автомобільній галузі. Алгоритми ШІ дозволяють реалізувати адаптивні стратегії керування, що враховують динамічні зміни умов руху [4 - 8].

Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано комплексний підхід, що включає розробку інтелектуальної системи стабілізації, збір і обробку даних із сенсорів, моделювання дорожніх умов та випробування системи в реальних умовах. Для цього здійснені наступні етапи методології.

### **1. Розробка інтелектуальної системи стабілізації (ІСС).**

Інтелектуальна система стабілізації (ІСС) побудована на базі алгоритмів машинного навчання (МН), зокрема нейронних мереж, які дозволяють обробляти дані з різних сенсорів, аналізувати поведінку автомобіля та виявляти потенційні ризики.

Для створення ІСС розроблено багаторівневий алгоритм, що враховує дані про рух автомобіля, дорожні умови та положення елементів управління. На першому рівні аналізуються параметри автомобіля, такі як кутова швидкість, прискорення, та швидкість ковзання. На другому рівні система прогнозує траєкторію руху, визначаючи ризик заносу, а на третьому приймає рішення щодо корекції траєкторії або гальмування.

Для аналізу великих обсягів даних від сенсорів застосовано глибоку нейронну мережу (Deep Neural Network, DNN), здатну розпізнавати закономірності та аномалії в поведінці автомобіля. Модель навчається на основі історичних даних про рух у різних умовах (наприклад, слизька дорога, дощ, різкі маневри).

Використання адаптивного алгоритму дозволяє системі «вчитися» з часом і покращувати свої рішення залежно від нових даних про дорожні умови. Це дає можливість ІСС автоматично налаштовувати параметри для оптимальної стійкості.

## 2. Збір даних за допомогою датчиків і сенсорів.

Для точного аналізу стану автомобіля та дорожніх умов ІСС використовує численні сенсори, які безперервно фіксують параметри руху. Система збирає дані з наступних датчиків: кутової швидкості та прискорення (вимірюють кутову швидкість автомобіля навколо вертикальної осі (Yaw Rate) і лінійне прискорення, на основі яких визначаються нахил автомобіля та його схильність до заносу); сенсори швидкості коліс (вимірюють швидкість обертання кожного колеса, оскільки різниця у швидкості між колесами може вказувати на занос або ковзання); гіроскоп та акселерометр (допомагають виявити раптові зміни положення автомобіля та кут нахилу кузова); сенсор кута повороту руля (зчитує кут повороту рульового колеса, що дозволяє системі оцінювати напрямок руху і реагувати на повороти та маневри); камери та лідари (для виявлення об'єктів на дорозі, визначення положення автомобіля відносно смуги руху і дорожніх знаків).

Зібрані дані обробляються алгоритмом, що дозволяє ІСС оперативно аналізувати ситуацію, оцінювати рівень ризику та реагувати в режимі реального часу.

## 3. Комп'ютерне моделювання та симуляції.

Для перевірки ефективності роботи ІСС розроблено моделювання дорожніх умов і поведінки автомобіля.

Створена цифрова модель автомобіля має фізичні характеристики, такі як маса, розміри, жорсткість підвіски та параметри шин. Це дозволяє точно відтворити поведінку автомобіля в різних дорожніх ситуаціях.

Було розроблено кілька сценаріїв, що імітують різні дорожні умови: суха та мокра дорога, слизька поверхня, різкі повороти та гальмування. Моделювання проводилося у віртуальному середовищі з використанням спеціалізованих симуляційних платформ, таких як MATLAB Simulink або CarSim.

Аналіз стабільності і стійкості: В кожному сценарії система відстежувала зміну траєкторії руху, кутової швидкості, прискорення та контролювала ризик заносу. На основі аналізу отриманих результатів оцінювали здатність ІСС

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 швидко і точно коригувати траєкторію руху.

#### 4. Тестування в реальних умовах.

Остаточний етап передбачає випробування ІСС на реальному автомобілі у контрольованих умовах, які планується провести в наступному році

Для оцінки ефективності ІСС планується обрати різні ділянки дороги з різними типами покриття (сухе, мокре, слизьке). Тестування буде включати серію маневрів, таких як екстрене гальмування, швидкі повороти та різке прискорення, що дозволить оцінити реакцію системи на різкі зміни умов руху.

Зібрані під час тестування дані будуть додатковим набором для навчання ІСС, що дозволить вдосконалювати алгоритми й підвищити точність їхньої роботи.

Результати симуляцій показали, що ІСС значно підвищує стійкість автомобіля. У порівнянні зі стандартними ESP-системами, інтелектуальна система продемонструвала кращу здатність адаптації до змінних умов руху.

Завдяки алгоритмам ШІ, ІСС показала значно вищу швидкість обробки інформації, що дозволило суттєво скоротити час реакції на небезпеку.

Моделювання довело, що ІСС здатна значно знизити ризик заносу, особливо на слизькій або нерівній дорозі, шляхом адаптації параметрів керування та гальмування.

Проведені дослідження підтверджують перспективність застосування інтелектуальних технологій для підвищення стійкості автомобілів. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє розробити системи стабілізації, що можуть самостійно навчатися на основі зібраних даних і адаптуватися до різних дорожніх умов. Крім того, така система може бути інтегрована з іншими системами безпеки автомобіля, що створить умови для підвищення загальної безпеки руху.

#### **Висновки**

Інтелектуальна система стабілізації здатна значно підвищити стійкість руху автомобіля, що знижує ризики аварій та підвищує безпеку водіїв і пасажирів. Упровадження подібних технологій може мати суттєвий вплив на автомобільну індустрію, особливо у напрямку розробки безпілотних транспортних засобів. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на оптимізацію алгоритмів машинного навчання, зокрема для ефективного функціонування в умовах мінливих дорожніх ситуацій, а також на інтеграцію ІСС з іншими системами автомобіля, такими як ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), що може сприяти розширенню функціональних можливостей і підвищенню ефективності автомобільної стабілізації.

#### **Список використаних джерел**

1. М. Г. Макаренко, Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
  4. Макаренко М. Г., Калашник Є. А. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 189.
  5. М. Г., Макаренко, Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.
  6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І, Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
  7. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 155.
  8. М.Г., Макаренко, Хейло В.О. Використання штучного інтелекту для вбудованих систем діагностики автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». Київ: НУБіП України, 2024. С.82-85.

**УДК 631.3.076**

## **ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ТРАКТОРА ПО ЗАДАНИЙ ТРАЄКТОРІЇ ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ**

**Пиріжок В. І. магістрант; Макаренко М. Г. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є аналіз методів підвищення стійкості руху трактора за допомогою інтелектуальних систем, проаналізовано переваги застосування таких систем та наведено результати досліджень з практичного застосування адаптивних і прогностичних систем керування.*

З кожним роком зростає попит на технологічно оснащені та високоточні сільськогосподарські машини. Особливо важливими є машини, які здатні ефективно працювати в умовах змінного рельєфу та різних типів ґрунтів, зберігаючи стабільність руху по заданій траєкторії. Для вирішення цих завдань усе більшого значення набувають інтелектуальні системи керування, що використовують алгоритми аналізу та прогнозування для забезпечення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 оптимальної траєкторії руху трактора [1 - 4].

У сільському господарстві традиційно використовувалися системи керування, засновані на автоматичному або дистанційному контролі, які мали обмежені можливості щодо адаптації до змін навколишнього середовища. З розвитком цифрових технологій з'явилася можливість застосування алгоритмів машинного навчання та методів штучного інтелекту, що здатні динамічно коригувати траєкторію руху в режимі реального часу. Дослідження показують, що такі системи можуть значно знизити кількість відхилень трактора від заданої траєкторії навіть на складних ділянках місцевості [5, 6].

Інтелектуальні системи керування базуються на алгоритмах, які поєднують аналіз даних із датчиків (положення, швидкості, кута нахилу) та алгоритмів прогнозування поведінки трактора. Основними компонентами таких систем є: система сприйняття (отримує інформацію з різних сенсорів для оцінки стану навколишнього середовища та трактора); система планування траєкторії (формує оптимальну траєкторію руху з урахуванням заданих параметрів та умов місцевості); система прийняття рішень (обирає стратегії корекції траєкторії на основі аналізу даних та прогнозів) [7, 8].

Для підвищення стійкості руху за допомогою інтелектуальних систем використовуються наступні методи.

Використання адаптивного керування.

Адаптивне керування дозволяє системі підлаштовуватися під зміни умов роботи (наприклад, тип ґрунту, нахил поверхні, погодні умови). Завдяки цьому трактор зберігає стійкість та точність руху по заданій траєкторії. Адаптивні алгоритми можуть налаштовувати швидкість руху, змінювати кути повороту, а також вносити корекції в управління на основі прогнозованих умов.

Адаптивне керування є одним із ключових методів для забезпечення стійкості руху трактора по заданій траєкторії, оскільки цей підхід дозволяє системі автоматично налаштовувати параметри керування відповідно до поточних умов. Це особливо важливо для агротехніки, де зміни рельєфу, структури ґрунту, погодних умов та навіть навантаження на трактор можуть істотно впливати на точність його руху.

Таке керування використовує алгоритми, що можуть динамічно змінювати налаштування керуючих параметрів у відповідь на поточні умови. Такий підхід передбачає наявність двох основних елементів: вимірювальний блок, який оцінює поточний стан системи, зокрема швидкість, відхилення від траєкторії, силу тяги, кут повороту коліс тощо та коригувальний блок (контролер), який адаптує параметри руху, враховуючи отримані дані та попередньо запрограмовані цілі руху.

Існує кілька підходів до адаптивного керування, які можуть бути ефективно застосовані у сільськогосподарській техніці: пропорційно-інтегрально-диференціальне (ПІД) адаптивне керування; моделі зворотного зв'язку; нейромережеві моделі адаптації; адаптивне керування на основі машинного навчання

Реальні випробування адаптивних систем керування на тракторах у польових умовах підтверджують ефективність цієї технології. Наприклад, на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
схилах з нерівним рельєфом трактори з адаптивною системою автоматично зменшували швидкість і коригували кут повороту, що дозволяло зберегти точність заданої траєкторії, тоді як традиційні системи керування показували відхилення до 30%.

Прогностичне керування.

Прогностичне керування включає в себе обчислення майбутньої траєкторії та оцінку можливих відхилень на основі аналізу поточного стану. Такі алгоритми дозволяють заздалегідь виявляти і коригувати відхилення, підтримуючи задану траєкторію руху. Прогнозування дає змогу врахувати інерційні фактори та запобігти можливим зсувам на складних ділянках. Воно є інноваційним підходом до забезпечення точності та стійкості руху сільськогосподарських тракторів. Цей метод ґрунтується на передбаченні майбутнього стану машини та навколишнього середовища, а також на внесенні випереджальних коректив у траєкторію руху для уникнення відхилень. Прогностичні алгоритми особливо корисні в умовах, де відбуваються часті та різкі зміни рельєфу, типу ґрунту або зовнішніх факторів, оскільки дозволяють завчасно адаптувати керування для уникнення потенційних проблем.

Прогностичне керування використовує математичні моделі та алгоритми прогнозування для обчислення майбутньої траєкторії трактора. Основні етапи роботи прогностичної системи включають: збір та аналіз поточних даних — за допомогою датчиків збирається інформація про положення трактора, швидкість, напрямок руху, а також параметри навколишнього середовища, такі як нахил рельєфу та стан ґрунту; прогнозування майбутнього стану — система аналізує поточні дані та обчислює можливі сценарії руху; оцінка відхилень та корекція траєкторії — на основі прогнозу система вносить випереджальні коригування, наприклад, регулює швидкість або змінює кут повороту коліс, щоб зберегти задану траєкторію.

Існує кілька методів прогнозування, які застосовуються в системах прогностичного керування: метод моделі передбачення (Model Predictive Control, MPC), моделювання на основі кінетики та динаміки, методи машинного навчання, гібридні методи прогнозування.

Прогностичне керування дозволяє трактору зберігати стійкість та точність руху навіть на ділянках з нерівним рельєфом або нестабільним ґрунтом, оскільки корекції вносяться до виникнення відхилень.

Завдяки випереджальним корекціям прогностичні алгоритми дозволяють мінімізувати перевитрату пального та зниження зношеності техніки. Трактор працює в оптимальному режимі, уникаючи різких маневрів і перевантажень.

Прогнозуючи майбутні відхилення, система може уникати небезпечних ситуацій, таких як перекидання трактора на схилах, завчасно знижуючи швидкість або коригуючи траєкторію.

Прогностичне керування вже використовується в сучасних системах автономного керування сільськогосподарською технікою. Наприклад, на тракторах, обладнаних GPS/ГЛОНАСС-навігацією та датчиками інерційного положення, прогностичні системи керування дозволяють уникати відхилень від траєкторії на полях з нерівним рельєфом. Практичні дослідження показують, що



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 прогностичне керування може зменшити відхилення на 20-30%, особливо на ділянках із перехідними умовами (наприклад, переходи від м'якого до твердого ґрунту).

Використання гібридних моделей.

Гібридні моделі об'єднують адаптивні та прогностичні методи, забезпечуючи ще вищу точність керування. Ці моделі дозволяють не тільки адаптуватися до зміни умов, але й запобігати потенційним відхиленням, аналізуючи різні сценарії руху. Вони поєднують різні підходи, такі як адаптивне і прогностичне керування, а також методи машинного навчання та традиційні алгоритми керування. Це дозволяє отримати переваги кожного з цих методів та досягти більш високої стійкості та точності руху трактора на складних ділянках. Гібридні моделі є особливо ефективними для роботи в умовах, коли відбуваються різкі зміни рельєфу, структури ґрунту, кліматичних умов або навантаження на техніку.

Гібридні моделі керування базуються на взаємодії кількох різних підходів: комбінування адаптивного та прогностичного керування, інтеграція машинного навчання з фізичними моделями, адаптація на основі нейронних мереж та ПД-контролерів.

Використання адаптивного керування дозволяє трактору підлаштовуватися під поточні зміни у зовнішніх умовах, тоді як прогностичне керування дає змогу завчасно враховувати ймовірні відхилення. Наприклад, адаптивний компонент коригує параметри руху в режимі реального часу, а прогностичний компонент завчасно обчислює корекції для уникнення майбутніх відхилень.

Машинне навчання дозволяє системі навчатися на попередніх даних про поведінку трактора в різних умовах і постійно покращувати точність прогнозів. Це навчання поєднується з фізичними моделями, які базуються на кінетиці та динаміці руху трактора. Таким чином, система використовує як дані реального часу, так і накопичений досвід для прогнозування майбутніх відхилень та прийняття оптимальних рішень.

Нейронні мережі можуть виявляти складні зв'язки між умовами навколишнього середовища та поведінкою трактора, що недоступно для традиційних методів керування. У поєднанні з ПД-контролерами (пропорційно-інтегрально-диференціальними контролерами), які забезпечують швидкі корекції, нейронні мережі можуть ефективно адаптувати керування до складних ситуацій, таких як швидкі зміни рельєфу або типу ґрунту.

Завдяки комбінуванню адаптивних і прогностичних компонентів, гібридні моделі забезпечують точність руху навіть на ділянках з нестабільним ґрунтом або нерівним рельєфом, зменшуючи відхилення від заданої траєкторії.

Вони можуть швидко підлаштовуватися під зміни умов. Машина може працювати як на рівнинних ділянках з твердим ґрунтом, так і на похилих або м'яких ґрунтах без необхідності перепрограмування або ручного коригування.

На практиці гібридні моделі використовуються на автономних тракторах, які працюють на складних полях з нерівним рельєфом або різними типами ґрунту. Наприклад, у випадках, коли трактор наближається до схилу, гібридна

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 система спершу прогнозує можливе відхилення, а потім адаптує швидкість та кут повороту, зберігаючи точність і стійкість руху. Крім того, під час роботи на м'якому ґрунті система може завчасно зменшити швидкість або коригувати силу тяги, щоб уникнути буксування чи втрати стійкості.

Дослідження показують, що гібридні моделі керування можуть знизити середнє відхилення від заданої траєкторії на 25-40%, що значно підвищує ефективність сільськогосподарських робіт і зменшує витрати на паливе та технічне обслуговування.

### **Висновки**

Впровадження інтелектуальних систем керування є перспективним напрямком для підвищення стійкості руху трактора по заданій траєкторії. Адаптивні та прогностичні алгоритми значно підвищують точність виконання сільськогосподарських операцій, забезпечують стійкість руху в різних умовах та сприяють оптимізації ресурсів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів для ще більш точного прогнозування та управління на складних ділянках.

### **Список використаних джерел**

1. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І, Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
4. Макаренко М. Г., Шевченко І. О. . Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.
5. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. Бондаренко В. О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
6. Макаренко М.Г., Хейло В.О. Використання штучного інтелекту для вбудованих систем діагностики автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024.С.82 -85.
7. Петров, І.В., Кравченко, А. І. Теоретичні основи автоматизованого керування технікою на базі адаптивних алгоритмів. Харків: Вища школа, 2020.
8. Davis, J. Intelligent Control Systems for Agricultural Machinery: Current Trends and Future Prospects. Agricultural Systems, 2022.

## СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА – НОВА ГАЛУЗЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Шиленко О.П., здобувач вищої освіти

(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)

*Сонячна енергетика є відносно новою галуззю електроенергетичного сектору України. Попри свою новизну, темпи збільшення виробництва електроенергії з енергії сонця в нашій державі є досить високими.*

Активний розвиток сонячної енергетики в Україні дозволив збільшити потужності галузі до 6320 МВт. При цьому ще близько 408 МВт знаходяться на тимчасово окупованих територіях. Варто зазначити, що за підсумками 2021 року частка сонячної енергетики в загальній структурі виробництва електроенергії склала близько 6%.

Гібридна сонячна електростанція — поєднує функції як автономної, і мережевої. Такі станції ще називають резервними, оскільки забезпечують надійне резервування об'єктів, що стикаються з частими перебоями енергопостачання. Завдяки наявності акумуляторної батареї та можливості програмування режимів, гібридна сонячна станція забезпечує найбільш оптимальне керування енергією. Вночі навантаження може живитись від АКБ або мережі. Вдень, за надмірної генерації, надлишки можна спрямовувати до енергосистеми за підвищеним тарифом.

Автономна сонячна електростанція – це джерело енергії, яке може підключатися до централізованої електромережі. Найчастіше таке обладнання застосовується в місцевості, де немає централізованої мережі або є постійні перебої з електропостачанням.

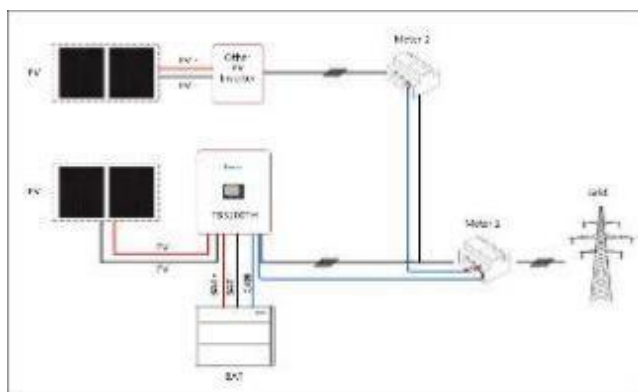


Рисунок 1 - Схема гібридної сонячної станції

Якщо є можливості інвестування в сонячну станцію і при цьому є необхідність мати джерело резервного електропостачання, побудуйте гібридну сонячну станцію. У цьому випадку, Ви зможете продавати надлишок електроенергії в ті дні, коли Вам вона не потрібна, і таким чином швидше окупити свої вкладення в сонячну станцію.

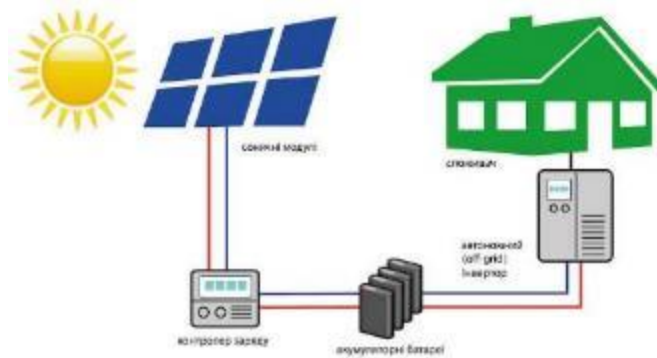


Рисунок 2 - Схема автономної сонячної станції

Якщо будинок чи господарство заходиться віддалено від ліній електропередач то вам потрібна повністю автономна електросистема та нашим рішенням буде автономна сонячна станція.

По суті головним чинником по вибору виду сонячної електростанції є наявність доступу до загальної електромережі. Якщо є доступ то встановлюємо гібридну сонячну станцію, цим ми отримуємо резервне джерело живлення в разі перебоїв електропостачання, економію грошей за рахунок споживання власної енергії та заробіток за рахунок подання в загальну мережу надлишку електроенергії.

Встановлення автономної сонячної станції є актуальним при віддаленні об'єкта потребуючого живлення від енергосистеми, може статись так що встановлення автономної сонячної станції обійдеться дешевше ніж протягти лінії електропередач від міста.

Немалозначущим фактором може стати ціна на сонячні станції, поверхневий аналіз ринку показав що вартість гібридної станції потужністю 5 кВт в два рази більша за вартість автономної сонячної станції тієї ж потужності, що може нівелювати переваги гібридної станції над автономною.

### Список літератури:

1. Гелетуша Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 2 / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, №4. – С. 94– 100.
2. Крупін В. Є. Перспективи використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії на сільських територіях у контексті сталого розвитку України / В. Є. Крупін, Ю. Р. Злидник // Управління розвитком. – 2011. – № 4. – С. 91-93.
3. <https://www.solargarden.com.ua/obladnannya/gibrydna-sonyachna-elektrostantsiya-na-5-kvt/>
4. <https://solar-energy.com.ua/gotovye-resheniya/avtonomnue-solnechnue-elektrostantsii/avtonomna-sonyachna-elektrostantsiya-5-kvt-1.html>
5. <https://ecoenerhiia.ua/news/sonjachni-elektrostantsii-blog1.html>
6. <https://www.ueex.com.ua/presscenter/news/osoblivosti-rozvitku-sonyachnoi-energetiki-v-ukraini/>

## СОНЯЧНІ СИСТЕМИ

**Єсіпов О.В. к.т.н., доцент; Марченко К.Є. здобувач вищої освіти**

*(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)*

*Сонячна енергія є важливим компонентом переходу Швейцарії до відновлюваних джерел енергії в рамках “Енергетичної стратегії 2050”. Завдяки високому рівню технологічного розвитку, урядовій підтримці та зростаючій обізнаності громадян, країна активно збільшує потужності сонячної енергетики, щоб зменшити залежність від викопних джерел та атомної енергетики.*

Швейцарія має сприятливі умови для використання сонячної енергії, особливо в альпійських регіонах, де інтенсивність сонячного випромінювання є високою навіть узимку. Рельєф і клімат країни дозволяють ефективно використовувати сонячні панелі, особливо на дахах будівель та у віддалених гірських районах, що робить сонячну енергію важливим джерелом для малих і великих громад.

Сфери використання сонячної енергії.

### 1. Сонячна фотогальваніка:

Сонячні панелі, що перетворюють сонячне світло на електроенергію, встановлюються на дахах будинків, промислових будівель та в спеціально виділених сонячних парках. Фотогальваніка активно розвивається як у житловому, так і у комерційному секторах.



Рисунок 1 – Сонячні панелі

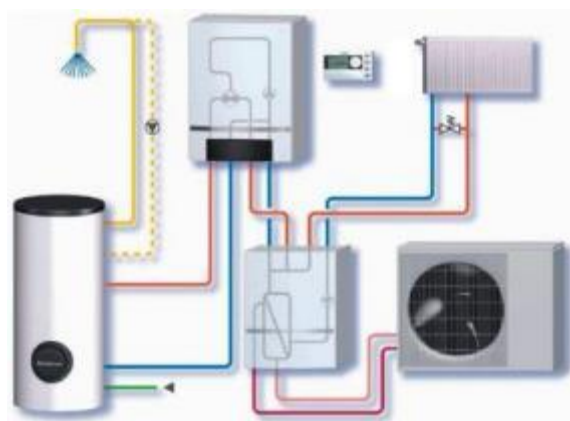
### 2. Сонячні термальні системи:

Сонячні колектори використовуються для нагрівання води та опалення. Вони особливо популярні у приватних домогосподарствах, де використовуються для постачання гарячої води та як додаткове джерело тепла взимку.



### 3. Гібридні системи:

Деякі об'єкти у Швейцарії використовують комбіновані системи, які об'єднують фотогальванічні панелі та сонячні колектори, щоб отримати як електроенергію, так і тепло. Це дозволяє максимально ефективно використовувати сонячну енергію на місцевому рівні.



Приклади реалізації сонячної енергетики.

- Сонячні парки: У Швейцарії функціонують великі сонячні парки, що забезпечують електроенергію для кількох регіонів. Один з найбільших проєктів – сонячний парк на озері Тун – створено на штучних платформах для використання сонячної енергії, зменшуючи потребу у великій земельній площі.

- Сонячна енергетика в горах: У гірських регіонах, таких як кантон Вале, встановлюються сонячні панелі з орієнтацією на південь, де випромінювання значно інтенсивніше. Завдяки цьому такі системи ефективні навіть узимку, коли інші джерела можуть працювати менш стабільно.

- Будівлі з нульовим енергоспоживанням: У Швейцарії набирають популярності проєкти «пасивних» будинків, які завдяки сонячним панелям і високій теплоізоляції мають низьке або нульове споживання енергії. Ці будівлі не лише задовольняють власні енергетичні потреби, але й можуть подавати надлишкову енергію в мережу.

Переваги та недоліки сонячної енергетики.

Переваги:

- Зниження викидів CO<sub>2</sub>: Сонячна енергія допомагає знизити викиди

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 парникових газів, що сприяє досягненню цілей зі сталого розвитку.

- Незалежність від імпорту енергоносіїв: Сонячна енергетика допомагає Швейцарії знизити залежність від імпортованих викопних ресурсів.
- Стійкість до кліматичних змін: Сонячні панелі залишаються ефективними навіть при низьких температурах, що важливо для клімату Швейцарії.

#### Недоліки:

- Сезонність і залежність від погоди: Взимку і в похмурі дні продуктивність сонячних панелей знижується. Це створює потребу у використанні додаткових джерел або накопичувачів енергії.
- Обмеження простору: У густонаселених районах складно знайти достатньо площі для встановлення сонячних панелей. Це вирішується шляхом інтеграції панелей на дахи будівель або використання платформ на воді.
- Вартість зберігання енергії: Через коливання в обсязі виробленої енергії потрібно використовувати акумуляторні системи зберігання, що підвищує загальну вартість інвестицій у сонячну енергетику.

#### Перспективи розвитку.

Швейцарія має амбітні плани щодо розширення потужностей сонячної енергетики в найближчі роки. За планами “Енергетичної стратегії 2050”, країна прагне подвоїти частку сонячної енергії у своєму енергобалансі, а також інвестувати у розвиток технологій зберігання енергії, таких як акумулятори та гібридні системи. Уряд також сприяє дослідженням у галузі покращення ефективності сонячних панелей і зменшення їх вартості.

#### Список літератури:

1. Гелетуха Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 2 / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Желєзна // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, №4. – С. 94– 100.
2. Крупін В. Є. Перспективи використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії на сільських територіях у контексті сталого розвитку України / В. Є. Крупін, Ю. Р. Злидник // Управління розвитком. 2011. № 4. С. 91-93.

## ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛЯ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ СТАБІЛІЗАЦІЇ

**Бондаренко В. О., магістрант, Макаренко М. Г. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є підвищення стійкості руху автомобіля на основі впровадження інтелектуальної системи стабілізації (ІСС). Проаналізовано традиційні методи стабілізації та запропоновано підхід, що використовує алгоритми штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання для поліпшення реакції автомобіля на складні дорожні умови. Основна увага приділяється моделюванню роботи інтелектуальної системи з використанням датчиків та сенсорів для збору даних, а також застосуванню адаптивного алгоритму прийняття рішень у режимі реального часу.*

Безпека та стабільність руху автомобілів є пріоритетними питаннями в сучасній автомобільній індустрії. Сучасні системи стабілізації, такі як ESP (Electronic Stability Program), виконують завдання контролю над стабільністю автомобіля, проте їх можливості обмежені в умовах екстремальних ситуацій, особливо на слизьких або нерівних дорогах. Використання інтелектуальних технологій дозволяє створити системи стабілізації, що в режимі реального часу можуть аналізувати ситуацію і реагувати на неї з високою точністю [1 - 3].

Метою дослідження є розробка та тестування ефективності інтелектуальної системи стабілізації, яка здатна покращити керованість автомобіля в складних дорожніх умовах, знижуючи ризики заносу та підвищуючи безпеку водіння.

Існуючі системи стабілізації, зокрема ESP та інші електронні системи безпеки, базуються на простих алгоритмах керування, які реагують на відхилення траєкторії, контролюючи гальмівну систему. Проте ефективність таких систем може бути недостатньою на високих швидкостях або в умовах різкого маневрування. Ряд досліджень свідчать про перспективність застосування штучного інтелекту в автомобільній галузі. Алгоритми ШІ дозволяють реалізувати адаптивні стратегії керування, що враховують динамічні зміни умов руху [4 - 8].

Для досягнення поставленої мети дослідження застосовано комплексний підхід, що включає розробку інтелектуальної системи стабілізації, збір і обробку даних із сенсорів, моделювання дорожніх умов та випробування системи в реальних умовах. Для цього здійснені наступні етапи методології.

### 1. Розробка інтелектуальної системи стабілізації (ІСС).

Інтелектуальна система стабілізації (ІСС) побудована на базі алгоритмів машинного навчання (МН), зокрема нейронних мереж, які дозволяють обробляти дані з різних сенсорів, аналізувати поведінку автомобіля та виявляти потенційні ризики.

Для створення ІСС розроблено багаторівневий алгоритм, що враховує дані



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 про рух автомобіля, дорожні умови та положення елементів управління. На першому рівні аналізуються параметри автомобіля, такі як кутова швидкість, прискорення, та швидкість ковзання. На другому рівні система прогнозує траєкторію руху, визначаючи ризик заносу, а на третьому приймає рішення щодо корекції траєкторії або гальмування.

Для аналізу великих обсягів даних від сенсорів застосовано глибоку нейронну мережу (Deep Neural Network, DNN), здатну розпізнавати закономірності та аномалії в поведінці автомобіля. Модель навчається на основі історичних даних про рух у різних умовах (наприклад, слизька дорога, дощ, різкі маневри).

Використання адаптивного алгоритму дозволяє системі «вчитися» з часом і покращувати свої рішення залежно від нових даних про дорожні умови. Це дає можливість ІСС автоматично налаштовувати параметри для оптимальної стійкості.

## 2. Збір даних за допомогою датчиків і сенсорів.

Для точного аналізу стану автомобіля та дорожніх умов ІСС використовує численні сенсори, які безперервно фіксують параметри руху. Система збирає дані з наступних датчиків: кутової швидкості та прискорення (вимірюють кутову швидкість автомобіля навколо вертикальної осі (Yaw Rate) і лінійне прискорення, на основі яких визначаються нахил автомобіля та його схильність до заносу); сенсори швидкості коліс (вимірюють швидкість обертання кожного колеса, оскільки різниця у швидкості між колесами може вказувати на занос або ковзання); гіроскоп та акселерометр (допомагають виявити раптові зміни положення автомобіля та кут нахилу кузова); сенсор кута повороту руля (зчитує кут повороту рульового колеса, що дозволяє системі оцінювати напрямок руху і реагувати на повороти та маневри); камери та лідари (для виявлення об'єктів на дорозі, визначення положення автомобіля відносно смуги руху і дорожніх знаків).

Зібрані дані обробляються алгоритмом, що дозволяє ІСС оперативно аналізувати ситуацію, оцінювати рівень ризику та реагувати в режимі реального часу.

## 3. Комп'ютерне моделювання та симуляції.

Для перевірки ефективності роботи ІСС розроблено моделювання дорожніх умов і поведінки автомобіля.

Створена цифрова модель автомобіля має фізичні характеристики, такі як маса, розміри, жорсткість підвіски та параметри шин. Це дозволяє точно відтворити поведінку автомобіля в різних дорожніх ситуаціях.

Було розроблено кілька сценаріїв, що імітують різні дорожні умови: суха та мокра дорога, слизька поверхня, різкі повороти та гальмування. Моделювання проводилося у віртуальному середовищі з використанням спеціалізованих симуляційних платформ, таких як MATLAB Simulink або CarSim.

Аналіз стабільності і стійкості: В кожному сценарії система відстежувала зміну траєкторії руху, кутової швидкості, прискорення та контролювала ризик заносу. На основі аналізу отриманих результатів оцінювали здатність ІСС швидко і точно коригувати траєкторію руху.

#### 4. Тестування в реальних умовах.

Остаточний етап передбачає випробування ІСС на реальному автомобілі у контрольованих умовах, які планується провести в наступному році

Для оцінки ефективності ІСС планується обрати різні ділянки дороги з різними типами покриття (сухе, мокре, слизьке). Тестування буде включати серію маневрів, таких як екстрене гальмування, швидкі повороти та різке прискорення, що дозволить оцінити реакцію системи на різкі зміни умов руху.

Зібрані під час тестування дані будуть додатковим набором для навчання ІСС, що дозволить вдосконалювати алгоритми й підвищити точність їхньої роботи.

Результати симуляцій показали, що ІСС значно підвищує стійкість автомобіля. У порівнянні зі стандартними ESP-системами, інтелектуальна система продемонструвала кращу здатність адаптації до змінних умов руху.

Завдяки алгоритмам ШІ, ІСС показала значно вищу швидкість обробки інформації, що дозволило суттєво скоротити час реакції на небезпеку.

Моделювання довело, що ІСС здатна значно знизити ризик заносу, особливо на слизькій або нерівній дорозі, шляхом адаптації параметрів керування та гальмування.

Проведені дослідження підтверджують перспективність застосування інтелектуальних технологій для підвищення стійкості автомобілів. Використання алгоритмів машинного навчання дозволяє розробити системи стабілізації, що можуть самостійно навчатися на основі зібраних даних і адаптуватися до різних дорожніх умов. Крім того, така система може бути інтегрована з іншими системами безпеки автомобіля, що створить умови для підвищення загальної безпеки руху.

#### **Висновки**

Інтелектуальна система стабілізації здатна значно підвищити стійкість руху автомобіля, що знижує ризики аварій та підвищує безпеку водіїв і пасажирів. Упровадження подібних технологій може мати суттєвий вплив на автомобільну індустрію, особливо у напрямку розробки безпілотних транспортних засобів. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на оптимізацію алгоритмів машинного навчання, зокрема для ефективного функціонування в умовах мінливих дорожніх ситуацій, а також на інтеграцію ІСС з іншими системами автомобіля, такими як ADAS (Advanced Driver Assistance Systems), що може сприяти розширенню функціональних можливостей і підвищенню ефективності автомобільної стабілізації.

#### **Список використаних джерел**

1. М. Г. Макаренко, Пиріжок В. І. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Макаренко М. Г., Бондаренко В. О. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
3. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О. Використання штучного інтелекту і доповненої реальності при дослідженні маневрових якостей автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 90-92.
  4. Макаренко М. Г., Калашник Є. А. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 189.
  5. М. Г, Макаренко, Шевченко І. О. Роль штучного інтелекту та машинного навчання у підвищенні точності та надійності автомобільних систем. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 93-96.
  6. Макаренко М. Г., Пиріжок В. І, Кривоніс С. В. Використання штучного інтелекту при дослідженні маневрових якостей тракторів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. С. 86-89.
  7. Макаренко М. Г., Бондаренко К. А. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків: ДБТУ, 2024 С. 155.
  8. М.Г, Макаренко, Хейло В.О. Використання штучного інтелекту для вбудованих систем діагностики автомобілів. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024».– Київ: НУБіП України, 2024. С.82-85.

**УДК 631.372**

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА У ПРЯМОКОЛІСНОГО ТРАКТОРА ПРИ ВИКОНАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ**

**Коновод Д.Ю., студент; Криворучко О.М., студент; Фесенко А.М., ст.  
викладачка; Ляшенко С.О., д.т.н., професор**

*Державний біотехнологічний університет*

*В тезах розглянуто питання щодо оптимізації викидів в навколишнє середовище шкідливих речовин, які виникають при виконанні тракторними агрегатами сільськогосподарських операцій. Розглянуто умови виконання операцій, стан технічних вузлів, агрегатів, і на основі отриманих даних побудовано оптимізаційні моделі роботи тракторних агрегатів, і які було перевірено в реальних умовах.*

Сільське господарство за своєю природою є багатofакторною системою, де результати залежать від організаційних умов, використання ґрунтово-кліматичних умов, технічних факторів, біологічних і хімічних засобів виробництва. Оснащення сільськогосподарського виробництва новою сучасною технікою потребує розробки системи організаційних, технічних та інших заходів

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 для реалізації її потрібних якостей та ефективного використання [1, 2].

Продуктивність машинних агрегатів зазвичай визначається експлуатаційними властивостями машин і режимами їхньої роботи. Ефективна робота збиральних агрегатів у сільськогосподарських процесах має вирішальне значення з точки зору енергоефективності, економічних наслідків та екологічного сліду [1-3].

**Мета роботи.** Оптимізація витрати палива та викидів шкідливих речовин при максимальній керованості збирального агрегату при виконанні сільськогосподарських операцій.

Для визначення ефективності енергетичної та екологічної складових роботи збирального агрегату, було розглянуто трактор з передньою навіскою та дисковою бороною, що навішена ззаду трактора. Для досягнення оптимізація витрати палива та викидів шкідливих речовин при збереженні максимальної керованості досліджуваного збирального агрегату було визначено шляхи підвищення енергоефективності роботи збиральних агрегатів при виконання різного виду робіт та використанні знаряддя, що використовується по різних схемах зчеплення з агрегатом; розроблено лінійну модель впливу тиску в шинах на витрату палива у збирального агрегату; визначалось скорочення годинного напрацювання за один пробіг збиральним агрегатом за рахунок здійснення двох агротехнічних процесів, а також визначалось зменшення щорічних викидів твердих частинок шкідливих речовин за рахунок оптимізації річної кількості робочих годин роботи збирального агрегату [2, 3].

У роботі була проведена оптимізація витрати палива при збереженні максимальної керованості досліджуваного збирального агрегату. Експериментально доведено, що знижений тиск у задніх шинах і підвищений тиск у передніх шинах знижують споживання палива в середньому на  $1,1 \text{ кг} \cdot \text{год}^{-1}$ . На основі експериментальних даних, отриманих у польових умовах, побудовано лінійну модель впливу тиску в шинах на витрату палива.

Крім того, проведення збиральним агрегатом двох агротехнічних процесів за один пробіг трактора дозволяє скоротити годинну річну напрацювання до 180 год (за умови відстані зберігання техніки від робочого місця до 1 км і великої площі орного поля). Експериментально доведено, що зміна дизельного палива призвела до додаткового зниження витрати палива приблизно на 3,5%. Ця зміна безпосередньо пов'язана з фізико-хімічними властивостями дизельних мастил, головним чином октановим числом і температурою займання.

На основі запропонованої моделі Tier 2 значення в кілограмах річних викидів твердих частинок (PM) було розраховано для 300, 400 і 480 годин роботи на рік відповідно, припускаючи найменше експериментально отримане споживання палива та використання Verva на дизельному мастилі Premium. Результати відображено на рисунку 1 [2, 3].

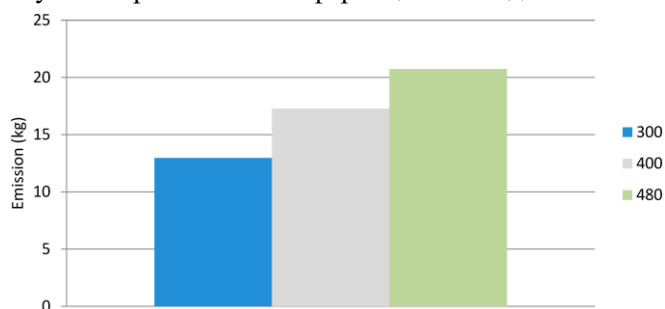


Рис. 1. Масовий вміст твердих частинок, що викидаються в атмосферу, прийнято з урахуванням найменшого споживання палива та використання дизельного масла Premium протягом 300 год, 400 год та 480 год роботи на рік.

Показано, що за рахунок зменшення річної кількості робочих годин у результаті використання збирального агрегату щорічні викиди твердих частинок (PM) зменшуються на 11,624 кг, тобто оксиду вуглецю (CO) на 194,806 кг і  $\text{NO}_x$  на 153,024 кг [2 - 4].

### Список використаних джерел

1. Eriksson, D.; Custers, R.; Björnberg, K.E.; Hansson, S.O.; Purnhagen, K.; Qaim, M.; Romeis, J.; Schiemann, J.; Schleissing, S.; Tosun, J.; et al. Options to Reform the European Union Legislation on GMOs: Post-authorization and Beyond. *Trends Biotechnol.* 2020, 38, 465-467.
2. Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Коновод Д.Ю. Розробка детальної імітаційної моделі колісного електричного сільськогосподарського агрегату. ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (21 – 22 листопада 2024 року) Том 2: секції 4 Баку – Харків – Бельсько-Бяла - 2024. С.-101. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.24.t2>
3. Kostencki, P.; Stawicki, T.; Królicka, A. Wear of the working parts of agricultural tools in the context of the mass of chemical elements introduced into soil during its cultivation. *Int. Soil Water Conserv. Res.* 2021, 9, 229-240.
4. Шуляк М. Л. Оцінка ефективності роботи МТА при роботі двигуна на різних швидкісних режимах та різних видах палива. *Вісник ХНТУСГ. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві.* Харків : ХНТУСГ, 2011. Вип. 110. С. 327-332.

## ДОСЛІДЖЕННЯ БУДОВИ ПОВІТРЯНОГО КОНТУР СУЧАСНОГО ДИЗЕЛЯ

Куц М., Шабельник І. ЗВО, Сорокін С.П. доцент, кандидат технічних наук  
Державний біотехнологічний університет

*Наведені результати аналізу особливостей конструкції повітряного контуру дизеля, що відповідає ЄВРО6. Розглянуті основні несправності функціональних елементів контуру та методи їхнього контролю.*

Система управління дизельного двигуна складається з 3-х контурів і певного набору підсистем. Контурами системи є:

- паливний контур;
- повітряний контур;
- електричний контур.

Основні компоненти повітряного контуру сучасного дизельного двигуна наведені на рис 1. Схема, що наведена на рис.1 реалізується на дизелях, які відповідають ЄВРО 6 , Двигуни більш низьких екологічних класів мають дещо спрощені повітряні контури.

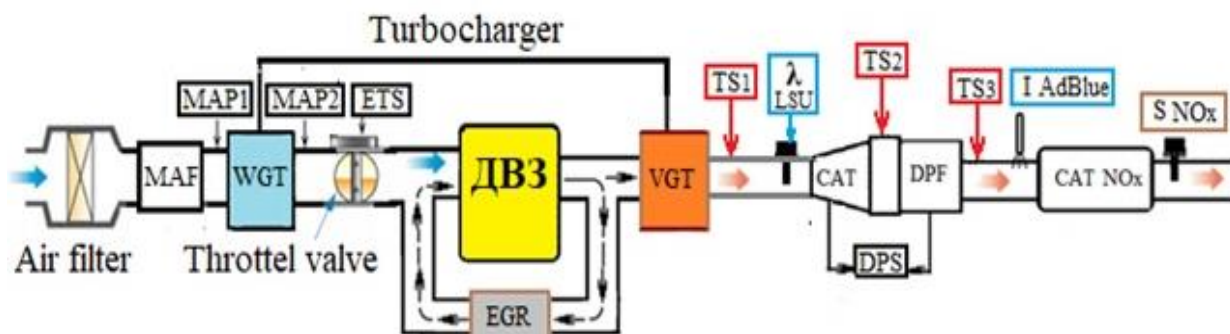


Рис. 1. Повітряний контур дизельного двигуна внутрішнього згоряння:

Air filter – повітряний фільтр; MAF – датчик масової витрати повітря; MAP1 – Датчик тиску перед турбіною; MAP2 – датчик тиску після турбіни; ETS – електронний датчик контролю положення дросельної заслінки; Turbocharger (VGT+WGT) - турбокомпресор; EGR – система рециркуляції відпрацьованих газів; CAT – каталізатор; DPF сажевий фільтр; CAT NOx – каталізатор окислів азоту; TS1, TS2 ,TS3 – датчики температури;  $\lambda$ (LSU)I- широкосмуговий  $\lambda$ -зонд; I AdBlue – інжектор розчину сечовини; S NOx датчик окислів азоту; DPS – диференційний датчик тиску

Алгоритм роботи повітряного контуру такий.

Свіже повітря через повітряний фільтр «Air filter» надходить у двигун і виходить з нього у вигляді відпрацьованих газів (ВГ). Відпрацювавши, гази обертають турбіну VGT, що забезпечує збільшення подачі повітря - наддув циліндрів двигуна. На певних режимах роботи двигуна паралельно працює система рециркуляції відпрацьованих газів EGR, яка необхідна для дотримання екологічних вимог. Частина ВГ через систему EGR повертається на впуск та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 доміщується до свіжого повітря що дозволяє зменшити пікові температури у камері згоряння і зменшити викиди NOx Система EGR передбачена законом, але для роботи двигуна вона не потрібна.

Турбокомпресор (Turbocharger VGT+WGT), складний компонент повітряного контуру. Не існує діагностичних пристроїв для його перевірки, тому стан турбіни опосередковано визначають на дизелі. Перевірка включає:

1. Перевірку осьових та радіальних люфтів підшипників вала;
2. Візуальний огляд лопаток турбіни і компресора;

Крім того потрібні засоби вимірювання тиску наддуву (MAP1, MAP2), для того щоб співставляти його з параметрами, закладеними у алгоритм керування системи управління турбокомпресором.

Наступні компоненти це каталізатор CAT і сажовий фільтр DPF, які встановлюються для забезпечення екологічних вимог. До процесів роботи двигуна вони відношення не мають.

Каталізатор призначений забезпечувати пропалювання сажового фільтра при пізніх упорскуваннях палива у циліндри ДВЗ на такті випуску.

Частка палива, що не згоріла при пізньому упорскуванні надходить у каталізатор CAT окислюється в ньому і підвищує температуру відпрацьованих газів до 500-600°C. При такій температурі починається пропалювання (регенерація) сажового фільтра - сажа перетворюється на золу і викидається з фільтра в атмосферу. Для контролю стану сажового фільтра застосовується диференційний датчик тиску DPS за показами якого блок управління приймає рішення про регенерацію сажового фільтра. Значення перепаду тиску на справному сажовому фільтрі наведені у табл.1.

Таблиця 1 – Перепад тиску на справному сажовому фільтрі

Режим роботи дизеля	Перепад тиску на фільтрі
n=800-900 об/хв	$\Delta P \approx 10$ мбар
n=2000 об/хв	$\Delta P \approx 30-35$ мбар
n=4000 об/хв	$\Delta P \approx 70$ мбар

Між каталізатором CAT і сажовим фільтром DPF знаходиться датчик температури відпрацьованих газів TS2, який фіксує початок процесу регенерації (випускні гази розігрілися до температури 500-600°C).

На виході повітряного контуру встановлений каталізатор CAT NOx, робота якого контролюється датчиком вмісту у АГ оксидів азоту SNOx. Для підвищення ефективності роботи каталізатора CAT NOx перед ним у випускную систему через форсунку I AdBlue подається 35% розчин сечовини ((NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO). При подачі сечовини (подається з окремого бачка, витрата 3-4% від витрати палива), сечовина випаровується, вступає в реакцію з відпрацьованими газами, завдяки чому у каталізаторі CAT NOx відбувається перетворення NOx у чистий азот та воду.

Повітряний контур сучасного дизеля (ЄВРО6) досить складний, тому на кожному етапі необхідно контролювати стан його функціональних елементів. Стан очищувача повітря контролюється за датчиком тиску MAP1. Крім наведеного вище справність турбіни контролюється датчиком тиску перед

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дросельною заслінкою MAP2. Датчик температури після турбіни TS1 дозволяє захистити турбіну від перегріву, а за різницею температур перед сажовим фільтром (датчик температури TS2) і на виході з турбіни (датчик температури TS1, на виході з турбіни температура близько 200°C) блок управління контролює процес регенерації сажового фільтра

Працездатність EGR контролюється опором зворотного зв'язку, вбудованого в привід клапана EGR.

Перед форсуною упорскування сечовини I AdBlue встановлено датчик температури TS3, призначення якого показати ЕБУ що температура відпрацьованих газів вище 200°C інакше хімічні процеси перетворення сечовини не будуть запущені. На підставі показів датчика TS3 ЕБУ дає команду на упорскування сечовини.

Основні дефекти повітряного контуру такі.

1. Негерметичність впускного тракту. (Гази витікають із впускного тракту, падає потужність дизеля, утворюється чорний дим).

2. Заклинювання або некоректна робота клапана EGR (призводить до погіршення наповнення циліндрів свіжим повітрям що обумовлюється порушенням процесу горіння);

3. Погіршення динамічних властивостей (збільшення витрати палива, погіршення екологічних показників, зниження тиску наддуву, втрата потужності дизеля).

На відміну від бензинових двигунів у дизельних двигунах внутрішнього згорання регулювання навантаження здійснюється за рахунок зміни кількості палива, що подається.

На підставі сигналу датчика положення педалі акселератора блок управління змінює масу палива, що подається, шляхом зміни тривалості упорскування форсунок. Для визначення кількості палива, яке необхідно подавати блоку управління необхідно знати кількість повітря, що надійшло у циліндри. Саме для цього в системах CR використовується датчик масової витрати повітря MAF, який у дизельному двигуні виконує декілька функцій:

1-а функція датчика масової витрати повітря – визначення ЕБУ максимальної циклової подачі палива, яке на даному режимі може повністю згоріти.

2-а функція MAF полягає у тому, що якщо з маси повітря, що надійшло в циліндр відняти масу повітря, що використовується при згорянні палива (стехіометричне співвідношення 14,7:1), то отримаємо масу вільного повітря, не задіяного у процесі горіння. Це дорівнює максимальній кількості відпрацьованих газів, яку можна повернути на впуск (через систему EGR). Крім цього MAF дозволяє виконувати функцію контролю працездатності EGR.

За допомогою MAF ЕБУ контролює роботу системи EGR за кількістю свіжого повітря, що надходить у циліндри двигуна. В результаті змішування повітря, що надійшло з відпрацьованими газами і частини повітря, яке згорить разом з паливом у результаті у відпрацьованих газах залишається чисте повітря, яке контролюється широкосмуговим лямбда зондом  $\lambda$ (LSu) встановленим на виході з двигуна перед каталізатором. Цей діагностичний трикутник (рис.2)



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дозволяє визначити несправність компонентів системи.

EGR може мати власний опір зворотного зв'язку, що посилює діагностичні можливості системи. За показами MAF проводиться перевірка справності вузла приводу дросельної заслінки ETS. Блок управління має можливість обмежити впуск повітря без порушення процесу горіння. Прикриваючи дросельну заслінку ЕБУ аналізує сигнали витратоміра повітря і оцінює її справність.

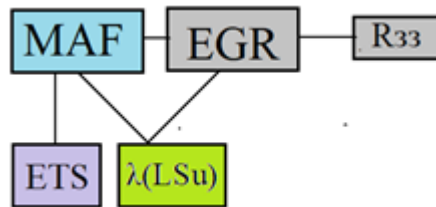


Рис. 2 – Діагностичний трикутник

Основний сенс установки дросельної заслінки на дизель - це дотримання екологічних норм: дросельна заслінка прикривається при роботі клапана EGR. При цьому у впускному колекторі створюється розрідження і, як наслідок, ефективніша рециркуляція газів. Зменшення потоку вхідного повітря дроселем та заміна цього повітря на відпрацьовані гази із системи випуску збільшує ефективність системи рециркуляції. Таким чином, дросельна заслінка на сучасному дизельному двигуні не тільки допомагає зупинити його (оберігає від «розносу»), а й дозволяє правильно функціонувати екологічним системам дизеля.

#### **Висновки:**

Із наведених матеріалів видно, що повітряний контур сучасного дизеля є складним по бідові і алгоритму «правильного» функціонування. Відповідність дизеля вимогам екологічних стандартів у значній мірі обумовлена коректною і узгодженою роботою функціональних елементів контуру (контролюється і забезпечується ЕБУ).

#### **Список використаних джерел**

1. Системи наповнення циліндрів дизеля воздухом. –URL: <https://press.ocenin.ru/sistemy-napolneniya-czilindrov-dizelya-vozduhom/>
2. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; — Х.: Факт, 2013.; 436с.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Гендрюк М.М., здобувач ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Розглянуто систему, що забезпечує автоматичне керування системою геліоводопідігріву з можливістю збереження у внутрішній пам'яті та передачі за допомогою мереж зв'язку інформації про режими роботи установки та виникаючих аварійних режимах*

Технологія утримання великої рогатої худоби залежить від породи тварин, їх способу утримання, наявності кормової бази, їх географічного місця розташування, пори року.

Норми споживання води залежать від виду, віку, продуктивності тварин, умов експлуатації, характеру годування, способів напування, температури та властивостей води. За технологією вода може бути використана для напування тварин, обробки вимені тварин перед доїнням, санітарної обробки шкіри покриву, для підготовки корму до вигодовування, миття обладнання, прибирання приміщень, опалення, господарсько-питні потреби обслуговуючого персоналу та протипожежні заходи.

В даний час для тваринницьких об'єктів з'являється необхідність у створенні компактних та недорогих систем геліоводопідігріву. Головним же завданням у цій сфері є максимально ефективно поглинання енергії сонячного випромінювання в ранкові та вечірні години сонцестояння.

Підвищення ефективності поглинання сонячної енергії випромінювання в геліоколекторах реалізується за двома основними напрямками. Перше – це застосування та удосконалення концентраторів сонячного випромінювання у складі сонячної установки. Другий напрямок – це вдосконалення поглиначів та конструктивних особливостей геліоколекторів.

Розглянуто систему, що забезпечує автоматичне керування системою геліоводопідігріву з можливістю збереження у внутрішній пам'яті та передачі за допомогою мереж зв'язку інформації про режими роботи установки та виникаючих аварійних режимах. Розглянуто загальні принципи побудови системи автоматики згідно модульного принципу, також питання якості водопостачання з погляду параметрів якості, які забезпечуються аналізованою системою. Проаналізовані способи активної та пасивної мінімізації втрат теплоти води, що зберігається в баку. Вказано необхідність обов'язкового використання системи активної мінімізації втрат енергії води у накопичувальному баку. Наведена блокова схема реалізації пристрою автоматики з розглянутими повноваженнями. Вказані обов'язкові та допоміжні елементи системи автоматичного керування. Показано алгоритм контролю параметрів якості водопостачання. Розглянуто способи фіксації параметрів

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 режиму роботи установки та виникаючих аварійних режимів, а також віддаленого інформування обслуговуючого персоналу з мереж GSM-зв'язку. Представлені переваги ведення системного журналу, виконано попередній розрахунок обсягу пам'яті, необхідної для зберігання журналу системи. Розглянуто переваги використання запропонованої системи автоматики з точки зору конструювання, управління, обслуговування та дослідження розглянутих систем геліоводопідігріву.

Таким чином, розглянута система управління дозволяє забезпечити наступні переваги у конструюванні систем геліоводопідігріву: – здійснювати підключення до системи більше одного сонячного колектора, зокрема, різних типів; – здійснювати підключення до системи декількох баків, що дозволяє розділити водопостачання для незалежних об'єктів або технологічних процесів; одночасно такий підхід дозволяє забезпечити гарантоване водопостачання найважливіших процесів навіть за аварії в інших секціях.

З точки зору обслуговування ця система має наступні перевагами: – дозволяє передавати дані через GSM мережу з віддалених об'єктів, що дозволяє кваліфікованому персоналу контролювати стан об'єктів за допомогою центрального сервера; – ведення журналу дозволяє забезпечити високий рівень інформаційної забезпеченості про стан та режим роботи системи, як у теперішньому, так і в минулому, що значно прискорює пошук несправностей та адаптацію системи до змін умов роботи.

З погляду проведення наукових досліджень про режими роботи системи дана модульна конструкція дозволяють: – додавати додаткові датчики без необхідності перебудови системи; – ведення журналу фіксує стан системи в часі, що дозволяє вивчати як поведінку систем автоматики, так і фіксувати обурення, що реально відбувалися.

### **Список використаних джерел**

1. Поляшенко С.О. Перспективи енергозбереження в сільському господарстві Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі». – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 68 с.
2. Газалов В.С., Брагинец А.В. Модульный автоматизированный комплекс гелиоводона-гревательной установки для сельскохозяйственных объектов // Научный журнал КубГАУ, №113(09), 2015. – с. 1– 17
3. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках з концентраторами // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.155
4. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.156

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛІОЕЛЕКТРИЧНОЇ СИСТЕМИ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЧИХ ОБ'ЄКТІВ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Гендрюк М.М., здобувач ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Розроблено методуку для експериментальних досліджень зразків обладнання інноваційної енергозберігаючої системи автономного енергопостачання тваринницьких об'єктів на базі геліомодулів*

Технологія автономного енергозабезпечення складається з отримання енергії сонця в умовах південно-східних регіонів України, якісного перетворення енергії сонячного випромінювання в інші її види, раціонального утримання отриманої енергії всередині геліоколектора, реалізації конструктивних особливостей з метою запобігання втратам енергії.

Проведемо аналіз втрат корисної енергії геліоколектора з візуалізацією втрат енергії: 1 – втрати відбивання сонячного випромінювання від прозорого покриття геліоколектора та втрати внаслідок забрудненості поверхні; 2 – втрати при відображенні сонячного випромінювання від поверхні абсорбера з наступним його перевідображенням усередині геліоколектора; 3 – втрати на поглинання сонячного випромінювання при проходженні через прозоре покриття геліоколектора; 4 – втрати під час поглинання сонячного випромінювання абсорбером геліоколектора; 5 – втрати при випромінюванні від поверхні прозорого покриття геліоколектора; 6 – втрати при випромінюванні від поверхні абсорбера геліоколектора; 7 – теплові втрати під час конвекції; 8 – теплові втрати через теплоізоляцію геліоколектора.

Аналіз втрат корисної енергії у середньостатистичній геліоелектричній системі при перетворенні енергії сонячного випромінювання показує, що методика дослідження модуля системи автономності та енергозбереження водопідігріву у тваринницьких об'єктах має бути заснована на пасивному експерименті, що базується на імітації реальних умов нагрівання води в модулі. Методика дослідження поверхонь: дослідного зразка відповідного кращого показника нагріву (у штучно створених умовах), виявленому при оптимізації залежності інтенсивності нагрівання дослідних зразків від діаметра та щільності нанесення напівсфер на поверхню дослідного зразка, що відповідає найбільш поширеному типу поверхні абсорбера в геліоколекторі – плоскій поверхні дослідного зразка, що має хаотично нанесену поверхню, так само повинна базуватися на основі пасивного експерименту, що базується на результатах отриманих у реальних умовах за різної інтенсивності сонячної інсоляції протягом одного з літніх місяців.

На основі проведення попередніх дослідів виявляються режими роботи, проводиться підбір та обґрунтування необхідних елементів конструкції енергозберігаючої геліосистеми та визначається найбільш раціональне її

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 компонування. При формуванні вимог до конструкцій та функціональних можливостей геліомодулів гарячого водопостачання, при підборі елементної бази та виконанні складання установок повинні враховуватися особливості географічного розташування тваринницьких об'єктів (основним орієнтиром при цьому є інтенсивність сонячної інсоляції та кути сонцестояння, характерні для даного регіону) та рівень соціально-економічної освоєності території.

Необхідність проведення експериментальних досліджень на лабораторній установці в кімнатних умовах при штучних джерелах теплового випромінювання, що імітує сонячне, пов'язана з тим, що в реальних природно-кліматичних умовах досліди можуть бути утруднені через непостійність погоди та зміну клімату в цілому в часі, неможливості дотримання вимог до точності розміщення установок на місцевості, та обмеженості режимів роботи геліоколектора вузьким діапазоном сонячної активності, характерною лише для досліджуваного географічного району та іншими факторами. Список варіюваних у лабораторній установці технологічних параметрів, а також вимірюваних і контрольованих у досліді факторів процесу геліоводопідігріву закладається при розробці установки, спираючись на статистичні матеріали, що надаються метеорологічними станціями даного регіону за останні роки та врахуванням виробничих вимог до процесів та обладнання аналогічного призначення. Це полегшує у майбутньому розробку промислових геліоколекторів і дозволяє отримувати точніші дані, орієнтовані на подальшу експлуатацію енергозберігаючого обладнання в різних зонах досліджуваного регіону з максимальним використанням їхнього потенціалу.

Підбиваючи підсумки за розробленою методикою для експериментальних досліджень зразків обладнання інноваційної енергозберігаючої системи автономного енергопостачання тваринницьких об'єктів на базі геліомодулів, можна сказати, що її реалізація дозволяє на практиці моделювати реальні фотоенергетичні умови для будь-якої території України, зрештою дозволить створювати геліо системи більш енергоефективними та конкурентно здатними над ринком «зеленої енергії».

### **Список використаних джерел**

1. Поляшенко С.О. Перспективи енергозбереження в сільському господарстві Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі». – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 68 с.
2. Брагинец А.В. Лабораторная установка для экспериментальных исследований образцов оборудования инновационной энергосберегающей системы автономного энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий на базе гелиомодулей // Научный журнал КубГАУ, №111(07), 2015. – с. 1– 17
3. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках з концентраторами // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.155

4. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.156

**УДК 636.083**

## **ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ СВИНАРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Колєсник Д.І., здобувач ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Описано досвід впровадження універсальної установки забезпечення мікроклімату на основі полімерного рекуперативного теплообмінника у свинарському підприємстві*

Переведення свинарства на промислову основу вимагає суворішого підходу до забезпечення санітарно-гігієнічних і правил. У зв'язку з цим виключно важливу роль відводять створенню та експлуатуванню систем мікроклімату.

Підтримка необхідного мікроклімату в свинарниках є необхідною умовою забезпечення здоров'я та продуктивності тварин.

Зокрема, відхилення кількісних показників мікроклімату від регламентованих значень може призвести до зменшення приросту ваги на 20–30 %, скорочення тривалості продуктивного періоду життя у маткового поголів'я на 15–20 %, збільшення відходу молодняку до 5–40 %, збільшення витрат корму на виробництво одиниці продукції, зменшення терміну експлуатації виробничих приміщень (до 3-х разів), зростання витрат на ремонт та обслуговування технологічного обладнання, перевитрати енергоносіїв. Не варто забувати про те, що мікроклімат виробничих приміщень також є санітарно-гігієнічною характеристикою робочої зони та значно впливає на здоров'я та продуктивність праці персоналу.

Таким чином формується завдання розробки технології та технічних засобів цілорічного забезпечення необхідного мікроклімату свинарників, що забезпечують підвищення продуктивності тварин при одночасному зниженні встановленої теплової потужності, питомих енерговитрат. Для вирішення поставленої задачі пропонується поєднати функції утилізатора теплоти витяжного повітря та охолоджувача припливного повітря в одному пристрої. Утилізацію теплоти доцільно здійснювати в рекуперативному теплообміннику, так як теплопередача здійснюється через роздільну стінку і виключає змішування витяжного і приточного повітря, відсутні рухливі елементи і проміжний теплоносій.

Рекуперативний теплообмінник компонується вертикально і монтується безпосередньо в покрівлі виробничого приміщення, частина корпусу виступає за

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 межі будівлі в якості повітроводів витяжного та припливного повітря. У корпусі розташований теплообмінник з каналами для припливного та витяжного повітря. Приплив та витяжка з механічним спонуканням і здійснюються припливним і витяжним вентиляторами. Зазор між пластинами та відділення припливного каналу забезпечується ущільнювально-дистанційними прокладками. В результаті теплообміну витяжне повітря охолоджується і може досягати точки роси, що супроводжується випаданням конденсату, який під дією гравітації стікає в піддон і видаляється через конденсатовідвідник у систему каналізації. У найбільш холодний період року при температурах нижче мінус 15 – 20 ° С можливе охолодження теплообмінної стінки до негативних температур, в таких умовах конденсат обмерзає, потовщуючи теплообмінну стінку і зменшуючи пропускний переріз, що призводить до зниження ефективності теплообміну. Для відновлення працездатності установка перемикається в режим розморожування, при цьому вимикається припливний вентилятор, відсікаючи джерело холоду, заслінка перекидає витяжний канал і тепле повітря, проходячи через теплообмінник підігріває його і далі через рециркуляційний отвір прямує назад у приміщення. Повністю відтала установка перемикається в режим рекуперації. Конструкцією передбачена система промивання, яка включає трубопровід з форсунками, реле часу і електромагнітний клапан. Завдяки вертикальному компонування зрошування форсунками площа мінімізована і дорівнює площі торця теплообмінника. Реле часу відкриває клапан із заданою періодичністю, вода розпорошується над теплообмінником і зрошує поверхню теплообміну, змиваючи забруднення в піддон.

Встановлена система забезпечує оптимальні параметри мікроклімату по всій площі приміщення.

У спекотний період року при температурі навколишнього 30,4°C та відносній вологості зовнішнього повітря 31,2%, температура припливного повітря склала 24,9°C при відносній вологості 44,8%, що відповідає зниженню температури припливного повітря на 6, 3°C. Через змішування охолодженого повітря з рекуператорів з неохолодженим повітрям загальнообмінної вентиляції середнє зниження температури повітря в приміщенні склало 3,78°C. Розрахункова річна економія газу становила 81,4%.

### **Список використаних джерел**

1. Игнаткин И.Ю., Кирсанов В.В., Автоматизированная система микроклимата с утилизацией теплоты вытяжного воздуха // Вестник НГИЭИ. 2016. № 4 (59). С. 5–14.
2. Поляшенко С.О., Логвіненко Є.В., Модернізація системи опалення у свинарнику // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» «Інноваційні розробки в аграрній сфері» Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 338 с.

## АЛГОРИТМ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ В ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Колєснік Д.І., здобувач ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Розроблено алгоритм системи управління мікрокліматом, який дозволить створити систему, що забезпечує оптимальні умови утримання та обслуговування тварин, значно знизити енерговитрати та підвищити екологічну безпеку.*

Найважливішою умовою оптимізації мікроклімату закритих тваринницьких приміщень є його відповідність фізіологічному стану тварин. Фізичні та хімічні властивості повітряного середовища – фактори непостійні і схильні до великих коливань. Організм тварини може пристосовуватись до цих змін, але лише до певних меж. Фізіологічна рівновага може зберігатися доти, доки дія зовнішніх подразників не перевищує адаптаційних можливостей організму. Основними складовими, що визначають якість повітряного середовища тваринницького приміщення, є: вміст вуглекислого газу, аміаку, сірководню, температура, вологість та швидкість руху повітря.

Використання досягнень у галузі інформаційних технологій дозволяє створити системи технологічного моніторингу, які за заданою програмою регулярно виконують спостереження, вимірювання, що дозволяють визначити стан виконання технологічного процесу під впливом різних факторів, проаналізувати на відповідність нормативам та подати персоналу у зручній формі з рекомендаціями щодо варіантів прийняття рішення.

Системи забезпечення мікроклімату являють собою системи природної та примусової вентиляції. При системі природної вентиляції повітрообмін відбувається внаслідок різниці густини повітря всередині та поза приміщеннями з використанням спеціальних витяжних каналів та шахт, прорізів у даху, також через ворота, віконні отвори та щілини у конструкції будівлі.

Система примусової вентиляції (припливна або витяжна), поряд з каналами і шахтами, має додатково вентилятори з електроприводом, калорифери для підігріву зовнішнього повітря, що подається в зимовий час, що дозволяє більш повно забезпечувати необхідні параметри мікроклімату в тваринницькому приміщенні, але призводить до суттєвого зростання енерговитрат. Розробка комплексних систем моніторингу, що враховують ширший ряд факторів, що впливають на формування мікроклімату в тваринницьких приміщеннях, з урахуванням наявних досягнень у вітчизняній та світовій науці та практиці є дуже актуальним завданням.

Для оптимізації повітряно-теплого балансу у тваринницькому приміщенні розроблено алгоритм, який дозволить максимально використовувати генетичний потенціал тварин з одночасним покращенням умов праці обслуговуючого персоналу. Загальний алгоритм управління системою



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мікроклімату складається з низки функціонально взаємопов'язаних алгоритмів окремих систем: алгоритм моніторингу технологічних процесів з формуванням масиву даних, алгоритм аналізу даних, що надходять, і оптимізації параметрів технологічних процесів, алгоритм прийняття управлінських рішень.

Розроблено алгоритм системи управління мікрокліматом, який дозволить створити систему, що забезпечує оптимальні умови утримання та обслуговування тварин, значно знизити енерговитрати та підвищити екологічну безпеку. Також буде можливим прогнозувати стан мікроклімату у тваринницьких приміщеннях відповідно до факторів виробничо-технологічного характеру, що змінюються, для своєчасного прийняття рішень.

З метою оптимізації управління мікрокліматом у тваринницькому приміщенні було проведено експериментальні дослідження параметрів мікроклімату у зимовий період. Результати обробки отриманих даних показують, що температурно-вологісні режими в різних точках приміщення мають суттєву розбіжність між собою. Так температура повітря мала значення від 4,5 до 10,2 °С при зміні відносної вологості повітря від 77 до 90%. У той же час концентрація вуглекислого газу в окремих точках досягала межі 3100 ppm, що значно вище за допустиме значення 2500 ppm. Аміак нерівномірно розподіляється по тваринницькому приміщенню, але його концентрація не перевищувала 7,95 мг/м<sup>3</sup>.

#### **Список використаних джерел**

1. С.В. Второй, В.Ф. Второй, Р.М. Ильин Алгоритм управления микроклиматом в животноводческих помещениях // Теоретический и научно-практический журнал. ИАЭП. Вып. 94, 2018. – с. 150-158.
2. Поляшенко С.О., Логвіненко Є.В., Модернізація системи опалення у свинарнику // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» «Інноваційні розробки в аграрній сфері» Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 338 с.

**УДК 631.15**

### **ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ КРИТЕРІЇВ І ОБМЕЖЕНЬ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Горбань М.С., Рєзнік Д.О., здобувачі ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Проаналізовано підхід до формування системи критеріїв та обмежень процесу перевезення сільськогосподарських вантажів, представлено алгоритм формування інтегрального критерію процесу перевезення сільськогосподарських вантажів*

Формування системи критеріїв та обмежень є обов'язковою умовою для оцінки ефективності та подальшої оптимізації виробничих процесів перевезення сільськогосподарських вантажів за допомогою статистичних, аналітичних та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 економіко-математичних методів.

Показники процесу перевезення сільськогосподарських вантажів можна розділити на такі групи: Час – сукупність показників, що відображають сумарний період часу, що витрачається на виконання поставленого завдання (організації процесу перевезення вантажу); Вимоги до результату – дані показники відображають очікування організації замовника транспортної послуги або споживача послуги перевезення сільськогосподарського вантажу (наприклад: вимоги до збереження вантажу, виражені граничним відсотковим ставленням чисельності пошкодженої у процесі перевезення продукції до загальної маси вантажу; технічні характеристики автотранспортного засобу та ін.); Витрати – показники відображають витрати, пов'язані з процесом перевезення вантажів: вартість перевезення вантажів у тоннокілометрах, вартість палива, вартість послуг персоналу, який здійснює операції виробничого процесу перевезення сільськогосподарських вантажів тощо; Умови – відображають сукупність факторів та умов зовнішнього та внутрішнього середовищ, які безпосередньо впливають на процеси вантажоперевезення (наприклад, якість дорожнього покриття, вимоги до процесу навантаження-розвантаження тощо [1]), можуть бути передбачуваними чи непередбачуваними (ризиками).

Виробничий процес перевезення сільськогосподарських вантажів має багато критеріїв та обмежень, обумовлених специфікою діяльності організацій та нормативними вимогами до організації процесу перевезення сільськогосподарських вантажів.

При формуванні системи критеріїв слід враховувати такі вимоги:

- суттєвість критерію – повинен відображати найбільш значущі, суттєві аспекти виробничого процесу перевезення;
- простота обчислення – можливість розрахунку критерія для кожної з альтернатив при обліку докладання мінімальних зусиль;
- повнота та інформативність – критерій повинен нести інформацію про ступінь досягнення поставленої мети або завдання;
- єдність форми відображення інформації – при формуванні критерія повинні враховуватися особливості вимірювачів його складових

При виборі критеріїв та обмежень виробничого процесу перевезення для конкретного підприємства необхідно враховувати зовнішні та внутрішні умови його функціонування. У процесі формування інтегрального критерію можна виділити перелік об'єктивних та варіативних показників виробничого процесу перевезення сільськогосподарських вантажів: тарифна плата (експлуатаційні витрати), відсоток пошкодження продукції у процесі перевезення, час, що витрачається на перевезення, обсяг роботи транспорту, який буде змінюватись в залежності від умов середовища.

Сформульовано основні вимоги до формування системи критеріїв: суттєвість критерію, простота обчислення, повнота та інформативність, єдність форми відображення інформації. Визначено способи формування системи критеріїв та алгоритм формування інтегрального критерію (цільової функції) процесу перевезення сільськогосподарських вантажів. У процесі формування інтегрального критерію виділено об'єктивні та варіативні показники

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 виробничого процесу перевезення сільськогосподарських вантажів: тарифна плата (експлуатаційні витрати); відсоток пошкодження продукції процесі перевезення; час, що витрачається на перевезення; обсяг роботи транспорту – показники, які будуть змінюватись в залежності від умов середовища. Виділено також низку відповідних обмежень: терміни перевезення; умови перевезення різноманітних категорій сільськогосподарських вантажів; вимоги до організації вантажно-розвантажувальних робіт; спосіб перевезення; вимоги до технічних характеристик автомобіля; технічна швидкість руху; вантажопідйомність транспортного засобу; стан дорожнього покриття.

Запропонована система критеріїв та обмежень виробничих процесів перевезення сільськогосподарських вантажів може бути використана різними підприємствами та організаціями та за потреби доповнена або уточнена.

### **Список використаних джерел**

1. Лебедева Н.А., Белю Л.П. Формирование системы критериев и ограничений производственных процессов перевозки сельскохозяйственных грузов // Вестник РГТУ, № 2 (34) 2017 - С.106 -111
2. Влияние выгрузки на повреждаемость клубней картофеля, Поляшенко С.О., Антипенко А.М., Евтушенко А.В. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Вип. 7, Харків, ХДТУСГ., 2001. – с. 150–156.
3. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі в технологічному процесі збирання // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 48 с.
4. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі при збиранні // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 49 с.
5. Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.

**УДК 631.558.1**

## **МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ПЛОДООВОЧНІЙ ПРОДУКЦІЇ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Горбань М.С., Рєзнік Д.О., здобувачі ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Проаналізовано фактори, що впливають на пошкодження плодів, технологічні схеми вивезення плодів із саду, схеми можливих варіантів технологічного процесу доставки плодоовочевої продукції споживачам*

Ефективність перевезень вантажів у сільському господарстві в значною

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мірою залежить як від технічного стану рухомого складу, так і від технології збирання та вивезення сільськогосподарської продукції. Якість продукції залежить від забезпечення безпеки та її збереження в процесі збирально-транспортних робіт.

Використання автомобільного та тракторного транспорту при перевезеннях плодоовочевої продукції раціонально на різні відстані. При цьому зберігається якість продукції, а також скорочується час перебування у дорозі.

Багато продуктів сільського господарства відносяться до вантажів, що швидко псуються, тобто що вимагають для забезпечення збереження при перевезенні дотримання певного температурного режиму. Свіжі фрукти та овочі при знаходженні в дорозі не більше 6 год можуть перевозитися у весняний та осінній періоди при зовнішній температурі не нижче 0 °С, а свіжа зелень (салат, редиска, зелена цибуля, кріп тощо) – у нічні та ранкові години (до 8 год) на неспеціалізованому рухомому складі з укриттям брезентом, на автомобілях-фургонах з провітрюванням при тривалісті перевезення не більше 3 год. Фрукти та овочі повинні пред'являтися до перевезення відсортованими за ступенем зрілості та сортами відповідно до вимог стандартів. Вони повинні бути свіжими, незабрудненими, невологими, правильної форми, без механічних пошкоджень, не ураженими хворобами та сільськогосподарськими шкідниками. До перевезення не допускаються овочі та фрукти перезрілі, мляві, загнилі та підморожені. Фрукти та овочі повинні пред'являтися до перевезення та прийматися автотранспортним підприємством лише у затареному вигляді. Для пакування плодів та овочів застосовуються типи ящиків відповідно до встановлених ДОСТів. Плоди та овочі повинні бути покладені щільно, у рівень з краями тари так, щоб вони не билися та не терлися. Укладання ящиків із плодами у шаховому порядку забезпечує хорошу циркуляцію повітря та ефективне використання холоду.

Тип тари, як і її розташування та упаковка при перевезенні також забезпечує за агротехнічними вимогами якість сільськогосподарської продукції.

У загальному вигляді технологічний процес доставки плодоовочевої продукції споживачам, включає такі операції, як збір і обробка врожаю, сортування та упаковка, складування та попереднє зберігання, навантаження, транспортування та розвантаження, тривале зберігання, реалізація, споживання тощо. У процесі доставки даного виду продукції вона відчуває різні як за часом, так і інтенсивністю впливи, пов'язані з виконанням операцій технологічного процесу її доставки. Очевидно, що чим більше операцій містить технологічний процес, тим більше часу продукція йде до споживача і тим більшим впливам вона піддається. При цьому втрачає вищі та нижчі якість.

Розробка та застосування нових та найбільш раціональних технологій дозволить вирішити проблему збирання, вантажно-розвантажувальних робіт, транспортування та збереження якості сільськогосподарської продукції.

Тільки за наявності можливості вибору технології виробництва та реалізації продукції можна отримати максимальний рівень якості та підвищити ефективність процесу збирально-транспортних робіт.

Таким чином, створення нових науково-обґрунтованих рішень у

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 конструкторських модернізованих транспортних засобів для внутрішньогосподарських перевезень плодоовочевої продукції та картоплі в умовах АПК України є актуальним науково-технічним завданням, рішення якої робить значний внесок у розвиток країни, а також сприяє реалізації беззбиткового, конкурентоспроможного виробництва.

### **Список використаних джерел**

1. Влияние выгрузки на повреждаемость клубней картофеля, Поляшенко С.О., Антипенко А.М., Евтушенко А.В. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Вип. 7, Харків, ХДТУСГ., 2001. – С. 150–156.
2. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі в технологічному процесі збирання // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 48 с.
3. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі при збиранні // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 49 с.
4. Успенский И.А., Юхин И.А., Шафоростов В.А., Возможности повышения эффективности уборочно-транспортного процесса плодоовощной продукции // Научный журнал КубГАУ, №110(06), 2015 – с. 1-16.
5. Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.

**УДК 631.372**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Резнік Д.О., Горбань М.С., здобувачі ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Проаналізовано залежності швидкості кочення бульби від довжини насипу та швидкості ковзання бульба від довжини кузова причепа 2-ПТС-4 при різних кутах α підйому кузова а також залежність кутової швидкості бульби від кутової швидкості обертання ролика при різних значеннях діаметра бульби.*

При механізованому збиранні картоплі близько 20 – 40% бульб отримують забиті місця. Внаслідок пошкоджень бульб при транспортуванні в самоскиді втрати вуглеводів зростають у 2,5 – 3 рази, порівняно з транспортуванням у тарі, втрати вітаміну С збільшуються приблизно на 10%.

Тому важливо оцінити якість бульб картоплі перед закладкою на тривале зберігання, що дозволить скоротити втрати картоплі.

В даний час застосовуються руйнівні та неруйнівні способи оцінки якості бульб картоплі. У першому випадку тестовані бульби виявлення пошкоджень розрізаються на часточки або піддаються очищенню зі зняттям певної товщини шару. У другому випадку бульби зберігають цілісність. Неруйнівні способи визначення пошкоджень отримали найбільшого поширення, оскільки вони дають можливість автоматизувати процеси сортування бульб. В основу цих способів покладено оптичні, рентгенівські, акустичні, електричні та теплові властивості бульб картоплі. Недоліком даних способів є те, що вони кількісно оцінюють пошкодження бульб, але не дають якісної оцінки.

Слід зазначити, що виявлення зовнішніх пошкоджень ефективно здійснюється за допомогою оптичних систем, встановлення внутрішніх пошкоджень утруднено через прихованість ударів під відносно непошкодженою поверхнею бульби. При тривалому зберіганні внутрішні ушкодження є додатковою причиною втрат поживних речовин та псування картоплі.

Таблиця 1 – Допустимі висоти падіння та швидкості удару бульби

Поверхня	Висота падіння, м	Швидкість удару $V_d$ , м/с
сталь, дерево	0,3 – 0,5	1,9 – 2,5
прогумовані ґрати	0,5 – 0,7	5,6 – 7,5
вільний бульба	–	3,8 – 5
невільна бульба		
$k=2$	0,1 – 0,2	2,7 – 3,6
$k=1$	0,37 – 0,66	2,7 – 3,6
$k=0,5$	0,87 – 1,6	4,1 – 5,2

Примітка:  $k$  – це відношення радіусів бульб  $R_1$  (бульба, що падає) на  $R_2$  (бульба, на яку падає).

При розвантаженні бульб картоплі з кузова транспортного засобу, бульби можуть скочуватися по насипу або ковзати по днищу кузова через обмеження інших бульб. У своєму русі бульби набувають певної швидкості, яка сприятиме збільшенню їх пошкодження. Виходячи з досліджень контактної динамічної взаємодії бульби картоплі з поверхнею, слідує, що швидкість бульби  $V_{кл}$  має бути менше допустимого значення швидкості удару  $V_d$  (табл. 1).

З аналізу відповідних кузовів транспортних засобів визначаємо: швидкість бульб при сході з днища кузова причепа 2ПТС-4: при коченні бульби – близько 4,2 – 5,7 м/с; при ковзанні бульби – 3,8 – 5,2 м/с залежно від кута підйому кузова.

Аналіз отриманих результатів показує, що кінетична енергія бульби на момент сходу бульби з кузова складає:

- для кочення 2,36 Дж;
- для ковзання 1,875 Дж.

Таким чином, бульба, що котиться, має більшу кінетичну енергію в порівнянні з кінетичною енергією ковзання. Тому для гасіння кінетичної енергії використовується перевантажувальний пристрій.

Внаслідок проведення теоретичних досліджень транспортного агрегату встановлено, що бульбова купа не падає вниз, а надходить на роликівий транспортер (причому ролики забезпечені виступами з пружного матеріалу), що в сукупності зводить можливість травмування бульб при розвантаженні до

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мінімуму (не більше 1,6%).

### **Список використаних джерел**

1. Влияние выгрузки на повреждаемость клубней картофеля, Поляшенко С.О., Антипенко А.М., Евтушенко А.В. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Вип. 7, Харків, ХДТУСГ., 2001. – с. 150–156.
2. Филлюшин О. В., Костенко М. Ю., Успенский И. А., Юхин И. А., Ушанев А.И., Анализ процесса выгрузки клубней из транспортного агрегата с усовершенствованным самосвальным кузовом // Вестник РГАТУ, № 1 (45), 2020. – с. 107–113.
3. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі в технологічному процесі збирання // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 48 с.
4. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі при збиранні // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 49 с.
5. Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.

**УДК 631.372**

### **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВАНТАЖНО-ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ ПРИ ЗБИРАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Рєзнік Д.О., Горбань М.С., здобувачі ВО**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Проаналізовано інноваційні рішення в технологіях та техніці на внутрішньогосподарських перевезеннях плодоовочевої продукції рослинництва транспортними засобами*

Транспорт відіграє значну роль у сільськогосподарському виробництві. Він є сполучною ланкою в технологічному ланцюзі агропромислового комплексу (АПК) України. Розвиток сільськогосподарського виробництва неминуче веде до зростання обсягу перевезень. Для безперебійного забезпечення населення продуктами харчування середньорічне збільшення обсягу виробництва сільського господарства має бути не менше ніж 12%. Тому питання підвищення продуктивності праці та зниження пошкоджень продукції АПК, які можливі на транспорті, набувають у цей час великого значення. На внутрішньогосподарських перевезеннях разом із автомобілями широко використовується тракторний транспорт. Раціональність застосування колісних тракторів на внутрішньогосподарських перевезеннях обґрунтовується

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
можливістю їх руху як асфальтованими, так і ґрунтовими дорогами. Питома вага перевезень тракторним транспортом у вітчизняному сільському господарстві становить 22 – 27% загального обсягу транспортних перевезень і 50 – 60% обсягу внутрішньогосподарських перевезень.

Високого рівня досягло застосування тракторного транспорту у країнах Західної Європи та США. Так у господарствах провідних країн Західної Європи (Німеччина, Італія, Франція та ін) близько 70 – 90% внутрішньогосподарських перевезень сільськогосподарських вантажів здійснюється тракторним транспортом.

Збалансований розвиток усіх ланок АПК – необхідна умова вирішення проблеми забезпечення країни продовольством та сільськогосподарською сировиною. Нині слабе розвиток переробних галузей АПК, виробничої інфраструктури комплексу призводять до величезних втрат продукції сільського господарства. Наприклад, втрати зібраного зерна становлять 30%, картоплі та овочів – 40 – 45%. Потреба в устаткуванні галузей промисловості, що переробляють сільськогосподарську сировину, задовольняється лише з 55 – 60%, ступінь зносу устаткування становить 76% [1]. Тим не менш, частина імпортової продукції овочівництва приходить до України у вигляді переробленої продукції – заморожена картопля та овочі, капуста, цибуля, морква поза сезоном (зима, весна), у той час як вітчизняні виробники просто втрачають частину продукції, що виробляється.

Однією з найбільш суттєвих і складних завдань є боротьба з пошкодженнями і втратами сільськогосподарської продукції, в якій відповідальна роль відводиться автомобілям і тракторному транспорту як найважливішим ланкам транспорту. Як показав аналіз матеріалів із збирання та внутрішньогосподарських перевезень картоплі та яблук понад 15 – 20% продукції не доходить до споживача [2]. До 50% часу перебування транспортних засобів у наряді становлять простої в пунктах навантаження та розвантаження, що також негативно позначається на безпеці продукції. Транспортні витрати у собівартості виробленої в селі продукції досягають 30 – 40% і більше. Зниження їх дозволить додатково спрямувати в розвитку АПК України значні кошти [2]. Збільшення термінів збирання веде до зростання втрат та пошкоджень. Зростання продуктивності внутрішньогосподарських перевезень необхідне, так як затягування збирання веде до роботи при температурі 1 °С повітря, менше 5 – 7 °С, що є однією з основних причин втрат та пошкоджень.

Зниження темпів поповнення та оновлення парку транспортних та вантажних засобів за останні роки призвело до значного погіршення їх технічного стану, працездатності та логістичного обслуговування виробничих процесів у сільському господарстві. У цьому забезпеченість господарств транспортно-навантажувальними засобами вбирається у 50% від потреби за темпів щорічного старіння вище 60% [3].

Проблема забезпечення сучасною сільськогосподарською технікою підприємств АПК наразі є досить складною. Найбільші втрати за час повномасштабної війни по тракторах – 18,2 тисячі одиниць повністю знищені і 10,1 тисяч одиниць частково пошкоджені, комбайнів зернозбиральних: знищено



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 1,6 тис. одиниць та пошкоджено 0,8 тис. одиниць, сівалок відповідно 7,9 та 2,9 тис. одиниць [4].

Для поліпшення транспортного обслуговування АПК в умовах, що склалися, необхідно вдосконалювати технології перевезень із застосуванням методів логістики, поповнювати та оновлювати наявний парк, але у зв'язку з низькою платоспроможністю сільськогосподарських підприємств та високими цінами на автотракторну техніку проблема забезпечення сільського господарства відповідними засобами набуває найбільш гострого характеру. Спеціалізований рухомий склад на відміну універсальних транспортних засобів виконує виробничі процеси за певних умов із меншими витратами ресурсів. Проте спеціалізація призводить до ускладнення конструкції, збільшення матеріаломісткості та вартості транспортних засобів, а також значного скорочення номенклатури виконуваних робіт та зниження коефіцієнта використання пробігу спеціалізованих машин.

Таким чином, розробка та обґрунтування параметрів нових науково-обґрунтованих рішень у конструкціях транспортних засобів для внутрішньогосподарських перевезень, що підвищують збереження та продуктивність збирання картоплі та яблук в умовах АПК України, є актуальними науково-технічними завданнями, вирішення яких робить значний внесок у розвиток країни, а також сприяє реалізації беззбиткового, конкурентоспроможного виробництва.

### **Список використаних джерел**

1. Туболев, С.С. Высокопроизводительный комплект для уборки картофеля / С.С. Туболев, Н.Н. Колчин, К.А. Пшеченков, С.Б. Прямов, В.Н. Сидоров // Тракторы и сельхозмашины. 2010. № 10. - С. 11-16
2. Колчин, Н.Н. Снижение уровня повреждений картофеля и овощей в машинных технологиях / Н.Н. Колчин, В.П. Елизаров // Сельскохозяйственные машины и технологии - 2013. - №6. - С. 18-21.
3. Дзоценидзе, Т.Д. Функциональное назначение автомобилей для сельских поселений / Т.Д. Дзоценидзе, А.Г. Левшин, А.Ю. Н.Е. Евтюшенков, М.А. Козловская, А.Е. Мягков // Тракторы и сельхозмашины - 2012. - №4. С. 8-11.
4. Я. Гадзало, Вітчизняне сільське господарство в сучасних умовах: виклики та шляхи їх подолання // Доповідь на сесії Загальних зборів Національної академії аграрних наук України 29 листопада 2023 р. - С.60.
5. Влияние выгрузки на повреждаемость клубней картофеля, Поляшенко С.О., Антипенко А.М., Евтушенко А.В. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Зб. наук. пр. Вип. 7, Харків, ХДТУСГ., 2001. – с. 150–156
6. Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.
7. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі в технологічному процесі збирання // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 48 с.
8. Поляшенко С.О., Карталиш К.В. Зниження пошкодження бульб картоплі при збиранні // Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 49 с.

**УДК 633.2**

## **ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ З ЗАСТОСУВАННЯМ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ІЗ ЗАДАВАЄМИМ ГРАФІКОМ ГЕНЕРАЦІЇ**

**Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Шиленко О.П., студент**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*Визначено найбільш точну інформацію про інтенсивність сонячної радіації з використанням різних джерел актинометричної інформації*

При вирішенні завдань, пов'язаних із забезпеченням електропостачання споживача засобами фотоелектричних установок, питання наявності даних про інтенсивність сонячного випромінювання є первісним і дуже важливим. у заданій точці на поверхні Землі [1]. Однак мінливість приходу сонячної енергії вносить високу невизначеність під час прогнозування режиму роботи фотоелектричної системи. Основними трьома етапами визначення параметрів фотоелектричної системи, що задаються на основі даних про інтенсивність сонячного випромінювання, є визначення місцезнаходження системи, прогнозування річного вироблення електричної енергії та визначення операційного режим функціонування системи.

При вирішенні завдань на кожному з описаних етапів. потрібен свій склад вихідної інформації про ресурс сонячної енергії, причому отриманий як супутниковими, так і наземними вимірами. Крім того, точне прогнозування дозволить підвищити ефективність функціонування системи.

Найбільш простий спосіб отримання актинометричної інформації для розглянутої точки на поверхні Землі - це проведення експериментального дослідження.

Однак такий спосіб пов'язаний з низкою труднощів при організації моніторингу сонячного випромінювання (вибір, встановлення, проектування та експлуатація приладів, а також обслуговування вимірювальних систем, що підходять для збору інформації про інтенсивність сонячного випромінювання).

Наприклад, це вибір місця для встановлення обладнання: відсутність затінення від сусідніх об'єктів та впливу електромагнітної радіації. Крім того, використовувані прилади високого класу точності вимагають якісного та дорогого обслуговування: регулярного калібрування та чищення. Крім того, моніторинг інтенсивності сонячного випромінювання потребує тривалого періоду спостережень: переважно 10 років або більше [2]. Крім того, фіксація інсоляції протягом одного року (мінімальний період проведення дослідження)

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 забезпечує масив даних, за допомогою якого можна перевірити достовірність та визначити області застосування інших підходів до визначення ресурсу сонячної енергії, але який не є достатнім для вибору та оцінки параметрів фотоелектричної системи, так як потік сонячної радіації, що припадає на приймальну поверхню, є мінливою величиною і залежить від великої кількості миттєвих факторів.

Дані про сумарну сонячну інсоляцію можуть бути отримані з використанням різних методів: експериментального, розрахункових методів чи їх поєднанням.

Проаналізуємо відхилення часових, добових, місячних та річних сум сонячного випромінювання, отриманих різними методами, від значень, отриманих програмою EOM, як найповнішою та найточнішою базою інформації про інтенсивність сонячної радіації, оскільки поєднує в собі переваги та розрахункового методу та моніторингу характеристик інсоляції в режимі реального часу (базисний метод).

Гістограми річних сум сонячного випромінювання, отримані з даних супутникових вимірів, схожі між собою. Найбільші відхилення від даних супутникових вимірів річних сум сонячного випромінювання отримані з даних наземних метеостанцій для оптимального кута нахилу приймальної поверхні та становлять значення – до 110% та для горизонтального розміщення – до 40%.

Проаналізовано дані сумарної сонячної радіації, отримані з різних джерел актинометричної інформації, та зазначено, що поряд з даними, отриманими експериментальними дослідженнями, не менш точні дані сумарної сонячної радіації, отримані непрямим методом обробки даних супутникових вимірювань, а дані сумарної сонячної радіації, отримані непрямим методом обробки даних наземних метеостанцій, мають похибку у наданні актинометричної інформації.

### **Список використаних джерел**

1. Munoz M. N., Ballantyne E. E. F., Stone D. A. Development and evaluation of empirical models for the estimation of hourly horizontal diffuse solar irradiance in the United Kingdom // *Energy*. 2022. Vol. 241. 122820.
2. Measurements and model simulations of solar radiation at tilted planes, towards the maximization of energy capture / P. I. Raptis, S. Kazadzis, B. Psiloglou, N. Kouremeti, P. Kosmopoulos, A. Kazantzidis // *Energy*. 2017. Vol. 130. P. 570-580.
3. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках з концентраторами // *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.155*
4. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках // *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.156*

## ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЯ ТО І Р НА СЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВА США ТА КРАЇН ЄВРОСОЮЗУ

**Телевний Р. ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведені результати дослідження організації і функціонування технічного сервісу тракторів у США та країнах Євросоюзу.*

У сучасних умовах гострої конкурентної боротьби на світовому ринку обов'язковою умовою успішного виступу фірми є створення розгорнутої та добре організованої мережі технічного сервісу продукції.

Високоякісний сервіс - це неодмінна умова ринкового успіху товару. За відсутності сервісного обслуговування товар втрачає свою споживчу цінність, стає неконкурентоспроможним і відкидається покупцем.

У США, країнах Європи права споживачів сільськогосподарської техніки ефективно захищаються як законами жорсткої конкуренції між фірмами виробниками та його дилерами, а й державними законами, що забороняють виробництво машин та устаткування, їх подальший продаж без організації мережі ефективно діючих сервісних підприємств.

При цьому державна політика цих країн вважає основним принципом організації системи фірмового сервісу техніки те, що виробник і дилер несуть спільну відповідальність за стан парку машин в АПВ протягом усього терміну служби.

Технічний сервіс сільськогосподарської техніки, виробленої світовими лідерами, зазвичай має наступний набір функцій [1]:

- передпродажна підготовка та обслуговування машин перед їх продажем споживачеві;
- гарантійне та післягарантійне технічне обслуговування, діагностика і ремонт (у разі виявлення несправностей) техніки, придбаної споживачем;
- постачання запасних частин для машин, що продаються дилером заводу;
- розробка та забезпечення споживачів машин та дилерів нормативно-технічною документацією в галузі технічного сервісу;
- підготовка ремонтно-обслуговуючого персоналу дилерських центрів та підприємств-виробників;
- придбання у сільгоспвиробників вживаної техніки з подальшим її відновленням та реалізацією в середовищі споживачів, ін.

Провідні світові виробники машин при розробці системи організації технічного сервісу своєї продукції керуються такими принципами [1,2]:

- відповідальність за технічний стан вироблених машин та обладнання протягом усього терміну експлуатації;
- організація мережі регіональних підприємств технічного сервісу для реалізованої серед споживачів техніки;
- забезпечення дилерських центрів та споживачів необхідною технічною

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 документацією з рекомендаціями щодо виробничої та технічної експлуатації;

– підготовка та підвищення кваліфікації кадрів з технічного сервісу, обладнання ремонтно-обслуговуючих підприємств на момент початку серійного виробництва та експлуатації машин;

– збір статистичної інформації про показники надійності машин в умовах рядової експлуатації з метою обґрунтування заходів щодо подальшої модернізації продукції.

Дилерське підприємство за договором є представником фірми з відповідними повноваженнями та має відповідати всім вимогам.

У США дилери створюють також регіональні державні об'єднання. Дані об'єднання дилерів за рахунок спільних зусиль організують роботу торгових відділів, ділянок з технічного обслуговування та ремонту машин, а також відновлення зношених вузлів і деталей, мають навчальні класи [3]

Крім того у США часто дилерські підприємства створюються за участю самих підприємств АПВ, та його діяльність підпорядкована інтересам аграріїв. Здійснення заходів щодо технічного сервісу сільськогосподарської техніки розглядається як складова та невід'ємна частина сфери послуг дилерських центрів. Дилери США як поставляють різну техніку аграріям, а й активно займаються гарантійним і післягарантійним її обслуговуванням і ремонтом.

Найважливішою складовою сервісної діяльності дилерських підприємств США є продаж власникам техніки запасних частин. Прибуток від цієї сфери може становити до 25% всіх доходів дилера. Причому, у цій сфері технічного забезпечення існує така закономірність: чим менший рівень продажів нової та відремонтованої сільськогосподарської техніки, тим інтенсивнішим стає зростання продажів запасних частин та інших комплектуючих.

Рішення щодо проведення ремонтно-відновлювальних робіт для техніки сільгоспвиробників приймається, виходячи з умови економічної доцільності. В аграрному секторі Євросоюзу прийнято вважати, що ремонт машини можливий, якщо витрати на нього можуть становити не більше 65% вартості придбання однотипної нової машини [2]. У деяких країнах (Німеччина та Канада) мінімально можливі витрати на ремонт та технічне обслуговування машин встановлюються по відношенню до одиниці потужності як нових, так і машин що мають деякий термін експлуатації. З урахуванням цього показника вважається, що економічно вигідно ремонтувати техніку з терміном служби до 5 років, на практиці зустрічаються трактори та інші машини, що мають набагато більший термін експлуатації.

Ремонтна база для техніки сільгоспвиробників у країнах ЄС та США, як правило, організована на потужностях дилерських центрів, між ними існує досить жорстка конкуренція [3]. Подібна конкуренція у сфері технічного сервісу дуже позитивно впливає на якість послуг, що надаються сільгоспвиробникам, оптимізує співвідношення ціна-якість для робіт із ТО та ремонту техніки.

Зазвичай зміст технологічних операцій та ремонту машин не регламентується (хоча рекомендації щодо змісту операцій ТО завод пропонує), тому номенклатура робіт визначається результатами ресурсного діагностування або обсягами операцій з усунення наслідків експлуатаційних відмов. При цьому

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
більшість ремонтно-обслуговуючих робіт спирається на заміну елементів, що вийшли з ладу, на нові або ті що відновлені на спеціалізованих підприємствах.

Дилерські підприємства мають пересувні засоби для проведення необхідних робіт з технічного обслуговування та супутнього ремонту техніки у польових умовах.

Дилерські підприємства, які постачають сільськогосподарську техніку споживачам, охоплюють своїми послугами з технічного обслуговування лише 25-50% проданих ними машин та устаткування [3]. Решта парку машин сільгосппідприємств ремонтується та обслуговується силами власників парку машин.

Для них рентабельно утримувати самостійні ремонтні підрозділи. Самостійно обслуговують та ремонтують техніку малі фермерські підприємства з метою економії коштів на проведення ремонту, приватні власники машин з низькою прибутковістю, але мають достатню кваліфікацію та мінімально необхідні умови для ремонту техніки.

Зарубіжні підприємства фірмового технічного сервісу велике значення надають інформаційного забезпечення процесу. Кожен дилерський центр має спеціальний відділ, що забезпечує інформаційну підтримку та зв'язок між споживачами, постачальниками та партнерами [2, 3].

### **Висновки**

Аналіз стану сфери технічного сервісу машин в АПВ зарубіжних країн та в Україні показав, що найбільш перспективним для цього сектора напрямом є створення мережі фірмових дилерських торгово-сервісних підприємств. Ця форма реалізації послуг технічного сервісу є найбільш пристосованою до сучасних умов функціонування економіки та сприятиме підвищенню працездатності техніки підприємств АПВ.

### **Список використаних джерел**

1. Концепція розвитку технічного сервісу в апк україни та її реалізація у сучасних умовах: - URL: <http://geotm.dp.ua/attachments/article/7215/233-237.pdf>
2. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с
3. Міністерство сільського господарства США (United States Department of Agriculture): сайт. – URL: <http://www.ams.usda.gov/>.

## **ФОРСУНКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВЗ, ЯК ОБ'ЄКТ ДІАГНОСТУВАННЯ**

**Шабельник І., Доніч М. ЗВО, Сорокін С.П., доцент, канд. техн. наук**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведені результати аналізу особливостей будови паливного контуру дизелів CR, та будови їхніх форсунок. Розглянуті основні несправності форсунок та засоби для їхнього діагностування.*

На сучасних дизелях застосовуються паливні системи трьох типів [1]:

- акумуляторні (системи CR);
- механічні не розділеного типу (з насос – форсунками Памп-Дус);
- механічні розділеного типу (класичні системи).

Для забезпечення високих показників дизеля за витратою палива, ефективною потужністю та відповідністю екологічним вимогам необхідно своєчасно проводити оцінювання технічного стану функціональних елементів паливної системи та проводити необхідний обсяг ремонтно-обслуговуючих дій, визначених на підставі результатів діагностування з метою забезпечення роботоздатності функціональних елементів системи.

Залежно від методів що застосовуються при діагностуванні елементів паливної системи певного типу у загальній будові паливної системи можна виділити наступні контури:

- паливний контур;
- повітряний контур;
- електричний контур.

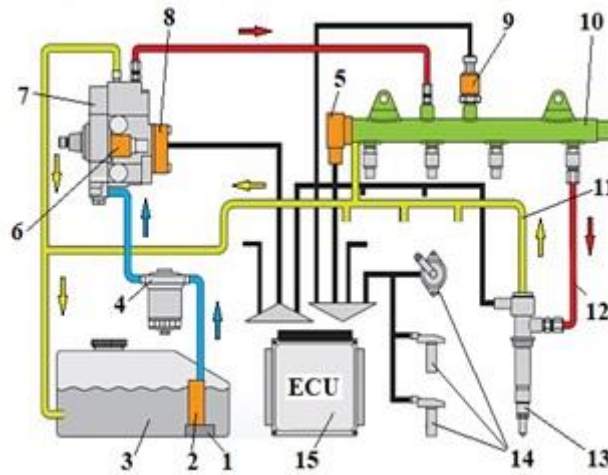
У свою чергу паливний контур систем можна поділити на:

- паливо підкачувальний контур низького тиску (КНТ);
- контур високого тиску (КВТ);
- контур зворотної лінії («обратки», буває з редуційним клапаном і без нього (КЗЛ) [2].

В даний час найбільше поширення отримали чотири типи систем, паливоподачі, названим на ім'я їх виробника. Це BOSCH, DELPHI, DENSO і SIEMENS, яка також ідентифікувалась як VDO, а зараз позиціонується як CONTINENTAL.

На рис. 1. наведено схему паливного контуру на прикладі акумуляторної систем CR, як найбільш поширеного на сучасних дизельних двигунах.

Паливний контур працює так. З ПНВТ 7 паливо під тиском 160–210 МПа надходить у загальний паливопровід – рампу 10 (акумулятор), далі трубками високого тиску 12 підводиться до кожної форсунки 13. Форсунки подають паливо під тиском в камеру згорання. Тривалість упорскування визначається тривалістю електричного імпульсу від електронного блоку управління двигуна 15. Рівень тиску палива в рампі, оптимальний на кожному режимі роботи двигуна, задається електронним блоком управління ECU та визначається балансом витрати палива через форсунки та продуктивністю паливного насоса.



1 – фільтр грубого очищення палива; 2 – електричний паливо підкачувальний насос; 3 – паливний бак; 4 – фільтр тонкого очищення палива; 5 – датчик тиску палива в акумуляторі; 6 – шестеренний паливо підкачувальний насос; 7 – паливний насос високого тиску (ПНВТ); 8 – вимірювальний вузол ПНВТ; 9 – датчик тиску в акумуляторі; 10 – акумулятор тиску (рампа); 11 – паливопровід зворотного зливу (обратка); 12 – паливопровід високого тиску; 13 – форсунка; 14 – датчик управління; 15 – електронний блок управління

Рис. 1. Схема паливного контуру акумуляторної системи подачі палива

У системі CR тиск упорскування палива не залежить від частоти обертання колінчастого валу двигуна, моменту початку та тривалості упорскування.

Дійсна величина подачі палива визначається тиском та розрахунковою тривалістю упорскування.

Датчики 14, розташовані на двигуні, передають інформацію про роботу систем на електронний блок управління 15, який використовує цю інформацію для управління упорскуванням і подачі сигналу про роботу інших систем на щиток приладів та управління виконавчими механізмами, що забезпечують роботу двигуна.

Фільтр тонкого очищення палива 4 забезпечує високий ступінь очищення палива, оскільки система CR більш чутлива до забруднення палива.

Основним функціональним елементом паливних систем різних типів, що суттєво впливає на показники роботи дизеля є форсунка. Як кінцевий елемент системи, форсунка інтегрує у собі технічний стан усіх функціональних елементів системи з урахуванням власного технічного стану .

В системах CR дизелів різних виробників використовуються форсунки певної конструкції. На перших поколіннях застосовувалися форсунки з електромагнітним клапаном, який управляв підйомом голки в розпилювачі. Внаслідок необхідності більш гнучкого регулювання упорскування на деяких дизелях застосовуються форсунки з п'єзоелементом. Останнім часом виробники паливної апаратури повертаються до технології електромагнітних форсунок, оскільки час їх реакції на команди ЕБУ вдалося зробити коротше.

Розпилювачі різних марок дизелів відрізняються за діаметром соплових отворів, їх кількістю і кутами нахилу соплових отворів до вісі розпилювача ( $\varphi_1$ ,  $\varphi_2, \varphi_i$  – кути у шатрі рис 2а) та кутами розташуванням соплових отворів у плані ( $\alpha_1, \alpha_2 \alpha_i$  рис. 2б).



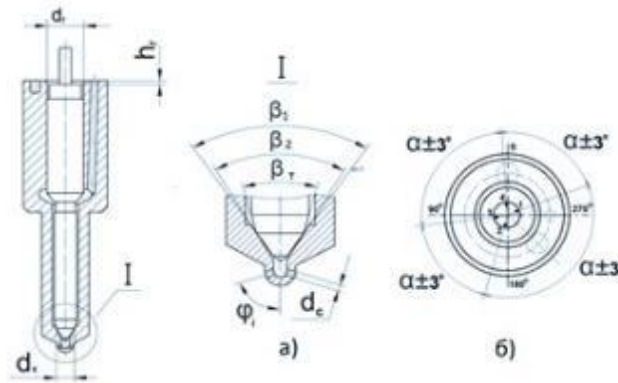


Рис. 2. Конструкція типового розпилювача форсунки.

Підвищення експлуатаційної надійності і економічності дизелів у значній мірі залежать від початкової якості, досконалості та відповідності конструкції функціональних елементів, що постачаються на ринок у якості запасних частин. Найбільш часто приходиться замінювати розпилювачі форсунок. Неякісна робота форсунки веде до зниження ресурсу двигуна, погіршенню параметрів робочого процесу, виходу з ладу інших важливих вузлів двигуна порушення екологічних вимог.

Несправності форсунок виникають внаслідок внутрішніх і зовнішніх впливів. Всі несправності форсунок швидко проявляються і їх легко можна встановити не вдаючись до професійної діагностики [3].

Несправності дизельних форсунок можуть бути проявлятися в роботі двигуна у наступному:

- висока температура, а також «дизельний стукіт»;
- провали, рідше ривки двигуна при збільшенні навантажень;
- нестійка робота на невисоких обертах;
- чорний або білий дим і токсичний вихлопу та т.ін.

Явною ознакою несправності паливної апаратури є падіння потужності і не коректна робота двигуна при збільшенні обертів. Експлуатаційні несправності дизельних форсунок можуть бути розділені на 2 категорії:

1. Несправна робота форсунок внаслідок неправильно монтажу або складання форсунок;
2. Несправності, викликані забрудненням форсунок внаслідок застосування неякісного палива (особливо при використанні палив з вмістом біокомпонентів). Неякісне паливо з часом забруднює паливну систему Воно також може привести до порушення герметичності форсунки, зносу або закоксуванню соплових отворів, осмоленню голки, блокування паливних фільтрів.

У процесі обслуговування форсунки відновлюють до працездатного стану, одночасно регулюючи і замінюючи функціональні елементи що вийшли з ладу на нові. Своєчасне технічне обслуговування форсунок знижує інтенсивність зношування деталей що спрягаються і забезпечує необхідну стабільність значень параметрів їх стану [3].

Для контролю параметрів форсунок акумуляторних систем упрскування CR разом з опресовочними стендами застосовують генератор імпульсів (рис. 3)



Рис. 3. Тестер форсунок дизелів

Генератор імпульсів для дизельних форсунок у поєднанні з опресовочний стандом (тестер форсунок) - це універсальне обладнання, призначене для діагностування працездатності механічних, електромагнітних і п'єзо форсунок дизельних двигунів виробництва Bosch, Denso, Delphi, Siemens і ін.

Тестер дозволяє провести тестування форсунок за такими параметрами: - тиск спрацьовування (для механічних форсунок); - час спрацьовування форсунки (для форсунок Common Rail п'єзо і електромагнітного принципу); гідрощільність та герметичність форсунки, якість розпилювання палива. Додатково у системах паливоподачі CR: - форму конуса розпилювання; електричний опір соленоїда електромагнітної форсунки; електричну ємність п'єзо форсунки.

### **Висновки**

Підвищення експлуатаційної надійності і ефективності використання дизельних ДВЗ автомобілів може бути досягнуте за рахунок удосконалення технології оцінки технічного стану агрегатів паливної апаратури.

Найбільш суттєвий вплив на потужність, паливну економічність та екологічну безпечність оказує технічний стан агрегатів паливної апаратури, особливо форсунок.

### **Список використаних джерел**

1. Сучасні системи живлення дизелів. - URL: <https://propozitsiya.com/ua/suchasni-sistemi-zhivlennya-dizeliv>
2. Системы управления дизельными двигателями Bosch. Узлы и агрегаты/ [Перевод с немецкого Ю.Г.Грудский, А.Г.Иванов]. – М.: ЗАО «КЖИ За рулём», 2004. – 478 с.
3. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; — Х.: Факт, 2013.; 436с.

## **КОРЕГУВАННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТО ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ РОБОТІ НА ПАЛИВАХ З БІОКОМПАНЕНТАМИ**

**Шабельник І., Телевний Р. ЗВО, Сорокін С.П., доцент, к.т.н.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуті особливості планування ТО автотранспортних дизелів при використанні палив з вмістом біодизеля в умовах сільськогосподарського підприємства. Запропонована удосконалена методика коригування періодичності ТО (пробігу) автомобілів на паливах з вмістом біокомпонентів*

Технічний стан Дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) автотранспортного підприємства (АТП) усіх форм власності повинен відповідати вимогам таких нормативних документів: Закону України "Про дорожній рух"; Правилам дорожнього руху України; ДСТУ 3649:2010 Колісні транспортні засоби Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання.

Для забезпечення справного технічного стану ДТЗ (стан ДТЗ, який відповідає усім вимогам нормативно-технічної і конструкторської документації) проводять їхнє технічне обслуговування, або у разі потреби поточний чи капітальний ремонт.

Метою технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) дорожніх автотранспортних засобів на підприємствах, у тому числі і сільськогосподарських, є підтримування цих засобів у технічно справному стані, забезпечення високих показників безпеки руху та екологічної безпеки, технічної готовності та економічності.

Обсяг робіт з ТО і Р автомобілів підприємства визначається обсягом вантажоперевезень на плановий період (виробничою програмою), з урахуванням якого розрахунковим шляхом здійснюють планування всіх видів робіт. Одиницею вимірювання напрацювання автомобіля є його пробіг.

Розраховуючи показники періодичності ТО і Р на підприємствах керуються Положенням [1].

Дане положення містить нормативи періодичності впливів ТО, нормативи трудомісткості кожного з видів впливу, норми простою автомобілів в ремонті.

Технічне обслуговування автомобілів поділяється на обслуговування в початковий та основний період експлуатації (рис 1) [2].

Технічне обслуговування у початковий період проводиться незалежно від умов експлуатації. В основний період роботи з технічного обслуговування виконуються з періодичністю, що відповідає категорії умов експлуатації (періодичність коригується).

Види ТО проводяться у строки, зазначені у табл.1.



Рис. 1. Види ТО автомобілів

Таблиця 1 – Періодичність ТО залежно від категорії та умов експлуатації

Категорія та характеристика умов експлуатації	Періодичність ТО пробігу, км		
	Сервіс 1	Сервіс 2	Сервіс С
1. Автомобільні дороги з асфальтобетонним та прирівняним до них покриттям за межами приміської зони та у приміській зоні, вулиці невеликих міст)	4000	12000	24000
2.. Автомобільні дороги з щебеним або гравійним покриттям. Ґрунтові профільовані та лісовозні дороги.	3200	9600	19200
3. Автомобільні дороги з щебеним або гравійним покриттям. Непрофільовані дороги та стерня.	2400	7200	14400

Сезонне технічне обслуговування виконується двічі на рік: навесні та восени.

Згідно з [1] вихідні нормативи, які регламентують ТО і Р рухомого складу уточнюють щодо конкретних автомобілів і коригують за допомогою коефіцієнтів залежно від таких факторів [2]:

- умов експлуатації автомобілів - K1
- модифікації рухомого складу та організації його роботи - K2
- природно-кліматичних умов - K3
- пробігу з початку експлуатації - K4
- розмірів автотранспортного підприємства і кількості технологічно спільних груп рухомого складу - K5.

Нормативні значення періодичності ТО і Р визначені для першої категорії умов експлуатації, для інших умов вони відрізняються і їх необхідно корегувати за допомогою корегуючих коефіцієнтів.

Результуючий коефіцієнт коригування нормативів визначається перемноженням окремих коефіцієнтів.

Для періодичності ТО  $L_{TO} = K_1 \cdot K_3$ ,

$$L_{TO_i} = L_{TO_i}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (1)$$

де  $L_{TO_i}$  – нормативні значення пробігу до певних видів технічного обслуговування, км.

У зв'язку з відмінностями фізико-хімічних властивостей палив з вмістом біокомпонентів у порівнянні з мінеральним дизельним паливом, та особливостями їхнього впливу на роботу паливної апаратури дизелів автомобілів (підвищене коксування соплових отворів форсунок та т.ін.) необхідне коректування нормативів періодичності ТО автомобілів при роботі на пальному з вмістом біокомпонентів.

Недоцільно використовувати палива з будь яким вмістом біодизеля у початковий період експлуатації.

В основний період експлуатації автомобілів періодичність ТО повинна бути скорегована залежно від вмісту біодизеля у паливі.

У першому наближенні таке коректування ("приведений пробіг") може бути отримано додатковим уведенням до формули (1) коефіцієнту  $K_6$ , який враховує прискорення витрачання ресурсу при пробігу автомобіля з використанням палива з вмістом біодизеля.

$$L_{TO_i} = L_{TO_i}^H \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot K_6 \quad (2)$$

де  $K_6$  - коефіцієнт прискорення витрачання ресурсу.

$$K_6 = 1 - \left(\frac{k_{БД}}{100}\right)^\alpha \quad (3)$$

де  $k_{БД}$  - відсоток біодизеля у паливі;  
 $\alpha$  – емпіричний показник ступеню

На початковому етапі «приведений пробіг» можна розраховувати за умови  $\alpha = 2$  оскільки поки що відсутні достовірні дані по величині показника ступеню. Для визначення  $\alpha$  необхідне проведення тривалих експлуатаційних випробувань [3]:

Наприклад: відповідно до настанови з експлуатації (рис. 1), технічне обслуговування «Сервіс 2» проводиться при пробігу 19200 км.

Тоді, якщо автомобіль працював на сумішевому пальному з вмістом 30% біодизеля  $k_{БД} = 30\%$ ,  $K_6$  - коефіцієнт прискорення витрачання ресурсу при роботі на паливі з вмістом біодизеля дорівнює:

$$K_6 = 1 - \left(\frac{k_{БД}}{100}\right)^\alpha = 1 - \left(\frac{30}{100}\right)^2 = 0,91 \quad (4)$$

$$L_{TO_2} = L_{TO_2}^H \cdot K_1 \cdot K_3 \cdot K_6 = 19200 \cdot 0,91 = 17500, \text{ км} \quad (5)$$

### **Висновки:**

Знання "приведеного пробігу" для автомобілів що працюють на сумішевих паливах у міру збільшення концентрації біодизеля  $k_{БД}$  дозволяє по-новому

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 підійти до питань планування ТО автомобілів на сільськогосподарських підприємствах.

Співвідношення "приведеного і нормативного пробігів" може служити узагальненою характеристикою умов експлуатації агрегатів паливної апаратури автомобілів при роботі на паливах з різним вмістом біокомпонентів, більш точного визначення швидкості втрати ресурсу, для оцінки раціонального напрацювання автомобіля.

Така узагальнена, а тим більше диференційована оцінка умов реальної експлуатації при плануванні ТО і Р автомобілів представляє безперечний інтерес як для автотранспортних підприємств так і для виробників автомобілів, оскільки дозволить вибирати раціональніші рішення при укладанні графіків ТО а також при проектуванні і доведенні нових машин.

### **Список використаних джерел**

1. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, затвердженого наказом Мінтрансу України 30.03.98 N 102: - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98#Text>:
2. КамАЗ 5320-54115. Руководство по ремонту. – URL: <https://translate.google.com/?hl=ru&sl=ru&tl=uk&text>
3. Теорія експлуатації машин та проектування технічних систем: навч. посіб. / О. В. Козаченко та ін.; - Харків : ПромАрт, 2018. - 315 с. :

**УДК 621.436**

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМОТУЮЧОЇ ДОБАВКИ ВОДНЮ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ ЗГОРАННЯ**

**Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Макаренко Д.С. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розкривається актуальність питання використання промотуючої добавки водню для підвищення ефективності процесу згорання бензинового ДВЗ.*

Як показують численні дослідження [1,2,3], ефективність процесу згорання підвищується при зміщенні робочого процесу в область з бідною сумішшю. При цьому добавка водню значною мірою інтенсифікує процес згорання паливо-повітряної суміші (ППС), тим самим він здійснюється за менший проміжок часу поблизу ВМТ, а також підвищується повнота згорання палива, що дає збільшення індикаторного ККД двигуна.

На рис. 1 наведено порівняльні характеристики тепловиділення і тиску в процесі згорання.

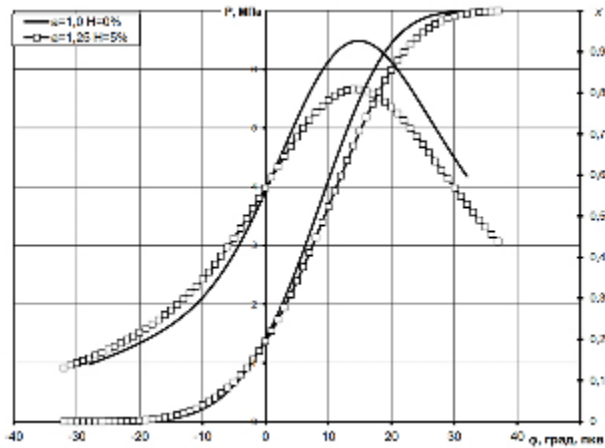


Рис. 1 - Порівняльні характеристики тепловиділення і тиску в КЗ двигуна з додавкою водню  $\varepsilon = 11,5$  і без водню  $\varepsilon = 10,5$  базового ВАЗ-2112, швидкісний режим роботи  $n = 5600 \text{ хв}^{-1}$ .

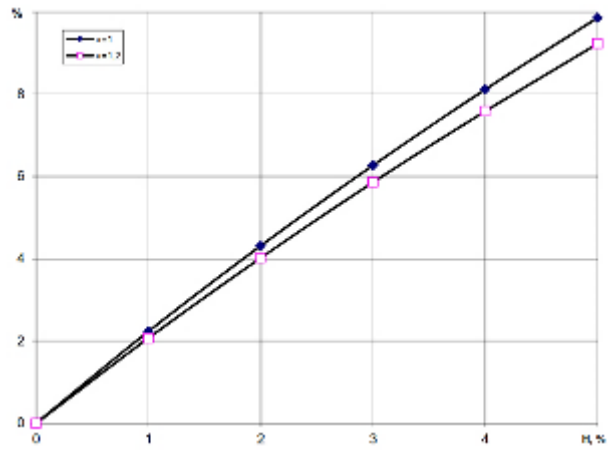


Рис. 2 - Частка ППС (бензин + водень) у %, що витісняється воднем під час впуску в порівнянні з базовим двигуном

При цьому водень витісняє частину ППС, на рис. 2 показано в процентному відношенні кількість ППС, що витісняється воднем в порівнянні з ППС без водню. Так добавка 5 % водню знижує наповнення циліндра на 10 %. Але при цьому потужність двигуна залишається практично постійною (рис. 3). Там же показано, що зі збільшенням суміші частка ППС, що витісняється воднем, зменшується, що свідчить про ефективність добавки водню під час роботи на бідних сумішах.

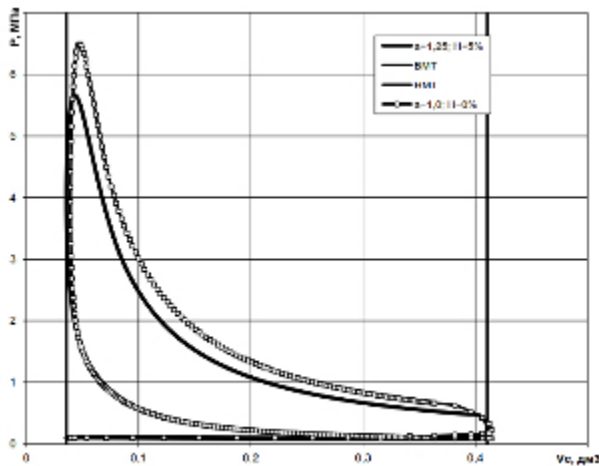


Рис. 3 - Індикаторний тиск і середній індикаторний тиск з додавкою 5 % водню за  $\alpha = 1.25$  і  $\varepsilon = 11,5$  та без водню  $\varepsilon = 10,5$  при  $n = 5600 \text{ хв}^{-1}$ ,  $\alpha = 1$

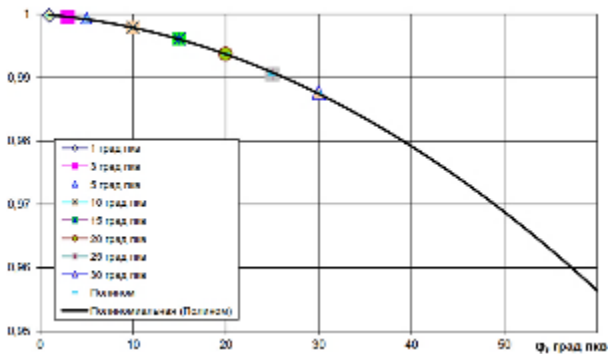


Рис. 4 - Зміна ефективності згорання ППС залежно від тривалості згорання

На рис. 4 наведено залежність впливу тривалості згорання на потужність за всіх інших однакових умов. Так показано, що збільшення тривалості згорання з 30 до 60 град. пкв зменшує теоретично можливу потужність з 1,3 % до 4,4 % відповідно, що свідчить про скорочення тривалості процесу згорання ППС.

Таким чином, показано, що при додаванні 5 % водню потужність знизиться на 4,3 %, водночас кількість введенного палива скоротиться на 9,7 %, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 призводить до зменшення  $g_e$  на 15 %. Такий стан речей свідчить про підвищення не лише ефективності згорання, пов'язаної зі зменшенням його тривалості, а й зі збільшенням повноти згорання вуглеводневого палива. Також за рахунок збіднення суміші, досягнутого добавкою 5 % водню, розширилася межа детонації за ступенем стиску, що дало змогу підвищити її з 10,5 до 11,5.

### Список використаних джерел

- 1 Мищенко А.И. Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев: Наук. думка, 1984. 143 с. 2. Талда Г.Б. Повышение топливной экономичности и снижение токсичности бензиновых двигателей добавкой водорода к бензину: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02. Харьков, 1984. 24 с. 3. Hydrogen Powered Exotic Cars [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу: <https://www.trendhunter.com/trends/hydrogen-powered>. – Дата звернення: 20.10.2024.

УДК 623.437

## ДО ПИТАННЯ УДОСКОНОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТУВАННЯ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

**Шушляпін С.В.** канд. техн. наук, доцент, **Мачулін В.О.** студент

*Державний біотехнологічний університет*

*Розкривається актуальність питання підвищення ефективності експлуатації автотракторного дизеля за рахунок своєчасного діагностування його паливної апаратури з застосуванням діагностичних комплексів, здатних за параметрами паливоподачі (зміні тиску в системі живлення, переміщенні голки форсунки) оцінювати технічний стан елементів паливної системи загалом і ПНВТ зокрема.*

Численні дослідження, виконані різними вченими в галузі технічної експлуатації автотракторних засобів, свідчать про те, що ефективність роботи дизеля значною мірою залежить від стану елементів паливної апаратури (ПА), порушення в роботі яких призводять до погіршення енергетичних і економічних показників двигуна [1,2,3].

Порушення вимог, які пред'являються до ПА автотракторного дизеля, а саме: створення однакових умов роботи циліндрів за кутом впорскування палива, цикловою подачею і характеристикою впорскування призводить до підвищеного зносу деталей і вузлів силового агрегату, що стає причиною зростання його експлуатаційних витрат [1]. За даними вчених, які займаються питаннями надійності автотракторної техніки, істотна частка відмов дизеля 20...30 % припадає на ПА, а під час експлуатації у важких умовах вона досягає 50 % [2,3].

Для підтримання ПА дизеля в процесі експлуатації в справному стані необхідно своєчасно (оперативно) оцінювати її технічний стан. Під час аналізу наукової та спеціальної літератури встановлено, що показником, який



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 відображає роботу ПА дизеля, є переміщення голки форсунки і тиск в системі паливоподачі. Ці параметри визначають величину, тривалість і характер упорскування палива в циліндри та істотно змінюються в процесі експлуатації двигуна.

Однак наразі об'єктивно оцінити ступінь і характер переміщення голки форсунки автотракторного дизеля не дає змоги відсутність діагностичних комплексів, що дають змогу оперативно оцінювати технічний стан елементів ПА в процесі експлуатації автотракторних засобів.

Такий стан справ свідчить про ускладнення в галузі технічної експлуатації дизельних двигунів сільськогосподарської техніки під час розв'язання завдань повного і своєчасного задоволення потреб агропромислового комплексу країни в засобах механізації.

Проблема полягає в підвищенні ефективності експлуатації автотракторного дизеля завдяки своєчасному діагностуванню його ПА з використанням діагностичних комплексів, здатних за параметрами подачі палива (наприклад, зміною сигналу тиску в паливопроводі, переміщення голки форсунки) оцінювати технічний стан елементів ПА загалом та ПНВТ зокрема.

Зазначені обставина слугували вибором напрямку досліджень. На наш погляд, розв'язання проблематики питань полягає в розробці діагностичного пристрою ПА автотракторного дизеля, що враховує такі параметри, як момент відкриття і закриття форсунки, а також швидкість, прискорення і величину підйому голки форсунки, та алгоритму її діагностування.

### **Список використаних джерел**

1. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків: ДБТУ, 2022. 189 с.
2. Анісімов В.Ф., Єленич А.П. Особливості конструкції паливної апаратури та збільшення терміну її експлуатації. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2021. № 2 (113). С. 67–77.
3. Анісімов В.Ф., Музичук В.І. П'ясецький А.А., Рябошапка В.Б. Шляхи і методи підвищення довговічності і надійності роботи паливної апаратури автотракторних двигунів. Вінниця: ВНАУ, 2012. 142 с.

## **МІКРОКАНАЛЬНІ ТЕПЛООБМІННИКИ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ**

**Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Мачулін С.О. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Надані результати аналітичних досліджень з питань використання мікроканальних теплообмінників в системах охолодження й кондиціонування автомобілів. Обґрунтовано вибір на користь мікротеплообмінників в порівнянні з традиційними конструкціями радіаторів.*

Мікротеплообмінники, також відомі як мікротеплообмінники або мікроструктурні теплообмінники, являють собою теплообмінники, у яких (принаймні один) рідина тече у бічних напрямках з типовими розмірами менше одного міліметра. Мікроканали, що мають гідравлічний діаметр менше одного міліметра, є найпоширенішим типом такої конструкції.

Мікроканальні теплообмінники мають широкий спектр застосування у багатьох галузях промисловості: літаки, транспортні засоби, хімічні заводи, підприємства з переробки нафти, а також енергетична та переробна промисловість. Завдяки своїм характеристикам, таким як низька ціна, більш висока швидкість теплопередачі, компактна конструкція і ефективність, мікроканальні теплообмінники просувають ринок систем HVAC [1].

Ринок мікроканальних теплообмінників сегментовано за типом, застосуванням, кінцевим користувачем, регіоном і глобальними тенденціями. Ці сегменти далі поділяються на такі типи, як конденсатор, випарник і водяний змішувач; область застосування, такі як автомобільна промисловість, система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, торговельне холодильне обладнання тощо; кінцеві користувачі, такі як автомобільна промисловість, хімічна промисловість, електроніка, енергетика, аерокосмічна промисловість тощо; кінцеві користувачі, такі як автомобільна промисловість, хімічна промисловість, електроніка, енергетика, аерокосмічна промисловість та інші.

Очікується, що протягом прогнозованого періоду найбільшу користь отримає сектор систем охолодження, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Порівняно з іншими теплообмінниками він легший, ефективніший і використовує менший обсяг холодоагенту. Крім того, оскільки він виготовлений з алюмінію, він менш схильний до гальванічної корозії, ніж стандартні теплообмінники з пластинчастими ребрами різного перетину трубок. Для ефективної теплопередачі між холодоагентом і повітрям у системах охолодження з тепловими насосами зазвичай використовують мікроканальні теплообмінники [2].

За прогнозами, найближчими роками автомобільна промисловість домінуватиме на ринку мікроканальних теплообмінників [1]. Розвиток галузі стимулюється зростаючим попитом на системи охолодження, опалення, вентиляції та кондиціонування повітря в автомобілях. Компактність, мала вага

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 та висока ефективність мікроканалних теплообмінників роблять їх придатними для використання в автомобільній промисловості. Крім того, завдяки своїй енергоефективності мікроканалні алюмінієві теплообмінники користуються великим попитом в автомобілях. Зростаюче використання систем кондиціонування повітря в автомобілях призводить до збільшення частки ринку мікроканалних теплообмінників. Зростання автомобільного сектору викликає високий попит на системи кондиціонування повітря для забезпечення комфорту, вентиляції та охолодження в автомобілях.

### Список використаних джерел

1. Размер рынка микроканалных теплообменников, рост к 2029 году. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://exactitudeconsultancy.com/отчеты /16776/ рынок-микроканалных-теплообменников/>.- Дата звернення: 30.03.2024.
2. Константінов С.М. Теплообмін: Підручник. К.: ВПІ ВПК "Політехніка": Інрес, 2005. 304 с.

УДК 629.113.07

## ДО ПИТАННЯ ПОЛІПШЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВЗ АВТОМОБІЛІВ ВАЗ

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Соколова В.О. студентка

*Державний біотехнологічний університет*

*Надані результати досліджень з питань поліпшення експлуатаційних характеристик ДВЗ автомобілів ВАЗ, що знаходяться в експлуатації. Проведено аналіз базових моделей від 2101 до 2112, розглянуто поетапний розвиток їх систем. Сформовано технологічний процес форсування двигунів. Розглянуто різні аспекти його реалізації на наявних станціях технічного обслуговування, виявлено основні експлуатаційні характеристики, що піддаються змінам у результаті модернізації двигунів.*

Як відомо, важливу роль у технічній експлуатації автомобілів відіграє підприємства автомобільного транспорту. Відзначається відставання сучасної виробничо-технічної бази від вимог і викликів часу. Однією з причин недосконалої є її консервативність щодо зміни структури парку рухомого складу за конструкцією автомобілів та умовами їх експлуатації, терміном служби з початку експлуатації, тобто старіння автомобілів.

В Україні зареєстровано понад 7 мільйонів легкових авто. Більшість з них перебувають далеко в не найкращому технічному стані. Про це пише “Дзеркало тижня” [1]. Так, 27 % автомобілів з терміном експлуатації 30 і більше років і 47 % мають вік від 10 до 30 років. При цьому 15 % активної частини авторинку України — це ще автомобілі часів СРСР.

За статистикою сервісних центрів МВС з питань реєстрації автомобілів в Україні, у 2019 році найбільше реєстраційних дій - понад 125 тисяч було

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 виконано лише з автомобілями марки ВАЗ. Також експерти відзначають, що в Україні понад мільйон старих машин критично потребують утилізації.

Усі ці автомобілі обладнані двигунами, розробка яких проводилась десятки років тому з використанням старих конструктивних і технологічних рішень. Завдання модернізації, або форсування, таких двигунів набуває особливої актуальності. Це завдання має практичне значення з точки зору підвищення енергоефективності автомобілів, що може стати важливим фактором глобального ресурсозбереження на транспорті.

Для розробки та впровадження технологій з модернізації, в рамках досліджень, планується провести конструктивний аналіз двигунів, встановлених на автомобілях ВАЗ, а також знятих з виробництва, але які ще залишаються в експлуатації [2, 4]. Разом з тим, виявити закономірності впливу окремих характеристик двигуна на основні властивості автомобілів ВАЗ [3].

Вивчення основних методів та наявних технологічних рішень дозволить сформулювати алгоритм технологічного процесу форсування таких двигунів [5]. Окрім того, на основі аналізу факторів і ризиків ведення бізнесу, надаються рекомендації щодо організації робіт на дільниці з модернізації двигунів в напрямку їх форсування на підприємствах автосервісу.

#### **Список використаних джерел**

1. Експерти порахували кількість автомобілів в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://auto-portal.com.ua/eksperty-porahuvaly-kilkist-avtomobiliv-v-ukrayini/>.- Дата звернення: 28.03.2024.
2. Автомобили ВАЗ. Двигатели и их системы. Технология технического обслуживания и ремонта / Смирнов В.Л. и др. Новгород: АТИС. 2002. 83 с.
3. Автомобильные двигатели: учеб. / Шатров М.Г. и др. Академия, 2010. 462с.
4. Автомобильный справочник. Пер. с англ. ООО «СтарСПб». М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. 1280 с.
5. Степанов В.Н. Тюнинг автомобильных двигателей: СПб., 2000. 82 с.

**УДК 629.113.07**

### **ДО ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ З ФОРСУВАННЯ ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ ВАЗ**

**Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Соколова В.О. студентка**

*Державний біотехнологічний університет*

*Надані результати аналізу можливих технічних рішень щодо форсування двигунів. Запропоновано конкретні організаційні рішення щодо роботи дільниці форсування двигунів.*

Під час планування робіт форсування двигуна необхідно вказати особливості зазначеного виду робіт, і на основі виявлених особливостей вибрати технологічне обладнання для його виконання на автомобілі. Важливий елемент

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 прийняття технічних рішень - правильна аргументація під час обґрунтування таких рішень. Тому слід заповнити таблиці з особливостями робіт і технологічного обладнання, а також дати обґрунтований висновок про необхідність застосування обладнання саме обраного типу для виконання зазначених робіт з тюнінгу автомобіля.

Прикладом роботи з форсування двигуна можуть бути:

- Розточування циліндрів;
- Встановлення наддуву;
- Чіп-тюнінг;
- Заміна клапанів;
- Встановлення кованих поршнів;
- Встановлення полегшеного маховика;
- Встановлення посиленого зчеплення.

Відповідно технологічне обладнання для виконання цих робіт:

- Розточувальний верстат;
- Хонінгувальний верстат;
- Програматор;
- Пристосування для розбирання клапанів;
- Пристрій для притирання клапанів;
- Кантувач двигуна;
- Підйомник автомобільний;
- Стійка гідравлічна;
- Обкатний стенд.

Базою для організації дільниці з форсування двигунів можуть бути три відділення наявних станцій технічного обслуговування, це агрегатне, слюсарно-механічне та відділення спецкомплектації (тюнінгу).

Агрегатне відділення призначене для виконання комплексу ремонтних операцій щодо двигунів, вузлів і агрегатів, демонтованих з автомобілів на ділянці ПР. До складу агрегатного відділення великих СТО або спецавтоцентрів, як правило, входять такі відокремлені підрозділи:

- дільниця миття агрегатів;
- дільниця ремонту агрегатів;
- дільниця обкатки відновлених агрегатів.

На дільниці ремонту агрегатів з урахуванням наявного обладнання і застосовуваної технології можуть виконуватися широкий спектр робіт під час форсування двигуна.

На дільниці обкатки агрегатів виконуються такі роботи:

- холодна обкатка ДВЗ після ремонту;
- гаряча обкатка ДВЗ;
- контроль характеристик форсованого двигуна;
- оцінка якості проведених робіт.

Для організації власної дільниці обкатки ДВЗ на СТО необхідні значні капітальні вкладення в основні виробничі фонди підприємства, зокрема в технологічне обладнання, тому кошти в дільницю доцільно вкладати лише за наявності стабільної виробничої програми з капітального ремонту двигунів і

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 агрегатів автомобіля.

На дільниці обкатки агрегатів зазвичай розміщують не менше 2-х універсальних стендів - для обкатки двигунів і випробування та обкатки коробок передач автомобілів. Під час форсування двигуна найважливіша операція - це випробування після проведених робіт. Технологія та тривалість обкатки регламентується технічними умовами заводів-виробників на відповідні види робіт.

Слюсарно-механічне відділення призначене для проведення робіт з відновлення та ремонту деталей автомобіля, а також для виготовлення деяких деталей автомобіля з використанням токарно-гвинторізних, фрезерних, свердлильних та інших верстатів.

У відділенні залежно від потужності СТО та її технологічного оснащення можуть виконуватися такі роботи, як токарні та гвинторізні роботи з виготовлення металовиробів, виготовлення необхідного інструменту та його ремонт (заточування), виготовлення нескладних деталей та інші необхідні роботи в рамках самообслуговування підприємства. Для робіт з форсування двигуна в слюсарно-механічному відділенні встановлені верстати для шліфування шийок колінчастого вала під ремонтний розмір, розточування блока циліндрів і хонінгування поверхні дзеркала блока циліндрів.

Відокремлене слюсарно-механічне відділення організовується на великих і крупних СТО та спецавтоцентрах, оскільки значні капітальні вкладення в основне технологічне обладнання, необхідне для повномасштабного відділення, можуть дозволити собі тільки великі сервісні підприємства, які, своєю чергою, входять до регіональних мереж.

На дільниці тюнінгу, крім поліпшення зовнішнього виду, комфорту і ходових якостей автомобіля, на вимогу клієнта або в рамках передпродажної підготовки можуть проводитися роботи з поліпшення характеристик двигуна (чіп-тюнінг ЕСКД, збільшення потужності за рахунок турбонаддування, зміни фаз газорозподілу тощо).

На деяких підприємствах як базу для форсування двигунів можна використовувати наявну дільницю встановлення газового обладнання.

### **Список використаних джерел**

1. Автомобили ВАЗ. Двигатели и их системы. Технология технического обслуживания и ремонта / Смирнов В.Л. и др. Н. Новгород: АТИС. 2002. 83 с.
2. Автомобильные двигатели: учеб. / Шатров М.Г. и др. Академия, 2010. 462 с.
3. Автомобильный справочник. Пер. с англ. ООО «СтарСПб». М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. 1280 с.
4. Степанов В.Н. Тюнинг автомобильных двигателей: СПб., 2000. 82 с.

## ДО ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Шушляпін С.В. канд техн. наук, доцент, Черкасов Б.М. студент

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглядається напрямок екологічного вдосконалення дизельних двигунів на прикладі проектно-конструкторського рішення електричного сажового фільтра з пристроєм регенерації*

Постійне збільшення кількості транспортних засобів з ДВЗ вимагає гострої необхідності запобігти безперервній екологічній небезпеці [1].

Зниження викидів шкідливих речовин (токсидів) з відпрацьованими газами (ВГ) ДВЗ можливо як безпосередньо в процесі їх утворення, тобто в ході робочого процесу, так і шляхом впливу на зазначені речовини, що містяться у ВГ.

Дослідження свідчать [2], що за рахунок оптимального керування робочим процесом ДВЗ можна кардинально знизити рівень їх токсичності. Такий напрям екологізації називають внутрішньою нейтралізацією токсидів.

Однак норми токсичності ДВЗ стають все жорсткішими, що вимагає приділяти увагу й зовнішній нейтралізації ВГ шляхом їх окислення (оновлення) у присутності каталізаторів. Також ставиться задача забезпечити вловлювання твердих часток (ТЧ).

В обох напрямках екологізації ДВЗ (внутрішньої та зовнішньої) вагому роль відіграють комп'ютерні системи керування. Доцільність та ефективність використання комп'ютерних засобів для зниження токсичності ДВЗ за рахунок оптимізації робочого процесу висвітлена в літературних джерелах досить ґрунтовно. Особливої уваги заслуговує вирішення складних проблем зовнішньої нейтралізації ВГ з використанням комп'ютерних технологій керування.

Аналіз наукових досліджень свідчить, що єдиного універсального рішення для забезпечення перспективних екологічних вимог щодо дизелів немає. Наприклад, методи впливу на робочий процес, що сприяють зниженню кількості  $\text{NO}_x$  у ВГ, як відомо, викликають збільшення викиду ТЧ (сажі),  $\text{CO}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ , і навпаки. Аналогічні проблеми виникають і при установці у системі випуску дизелів засобів очищення ВГ. Звідси висновок: технічні рішення слід приймати комплексно з урахуванням особливостей двигуна, засобів очищення ВГ та фізико-хімічних властивостей палива.

Такий висновок покладено в основу програм розвинених країн (комплексна система зниження токсичності ДВЗ). Основою програми служить базова система зниження токсичності та димності ВГ, що складається з каталітичного нейтралізатора-глушника та сажового фільтра, встановлених послідовно у випускній системі дизеля. Така схема ґрунтується на особливостях ВГ дизеля. Наприклад, на тому, що до складу ТЧ входять аерозолі палива й моторного масла (за деякими оцінками – до 50 %), а також сажа, на поверхні та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 усередині якої сорбуються основні маси канцерогенних речовин (бенз-а-пірен). Тому й потрібний каталітичний нейтралізатор, оскільки саме у ньому будуть доокислюватися (допалюватися) продукти неповного згоряння палива ( $\text{CO}$ ,  $\text{C}_n\text{H}_m$ , альдегіди), краплі палива та масла у складі ВГ дизеля. Тверді частинки сажі повинен вловлювати фільтр. Функції фільтра та нейтралізатора можуть бути суміщені.

Розробка сажового фільтра з пристроєм регенерації виявилася більш складною задачею, яку можна вирішувати як розробкою електрофільтрів, так і застосуванням фільтрувальних матеріалів. Випробування засвідчили ефективність застосування електрофільтрів в залежності від режиму роботи дизеля на рівні 30...80 %. Однак, питання регенерації електрофільтрів залишаються і потребують подальших досліджень.

### Список використаних джерел

1. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови: навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич та ін. К.: НТУ, 2015. 244 с.
2. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / за ред. проф. А.П. Марченка, проф. А.Ф. Шеховцова. Харків: Видавничий центр НТУ "ХПІ", 2004. Т.5. Екологізація ДВЗ. 464 с.
3. Maus, W. Elektrostatischer Partikelfil ter zur Reduktion der Nanopartikel / W. Maus, R. Brück, Jan. Hodgson, Ch. Vorsmann // Motortechnische Zeitschrift. 2011 (72). Nr. 02. S. 117 – 121.

УДК 921.1

## ТЕПЛОНАСОСНІ СИСТЕМИ

**Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Марченко Карина, здобувач вищої освіти**

*(Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна)*

*Теплонасосні системи (ТН) широко використовуються в Швейцарії для опалення та охолодження будівель. Ця технологія стала особливо популярною завдяки своїй енергоефективності та здатності скоротити викиди  $\text{CO}_2$ . Використання теплонасосів відповідає амбітним цілям країни в рамках "Енергетичної стратегії 2050", спрямованої на зниження залежності від викопних джерел енергії та досягнення вуглецевої нейтральності.*

Теплонасосні системи переносять тепло з одного середовища до іншого, використовуючи електроенергію для підвищення або зниження температури. Існує кілька типів теплонасосів, які широко використовуються у Швейцарії:

1. **Повітря-повітря та повітря-вода:** Ці системи використовують тепло з навколишнього повітря і можуть бути встановлені з мінімальними витратами на буріння або викопні роботи. Вони підходять для більш помірних регіонів і популярні у багатоквартирних будинках і офісах.

2. **Вода-вода:** Ці системи використовують тепло підземних вод або



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 природних водойм. Вони також є дуже ефективними, але потребують специфічних умов і дозволів для встановлення.

Переваги використання теплонасосів:

1. **Висока енергоефективність:** Теплові насоси використовують менше електроенергії порівняно з традиційними електрообігрівачами, що дозволяє знизити витрати на енергію.

2. **Екологічність:** Використання ТН значно знижує викиди парникових газів, оскільки для роботи цих систем не потрібні викопні види палива. У поєднанні з електрикою з відновлюваних джерел, таких як гідроелектростанції, ТН є практично вуглецево нейтральними.

3. **Цілорічна функціональність:** Теплові насоси можуть використовуватися для обігріву взимку та охолодження влітку, що робить їх універсальним рішенням для швейцарського клімату.

4. **Економія коштів:** Хоча початкові інвестиції у встановлення ТН можуть бути високими, їх експлуатаційні витрати є низькими, що дозволяє швидко окупити витрати завдяки зменшенню витрат на енергію.

Сфери застосування теплонасосних систем.

- **Житловий сектор:** Велика кількість приватних будинків і багатоквартирних будівель оснащені теплонасосними системами, які забезпечують опалення та гарячу воду. Багато нових будівель одразу проектується з урахуванням теплонасосних систем для мінімізації енергоспоживання.

- **Комерційні та громадські будівлі:** Теплові насоси активно встановлюються в офісних і громадських будівлях, що дозволяє значно знизити енергетичні витрати великих об'єктів. Школи, лікарні та адміністративні будівлі у Швейцарії також використовують ТН, що сприяє підвищенню енергоефективності на державному рівні.

- **Централізовані теплові системи:** У деяких швейцарських містах встановлені великі теплові насоси, які використовують тепло ґрунту або водойм для забезпечення теплом цілих районів.



Недоліки та перспективи розвитку

Хоча теплонасоси дуже популярні у Швейцарії, існують певні недоліки, пов'язані з їх використанням:

- **Початкові інвестиції:** Вартість встановлення ТН, особливо геотермальних систем, може бути високою. Проте субсидії та знижені

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 експлуатаційні витрати допомагають зменшити цей бар'єр.

- **Технічні обмеження:** Для встановлення певних видів ТН потрібні спеціальні умови (наприклад, стабільний рівень ґрунтових вод для систем вода-вода), що може обмежувати їх використання в певних регіонах.
- **Підвищення попиту на електроенергію:** Оскільки ТН потребують електроенергії для роботи, зростання їх кількості збільшує навантаження на електромережу. Однак завдяки великій частці відновлюваної електроенергії в країні це навантаження частково компенсується.

Приклади використання теплонасосів

- **Цюріх:** Багато будівель у місті використовують теплові насоси як частину комплексного плану щодо сталого розвитку та зменшення викидів.
- **Женева:** В Женеві діє ініціатива щодо впровадження геотермальних систем для великих житлових комплексів і громадських об'єктів. Це дозволяє знизити енергетичні витрати міста та підвищити його енергетичну незалежність.

### **Список літератури:**

1. Гелетуха Г. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 2 / Г. Г. Гелетуха, Т. А. Железна // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, №4. – С. 94– 100.
2. Крупін В. Є. Перспективи використання відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії на сільських територіях у контексті сталого розвитку України / В. Є. Крупін, Ю. Р. Злидник // Управління розвитком. 2011. № 4. С. 91-93.

**УДК 621.432**

## **ЕКОНОМІЧНІСТЬ ТА ТОКСИЧНІСТЬ ДВОТАКТНОГО ДВИГУНА З КРИВОШИПНО-КАМЕРНОЮ ПРОДУВКОЮ**

**Фурніченко Д.П., Гембарський М.В. магістри, Антощенков В.М. к.т.н., доц.**  
*(Державний біотехнологічний університет)*

За останні роки в багатьох країнах світу намітилася тенденція відродження інтересу до двотактних бензинових ДВЗ для перспективних легкових і малолітражних вантажних автомобілів, які на думку провідних фахівців у найближче десятиліття можуть стати серйозним конкурентом чотиритактному двигуну.

Це пов'язано з такими суттєвими їх перевагами перед чотиритактними двигунами, як компактність, менша маса, простота конструкції, краща рівномірність характеристики моменту, що крутить, висока питома потужність і менша собівартість виготовлення.

Ряд компаній, удосконалюючи робочий процес і роблячи ставку на переваги двотактного ДВЗ, готуються до виробництва або вже почали випускати автомобілі з двотактними двигунами.

Шляхом організації робочого процесу двотактних бензинових двигунів, що забезпечує стабільне та ефективне згоряння збідненої паливо-повітряної суміші на режимах часткових навантажень, на яких вони переважно працюють в

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 експлуатації, можливе підвищення економічності при одночасному зниженні токсичності двотактних бензинових двигунів.

Порівняння основних показників двотактних бензинових ДВЗ застосування до автомобіля з чотиритактними двигунами свідчить про значну їхню перевагу за компактністю, питомою масою, простотою виготовлення та обслуговування. Разом з тим, вони, хоч і наближаються, все ще не можуть конкурувати з чотиритактними ДВЗ за найважливішими показниками - паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів.

Причиною низької економічності та великої емісії  $CO$  і  $CH$ , особливо на режимах часткових навантажень, є недосконалість робочого процесу двотактних бензинових двигунів, зокрема погане перебіг процесу згоряння і, як наслідок, нестійка робота на малих навантаженнях.

Відомо, що ці недоліки можуть бути усунені значною мірою шляхом реалізації регулювання ступеня стиснення на часткових навантаженнях. У цьому напрямі працюють багато дослідних центрів, фірми-виробники автомобілів та окремі винахідники.

Успіху у визначенні необхідних параметрів двотактного бензинового ДВЗ при змінному ступені стиснення не можна досягти не розглянувши і кількісно не оцінивши робочий процес та конструктивні особливості двигуна. Складність перебігу параметрів робочого процесу в двотактному двигуні з кривошипне-камерною продувкою в умовах змінного ступеня стиснення полягає в наступному:

1. При зміні ступеня стиснення створюються, завдяки наявності випускного та продувних вікон, нові умови процесів газообміну, стиснення та згоряння-розширення.

2. У разі регулювання ступеня стиснення за рахунок відносного переміщення поршня або циліндра відбувається зміна геометричних розмірів прохідних перерізів органів газорозподілу, через що змінюються умови та параметри взаємодії термодинамічних процесів у двигуні.

3. При описі процесів важливі точні кількісні результати розробки конструкції двигуна.

Аналіз особливостей конструкції та робочих процесів двотактних ДВЗ з кривошипне-камерною продувкою дозволяє з деяким наближенням припустити, що під час зміни ступеня стиснення в циліндрі двигуна вихідні параметри в продувному компресорі (тиск і температура на впуску, тепло обмін і т. д.) залишаються незмінними. При цьому можлива помилка у визначенні абсолютних показників продувного компресора не повинна вплинути на характер залежності основних параметрів двигуна від ступеня стиснення.

Поліпшити економічні та одночасно токсичні показники двотактного бензинового двигуна можливо вдосконаленням процесу згоряння на часткових режимах шляхом регулювання ступеня стиснення. У цьому випадку розширюються межі ефективного збіднення суміші та покращується робота двигуна на холостому ході та малих навантаженнях.

Теоретичні дослідження показали, що збільшення ступеня стиснення на часткових режимах призводить, крім поліпшення протікання термодинамічного

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 циклу, до зміни фаз газорозподілу, більшого наповнення кривошипної камери і зниження прямих втрат горючої суміші при газообміні. Так, збільшення ступеня стиснення від 7 до 17 зменшує час-перетин випускного вікна на 36%.

### **Список використаних джерел**

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згоряння : підручник / М. Г. Сандомирський, Л. М. Варваров, В. М. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, Р. В. Антощенко, М. Л. Шуляк ; за ред. проф. А. Т. Лебедева. Харків : ХНТУСГ, 2021. – 258 с.
2. Антощенко В. М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.
3. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст] : підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 248 с. - Б. ц.

**УДК 631.3.62-93**

## **ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ОБПРИСКУВАННЯ**

**Капустян М.А., Бугайов В.Г., Гуков Я.Ю., магістранти**

*Сумський національний аграрний університет*

*Поточне дослідження спрямоване на ефективний контроль норми внесення в польових обприскувачах за допомогою використання пропорційних клапанів із швидким реагуванням, щоб зменшити помилки через зміни швидкості.*

Постійне вдосконалення технологій застосування пестицидів призвело до створення різноманітного асортименту пестицидів, які мають вирішальне значення для задоволення сучасних потреб споживачів і забезпечення достатнього запасу продуктів харчування. Однак ці пестициди, хоч і сприяють захисту та росту рослин, створюють певні ризики для навколишнього середовища та здоров'я живих організмів, у тому числі людей. Підтримання рівномірної норми внесення на одиницю площі має вирішальне значення для ефективного використання пестицидів за допомогою польових обприскувачів, оскільки їх нерівномірний розподіл знижує ефективність обробки та сприяє утворенню залишків нецільових пестицидів [1].

Помилки в застосуванні можуть призвести до виявлення залишків пестицидів у повсякденних споживчих продуктах, таких як приготовані страви, вода, вино, фруктові соки та корми для тварин. Кілька факторів, пов'язаних з обладнанням і методами застосування, можуть впливати на охоплення та ефективність застосування пестицидів. Зокрема, такі параметри, як швидкість руху та тип сопла/розмір крапель, є вирішальними для впливу на покриття розпилення, якість, ефективність і потенційний дрейф крапель. Доведено, що більша швидкість руху призводить до посиленого утворення дрібних крапель,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 що, як наслідок, підвищує ризик знесення бризок [2].

Кілька досліджень задокументували більший дрейф пестицидів і зменшення покриття, пов'язане зі збільшенням швидкості руху трактора. Крім того, з часом може розвинути стійкість до шкідників, що погіршує ефективність боротьби зі шкідниками. Успішне застосування пестицидів залежить від використання каліброваних розпилювачів, якими керують навчені особи. Однак недоліки, що є результатом неправильно відкаліброваного обладнання, призводять до втрати тисяч галонів пестицидів і мільярдів доларів.

Дослідження, проведене в Північній Дакоті в Сполучених Штатах, виявило значні варіації в нормах внесення пестицидів, при цьому 60% аплікаторів перевищували або занижували заплановану норму більш ніж на 10%, а в деяких випадках кількість перевищувала 30%. Дослідження в першу чергу пояснює ці проблеми такими факторами, як зношені наконечники сопел, неточно відкаліброване обладнання або нездатність підтримувати необхідну швидкість потоку під час польового застосування [3].

Ефективний контроль норми розпилення вважається важливим для точного застосування пестицидів. Традиційні польові обприскувачі на основі тиску, які не мають систем керування, вимагають від операторів постійного керування як швидкістю трактора, так і тиском у системі, щоб підтримувати постійну норму внесення.

Для вимірювання витрати в напірній лінії системи обприскувача існує декілька типів витратомірів рідини, таких як турбінні, вихрові, електромагнітні та ультразвукові витратоміри. При дослідженні різних систем вимірювання витрати ультразвукові витратоміри широко використовуються через їх високу чутливість. З часом контролери норми розпилення були інтегровані в сільськогосподарські обприскувачі для ефективного керування нормами внесення у випадках, коли швидкість руху змінюється під час польових робіт. Деякі такі методи керування зараз широко доступні для використання в системах керування обприскуванням сільського господарства та суміжних галузях, а саме: PID (пропорційно-інтегральна похідна) керування, нечітке керування, керування нейронною мережею та інтелектуальні системи управління. Ці системи в основному використовують пропорційні клапани для контролю потоку рідини в напірній лінії. Однак повільний час відкриття та закриття цих клапанів, що досягає 15 с, вказує на неприйнятну динаміку руху. Коли обладнання розпилювача прискорюється або сповільнюється, обмеження регулятора норми та системи стають більш очевидними, що потенційно може призвести до недостатнього або надмірного внесення [1, 3].

### **Висновок.**

Притаманні коливання швидкості руху тракторів під час застосування в поєднанні з помилками в експлуатації значно ускладнюють підтримку цільової швидкості. Однак досягнення бажаної цільової норми застосування є вирішальним для оптимального охоплення пестицидами та ефективності, а також економічної життєздатності. Норма внесення (л/га) визначається витратою (л/хв) і швидкістю трактора (км/год). Таким чином, точність сигналів зворотного зв'язку від датчиків витрати та швидкості, а також точність клапанів, які

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 контролюють потік, мають вирішальне значення для мінімізації помилок застосування.

### **Список використаних джерел**

1. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. *Peanut Sci.* 2021, 48, 87–96.
2. Shan C.; Wang G.; Wang H.; Xie Y.; Wang H.; Wang, S.; Chen, S.; Lan, Y. Effects of Droplet Size and Spray Volume Parameters on Droplet Deposition of Wheat Herbicide Application by Using Uav. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2021, 14, 74–81.
3. Grella, M.; Gioelli, F.; Marucco, P.; Zwertvaegher, I.; Mozzanini, E.; Mylonas, N.; Nuyttens, D.; Balsari, P. Field Assessment of a Pulse Width Modulation (PWM) Spray System Applying Different Spray Volumes: Duty Cycle and Forward Speed Effects on Vines Spray Coverage. *Precis. Agric.* 2022, 23, 219–252.

**УДК 631.3.62-93**

## **ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ОБПРИСКУВАННЯМ**

**Гуков Я.Ю., Капустян М.А., Бугайов В.Г. магістранти**

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою дослідження є проведення аналізу досліджень застосування автоматизованих систем контролю обприскуванням, зокрема вплив їхнього застосування на показники якості внесення засобів захисту рослин.*

Пестициди та поживні речовини неминуче потрібні для ефективного та економічного виробництва сільськогосподарських культур. Зростання цін на вхідні матеріали та 11,5 мільярдів доларів щорічних витрат на агрохімікати у 2019 році у поєднанні з постійно зростаючим тиском на користувачів пестицидів і добрив щодо мінімізації ненормованого внесення спонукали зацікавлені сторони вдосконалювати обладнання для розпилення для підвищення точності внесення. Урожайність і якість значною мірою залежать від правильного внесення пестицидів по всьому полю. Надмірне внесення може призвести до збільшення витрат на виробництво, а також потенційної шкоди посівам і навколишньому середовищу, тоді як недостатнє внесення може призвести до неефективного контролю шкідників, що потенційно призведе до втрати врожаю.

Більшість контролерів обприскувачів, які сьогодні використовуються на самохідних обприскувачах, є системами на основі керування потоком. Контролер норми глобально відстежує та регулює норми внесення на основі швидкості автомобіля в реальному часі та ширини внесення, тоді як оператор зосереджується на нагляді за роботою в цілому. Інтерфейс користувача пропонує оператору гнучкість для моніторингу та зміни параметрів керування додатками на ходу. Системі керування розпилювачем Dickey–John SC 1000 на основі тиску вдалося підтримувати похибку менше 5% при швидкості руху від 3,2 до 9,7

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 км/год. Використання регулятора норми розпилення порівняно з наземною системою зменшило помилки внесення з 18% і 5% до 7% і 1% [1].

Інші дослідники оцінили обприскувач зі змінною нормою і виявили, що зміни норми зазвичай складаються з плавного збільшення або зменшення норми гербіциду, за винятком різкого підвищення норми внесення, коли встановлена норма змінюється з ВИМК. на УВИМК. Використання швидкого регулюючого клапана спричинило стрибки витрати, які досягали 450 л/га між старою (ВИМК.) і новою (300 л/га) цільовою нормою [2].

Використання технології автоматичного контролю секції (ASC) в Алабамі допомогло зменшити надмірне внесення пестицидів і добрив на 1–12% за один прохід через поля, а також покращити захист навколишнього середовища, перешкоджаючи розповсюдженню на нецільових зонах, включаючи рослинні фільтрувальні смуги та трав'яні водні шляхи. Технологія ASC закриває електромагнітні клапани штанги/форсунки щоразу, коли обприскувач охоплює площу, яку вже обприскали, або якщо зони без розпилення в точкових рядах.

Контролери норми використовують глобальну систему позиціонування (GPS) для визначення просторового розташування та контролю запланованого потоку до кожної секції штанги або насадки. Таким чином, виробник ніколи не застосовує більше одного разу вже обприскані ділянки поля, усуваючи перекривання, покращуючи ефективність, заощаджуючи час і ресурси та зберігаючи природні ресурси. Використання технології ASC потенційно призводить до зменшення площі обприскування на 15,2–17,5% завдяки ефективному управлінню секціями штанги. Виробники можуть потенційно зменшити площу надмірного внесення з 12,4% до 6,2%, використовуючи ASC замість ручного керування увімкненням/вимкненням секції штанги [3].

Однак контролери додатків мають властиві обмеження на швидкість реакції. Помилки внесення для систем прямого вприскування можуть досягати 40% для неправильно оброблених ділянок поля, а інколи концентрація хімікатів у віддалених форсунках може змінюватися після 80-метрового шляху після бажаного кроку зміни місця введення команди на контролер.

Час затримки для системи контролю норми для забезпечення точних норм внесення в заданих межах бажаної норми може становити від 15 до 55 с. Час реакції системи керування у відповідь на прийом приймача DGPS може досягати 2,2 с із збереженням горизонтальної точності 1 м.

Окрім систем керування та часових затримок GPS, бокове розташування форсунок уздовж штанги також може впливати на величину та часову появу помилок норми внесення.

### **Висновок.**

ASC повільно стає частиною пакету систем керування обприскувачем завдяки простоті використання та визнанню фермерами відчутних переваг, зокрема економії. Ефективне просторове застосування за допомогою ASC залежить від здатності контролера витрати точно контролювати витрату системи, таким чином підтримуючи правильні норми внесення під час активації ASC. Дія увімкнення/вимкнення вимагає швидкого часу реакції між апаратними компонентами для підтримки ефективності програми.

### **Список використаних джерел**

1. Grella, M.; Gioelli, F.; Marucco, P.; Zwertvaegher, I.; Mozzanini, E.; Mylonas, N.; Nuyttens, D.; Balsari, P. Field Assessment of a Pulse Width Modulation (PWM) Spray System Applying Different Spray Volumes: Duty Cycle and Forward Speed Effects on Vines Spray Coverage. *Precis. Agric.* 2022, 23, 219–252.
2. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. *Peanut Sci.* 2021, 48, 87–96.
3. Shan C.; Wang G.; Wang H.; Xie Y.; Wang, H.; Wang, S.; Chen, S.; Lan, Y. Effects of Droplet Size and Spray Volume Parameters on Droplet Deposition of Wheat Herbicide Application by Using Uav. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2021, 14, 74–81.

**УДК 631.3.62-93**

### **ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ РОБОТИ ОБПРИСКУВАЧІВ**

**Курда О.О., Курса В. В., Трикаш Е.С. магістранти**

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою публікації є проведення аналізу факторів, що впливають на якісні показники роботи обприскувачів, зокрема таких як площа покриття, відхилення від норми, знос крапель.*

Застосування пестицидів є невід'ємною частиною вирощування просапних культур. Використання пестицидів для боротьби з бур'янами, комахами та хворобами неухильно зростало протягом багатьох років. Комплексне дослідження, проведене щодо використання пестицидів для 20 вибраних культур з 1990 по 2020 рік, показало, що використання пестицидів різко зросло більш ніж у три рази за перші два десятиліття, з 88,7 мільйонів кг активного інгредієнта пестицидів у 1990 р. до 286,7 млн кг у 2001 р., а потім дещо знизився до 236,1 млн кг у 2008 р. Ця тенденція збільшення використання пестицидів зберігається до сьогодні і показує, що застосування пестицидів було основним компонентом витрат на виробництво просапних культур [1].

Наразі спостерігається зростаюча тенденція використання сільсько-господарських обприскувачів із ширшими штангами (ширина внесення  $\geq 26,4$  м) разом із застосуванням на швидкості, що перевищує номінальну ( $\geq 19,3$  км/год), щоб охопити більше гектарів та заощадити час. Однак загальним занепокоєнням при збільшенні швидкості руху є зменшення норми внесення через загальну зменшену кількість загальних крапель спрею, які досягають цілі [2].

Зміна швидкості руху під час внесення пестицидів також впливає на продуктивність сопла та розподіл крапель за розміром. Збільшення швидкості руху призводить до збільшення утворення більш дрібних крапель, тим самим збільшуючи потенціал розпилення. Кілька досліджень повідомляють про більший дрейф пестицидів і зменшення охоплення, пов'язані зі збільшенням швидкості застосування. Якість розпилення є важливою характеристикою розпилення, яка використовується для класифікації типу насадки на основі



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 розміру краплі. Якість розпилення також впливає на покриття та дрейф частинок. Як правило, звичайні форсунки з плоским соплом (такі як Teejet або XRC), які створюють дрібні краплі спрею, використовуються для нанесення контактних пестицидів, оскільки необхідне більш широке покриття поверхні ґрунту чи листя. Однак підвищений дрейф пестицидів, пов'язаний із більш дрібними краплями, призвів до впровадження сопел Вентурі (таких як Teejet або ТТІ). Ці форсунки зі штучним інтелектом виробляють більш грубі краплі розпилення, які більше підходять для застосування системних пестицидів, мінімізуючи при цьому ризик дрейфу частинок розпилення [3].

Зміна швидкості руху в поєднанні з іншими експлуатаційними помилками робить підтримку цільової норми під час застосування пестицидів складним завданням. Однак підтримка цільової норми внесення (л/га) має вирішальне значення для застосування бажаної кількості пестициду (кг/га), а також для досягнення адекватного покриття та ефективності. Таким чином, різні технології точного розпилення були розроблені протягом багатьох років і доступні для використання на сільськогосподарських обприскувачах для підтримки точності внесення. Серед них контролер норми є однією з поширених технологій розпилення, яка допомагає у вирішенні проблем, пов'язаних із помилками внесення, пов'язаними з традиційними обприскувачами, шляхом контролю швидкості потоку та підтримки бажаної норми, незважаючи на зміни швидкості руху. Однак ці налаштування швидкості потоку здійснюються шляхом зміни тиску розпилення в системі, і будь-які зміни тиску розпилення також впливають на якість розпилення. Тому для сопла з фіксованим отвором збільшення тиску розпилення призводить до утворення великої кількості більш дрібних крапель. Таким чином, незважаючи на те, що зміни тиску розпилення допомагають підтримувати цільову норму внесення та можуть покращити покриття за рахунок збільшення виробництва дрібніших крапель, це збільшує потенціал дрейфу.

#### **Висновок.**

Ефективне та розумне використання пестицидів є важливим для продовження корисності та довговічності пестицидів у сільському господарстві. Підтримання точності внесення пестицидів при мінімізації помилок і нецільового руху пестицидів має вирішальне значення для забезпечення безпечного та ефективного застосування пестицидів.

Поряд із дотриманням найкращих практик управління одним із шляхів досягнення цього є ефективне використання доступних технологій розпилення, таких як контролер норми, автоматична секція штанги, індивідуальне керування форсунками. На покриття обприскування та ефективність застосування пестицидів може впливати багато обладнання та факторів, пов'язаних із застосуванням. Серед них швидкість руху та тип сопла/розмір краплі є важливими параметрами, оскільки вони можуть впливати на покриття, якість, ефективність та дрейф.

#### **Список використаних джерел**

1. Toraman, M.C. Effects of Leaf Surface Energy on Pesticidal Performance. *Tarim Bilim. Derg.* 2019, 25, 174–180.

2. Shan C.; Wang G.; Wang H.; Xie, Y.; Wang H.; Wang, S.; Chen, S.; Lan, Y. Effects of Droplet Size and Spray Volume Parameters on Droplet Deposition of Wheat Herbicide Application by Using Uav. Int. J. Agric. Biol. Eng. 2021, 14, 74–81.
3. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. Peanut Sci. 2021, 48, 87–96.

**УДК 631.3.62-93**

## **ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ПАРАМЕТРІВ РОЗПИЛУ**

**Трикаш Е. С., Курда О. О., Курса В. В., магістранти**

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою публікації є проведення аналізу факторів, що впливають на показники роботи форсунок обприскувачів, зокрема таких як площа покриття, продуктивність сопла, розподіл крапель за розміром, знос крапель.*

Основні вимоги до параметрів розпилу з метою досягнення найкращих результатів ґрунтуються на наступних показниках: здатності утримуватися; площі покриття і розподілу.

Ці параметри залежать як від препарату, так і від цільового об'єкта. Дуже дрібні і дрібні краплі, а також середні - найефективніші краплі, краще утримуються на поверхні рослин, ніж великі краплі, які мають тенденцію скочуватися з поверхні. Переважання дрібних крапель у факелі розпилу необхідно при обробці таких бур'янів, як вівсюг, види просянок на злакових культурах, при обробці бур'янів на гороху, в сім'ядольні стадії на цукровому буряку, інших культурах, а також при застосуванні контактних фунгіцидів і інсектицидів. Але дрібні краплі дуже сильно схильні до зносу і випаровуванню. Тому дуже важливо строго дотримуватися швидкісного режиму обприскувача, дотримуватися оптимальної зовнішньої температури повітря і мінімальних показників вітру. Великі краплі, проте, на диво добре підходять для культур, легко утримують краплі, наприклад, квасоля або олійні культури (через похилість листя, що не дає їм скочуватися або при ударі відлітати, як наприклад на капустяному листі) [1].

Значний вплив на здатність краплі утримуватися на оброблюваній поверхні надають прилипачі (ад'юванти), що містяться в препаратах або додані в робочий розчин при обробках. Знижуючи динамічний поверхневий натяг розпилюються крапель, дані кошти можуть скоротити непродуктивні втрати. Великі краплі легко проникають в стеблостій злакових культур, менше схильні до зносу і випаровуванню, але їх ефективність, особливо з контактними препаратами, може бути низькою. Найчастіше такі краплі краще підходять для внесення системних і ґрунтових гербіцидів [2].

При заданому обсязі рідини зменшення розміру розпилюваних частинок вдвічі, призводить до восьмиразового збільшення кількості утворених крапель, при цьому площа покриття плоскої поверхні листа або ґрунту може

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зрости до 4 разів. Цього можна домогтися шляхом підбору розпилювачів малих розмірів або збільшенням тиску в робочій системі обприскувача, але розпилювачі з малими розмірами менше витрачають робочого розчину, можуть забивається частіше і допускати огріхи при обробках. І навпаки - розпилювачі великих розмірів менше схильні до засмічення, але більше витрачають робочого розчину, а зі збільшенням тиску збільшується і витрата робочого розчину, і кількість дрібних крапель. В даному випадку витрата робочого розчину на 1 га потрібно регулювати швидкістю руху обприскувача, щоб залишатися в заданих параметрах. І не треба забувати про те, що саме дрібні краплі найбільш ефективні, але сильно схильні до зносу і випаровуванню [3].

Здатність до проникнення всередину стеблостою - один з ключових чинників, що впливають на вибір параметрів обприскування. Злакові культури являють собою вертикально зростаючі об'єкти, тому для них оптимальні краплі великого розміру з хорошою проникаючою здатністю, що падають вертикально вниз. У випадку з широколистяними культурами, навпаки, великі краплі осідають на верхній поверхні листя і не потрапляють на нижні яруси. Наприклад, для проникнення в стеблостій картоплі або бавовнику краще використовувати дрібнодисперсне розпорошення, тому що дрібні краплі переміщуються як в горизонтальній площині, так і краще проникають всередину крізь яруси листків. Досліди і практика перевірки якості обприскування на ВЧП (водочутливому папері) підтверджують це. Дрібні краплі за рахунок турбулентності проникають в усі яруси стеблостою, а також на нижню сторону листя, що дуже важливо при боротьбі зі шкідниками, що знаходяться і харчуються на нижній стороні листя. Такі краплі долітають навіть до самої землі. Але турбулентність, особливо при високих швидкостях руху обприскувача, може знизити якість обприскування за рахунок повільного осідання крапель і їх випаровування, тим більш, коли до уваги береться вітер і температурний режим при обробках.

#### **Висновок.**

Всі розпилювачі, в залежності від типу, конструкції, діапазону тиску, виробляють різну кількість і спектр крапель різних розмірів (дуже дрібні, дрібні, середні, великі і дуже великі), а пропорційне їх співвідношення може змінюватись. Оператори можуть використовувати даний факт для адаптації розміру крапель до густоті покриття і цільового об'єкту обробки. Розмір крапель важливий в будь-якому випадку. Важливо пам'ятати (при виборі розпилювача і ефективності обробки) фактори - об'єкт обробки, препарат і ризик знесення.

#### **Список використаних джерел**

1. Toraman, M.C. Effects of Leaf Surface Energy on Pesticidal Performance. *Tarim Bilim. Derg.* 2019, 25, 174–180.
2. Shan C.; Wang G.; Wang H.; Xie Y.; Wang H.; Wang, S.; Chen, S.; Lan, Y. Effects of Droplet Size and Spray Volume Parameters on Droplet Deposition of Wheat Herbicide Application by Using Uav. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2021, 14, 74–81.
3. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. *Peanut Sci.* 2021, 48, 87–96.

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРИТИСКНИМ ЗУСИЛЛЯМ НА СУЧАСНИХ СІВАЛКАХ

**Мачушко А.М., Фененко Я.Ю. магістранти**

*Сумський національний аграрний університет*

*Контроль притискної сили сівалки дозволяє висівним агрегатам підтримувати цільове навантаження на опорне колесо (НК) у діапазоні опору ґрунту в межах поля. Управління притискною силою зазвичай встановлюється для цільової глибини посіву і може бути реалізовано як фіксоване, так і за допомогою автоматичного чи активного керування для досягнення бажаного НК.*

Сівалка просапних культур повинна розміщувати все насіння майже на однаковій глибині та з однаковою відстанню вздовж рядків. Щоб досягти цього, диски використовують вагу висівного агрегату для проникнення в ґрунт, утворюючи посівну борозну потрібної глибини. Опорні колеса контролюють глибину борозни, оскільки вони запобігають заглибленню дисків.

Виробники оснастили просапні сівалки механізмом для застосування додаткового навантаження на кожен рядкову одиницю для отримання борозни з бажаною глибиною посіву та здатністю постійно підтримувати цю глибину в усьому полі з різним ущільненням ґрунту, типом ґрунту та рештками. Це додаткове навантаження разом із власною вагою висівного агрегату називається притискною силою висівного агрегату. Притискну силу можна застосовувати за допомогою трьох систем: механічної, пневматичної та гідравлічної [1].

Гідравлічна система забезпечує швидший час реакції на зміну вимог притискної сили висівного агрегату порівняно з пневматичними системами. Ця система використовує гідравлічні циліндри для застосування додаткової притискної сили до висівних секцій, якщо необхідно. Перед посівом вибирається цільове навантаження на колесо, яке вважається достатнім для сівалки, щоб підтримувати бажану глибину посіву. Система підтримуватиме це значення для досягнення бажаного проникнення в ґрунт і сталої глибини посіву без ущільнення ґрунту. Датчик на колесі забезпечує зворотний зв'язок щодо навантаження на нього, що визначає, чи потрібно регулювати притискну силу. Ця система є перевагою, особливо на полях із різними умовами (обробіток ґрунту, текстура ґрунту, рельєф, рештки тощо), де потрібен миттєвий час реагування на умови поля, що постійно змінюються [2].

Однак існує мало знань про просторову мінливість НК, мінливість НК від ряду до ряду та про рекомендовані вимоги до контролю НК на сівалках, що працюють у фактичних польових умовах.

Стабільність глибини посіву та врожайності на початку вегетаційного сезону, такі як швидкість появи сходів і густина рослин, є ключовими параметрами, що визначають ефективність посіву сівалок і кінцеву врожайність соняшнику.

Нерівномірну появу сходів можна пояснити нерівномірною глибиною посіву та різними польовими умовами, такими як розподіл поживних залишків у системах без обробки ґрунту, умови посівного ложа та енергія насіння. Дослідження показали важливість посіву на оптимальну глибину, коли посадка понад порогову глибину може призвести до нерівномірного сходу рослин. показали, що глибина посіву була одним із головних факторів, що лежать в основі появи та вегетативного розвитку соняшнику. Досягнення бажаного кінцевого стану є важливим для отримання оптимальної врожайності. Глибокий посів може призвести до зниження сходів і поганого розвитку культури, що призведе до зниження врожайності на 6-22% [3].

#### **Висновок.**

Під час посіву притискна сила розподіляється між чотирма ключовими компонентами сівалки: відкриваючими дисками, направляючими колесами, закриваючими колесами та очисниками рядів або сошниками. Замикаючі колеса та очищувачі рядків поглинають відносно невелику частину притискної сили, і ця величина залишається відносно постійною. Більша частина притискної сили розподіляється між відкриваючими дисками, що вимагає певного навантаження, щоб створити борозну на бажану глибину для посіву, і направляючими колесами для підтримки глибини посіву.

#### **Список використаних джерел**

1. Налаштування сівалок при проблемах з посівом і глибиною заробки насіння [Електронний ресурс] // Поради від команди DEKALB. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/porady-vid-monsanto/nalashtuvannja-sivalok>.
2. Правильний посів: основні фактори, що впливають на врожайність під час сівби польових культур. [Електронний ресурс] // AgroDay. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroday.com.ua/2019/05/14/pravylnyj-posiv-osnovni-factory-shho-vplyvayut-na-vrozhajnist-pid-chas-sivby-polovyh-kultur/>.
3. Легкодух І. Автоматизовані системи контролю якості сівби для просапних сівалок [Електронний ресурс] / І. Легкодух, Н. Легкодух // Агросеа. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT\\_POGORILOGO/](https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT_POGORILOGO/).

## **ВПЛИВ ҐРУНТОВИХ УМОВ НА РОБОТУ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРИТИСКНИМ ЗУСИЛЛЯМ НА СУЧАСНИХ СІВАЛКАХ**

**Фененко Я.Ю., магістрант, Мачушко А.М., магістрант**

*Сумський національний аграрний університет*

*Це дослідження було проведено з метою кількісно оцінити мінливість притискного зусилля в режимі реального часу між окремими висівними секціями в межах просапної сівалки, запрограмованої для впровадження постійного контролю притискної сили під час роботи в полі.*

Під час посівних робіт вимоги до навантаження на відкриваючий диск суттєво змінюватимуться через зміну фактичних польових умов, таких як зміна текстури ґрунту, вологості, поверхневих залишків, рельєфу, швидкості руху, ущільнення ґрунту від руху сільськогосподарської техніки та конструкції дисків для відкриття борозни. Наприклад, із застосуванням фіксованої притискної сили посів на легкому текстурованому ґрунті потребує меншого навантаження на відкриваючі диски для створення борозни на потрібну глибину, і більше навантаження буде нести коліщатко. Навантаження на вимірювальне колесо називається навантаженням на направляюче колесо (НК) і підтримує контакт колеса із землею, забезпечуючи підтримку бажаної глибини під час посіву [1].

З іншого боку, створення борозни на більш важкому текстурованому ґрунті вимагає більшого навантаження на диски для розкриття ґрунту, що зменшує величину НК. У якийсь момент відкриваючі диски можуть вимагати додаткового навантаження, ніж доступне НК, і ця ситуація може спричинити втрату контакту опорного колеса з землею, що може призвести до мілкового посіву.

Рішення полягає в тому, щоб збільшити кількість додаткового навантаження, що прикладається до висівної секції або іноді називається «запасом» для відкриваючого диска, щоб досягти бажаної глибини та міцно тримати коліщатко на землі.

Однак застосування занадто великого навантаження може спричинити більшу глибину посіву, а також ущільнення бічних стінок, що може призвести до поганого розвитку коренів. Тому важливо вибрати відповідний рівень НК, який дозволить дискам мати додаткове навантаження, яке вони можуть використовувати в будь-якій пропорції без шкоди для глибини посіву насіння та не викликаючи ущільнення бічних стінок [2].

Здатність ґрунту проводити електричний струм вимірюється його електропровідністю (ЕП) і зазвичай повідомляється в мілісіменс на метр (мСм/м). Електричний струм може проходити через ґрунт через 1) ґрунтовий розчин води та іонів у мережі пор, 2) катіони, прикріплені до поверхні частинок глини, і 3) частинки ґрунту, з'єднані одна з одною. Дослідження показали, що на більшості полів вищі значення ЕП пов'язані з вищим вмістом глини та органічної речовини, ніж у зонах з нижчим, таким чином, електропровідність має сильну кореляцію з розміром часток ґрунту та текстурою, а також із засоленням. Таким

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 чином, просторові дані ЕП ґрунту можуть бути використані для диференціації текстури ґрунту в межах поля [3].

Ґрунт із вищою ЕП ґрунту вимагав би більшої сили, прикладеної дисками для відкривання, щоб відкрити насінневу борозну, що зменшило б навантаження (або силу) на колеса і навпаки. Знайти оптимальну притискну силу може бути складно, оскільки умови посіву відрізняються у полі.

Через мінливість полів і ґрунтів висівні агрегати можуть навіть вимагати окремого контролю один від одного, щоб досягти рівномірної глибини посіву. Загалом, керування притискною силою на сівалці може здійснюватися або окремою висівною секцією, або секціями керування, що складаються з кількох висівних секцій за допомогою пружин натягу, подушок безпеки або гідравлічних циліндрів. Як правило, контактний тиск коліс із ґрунтом збільшується за рахунок збільшення натягу пружини через паралельні з'єднання, які кріплять рядкові блоки сівалки до рами інструменту.

Нові сівалки використовують гідравлічний циліндр або пневматичні приводи для регулювання передачі ваги на висівні агрегати для належного контакту коліс із ґрунтом.

### **Висновок.**

Правильні механізми керування притискною силою сівалки відіграють важливу роль у запобіганні ущільненню ґрунту та досягненні рівномірної глибини посіву. Попередні дослідження показали, що вимоги до тяги для відкриваючих дисків були вищими для важких порівняно з легкими ґрунтами.

Різні польові умови вимагають оптимального управління притискною силою для досягнення рівномірної глибини посіву. Однак обмежені опубліковані рекомендації щодо ефективного використання комерційно доступних технологій та обладнання для роботи з просторовою мінливістю НК заважають виробникам визначити відповідну систему управління мінливістю НК у типовому полі під час посівних робіт.

### **Список використаних джерел**

1. Налаштування сівалок при проблемах з посівом і глибиною заробки насіння [Електронний ресурс] // Поради від команди DEKALB. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/porady-vid-monsanto/nalashtuvannja-sivalok>.
2. Правильний посів: основні фактори, що впливають на врожайність під час сівби польових культур. [Електронний ресурс] // AgroDay. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroday.com.ua/2019/05/14/pravylnyj-posiv-osnovni-factory-shho-vplyvayut-na-vrozhajnist-pid-chas-sivby-polovyh-kultur/>.
3. Легкодух І. Автоматизовані системи контролю якості сівби для просапних сівалок [Електронний ресурс] / І. Легкодух, Н. Легкодух // Агросеа. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: [https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT\\_POGORIOLOGO/](https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT_POGORIOLOGO/).

## ОСНОВНІ ЕТАПИ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

Нестеренко Д. А., Якименко Є. В., Сич А. М. магістранти

*Сумський національний аграрний університет*

*Сільськогосподарський сектор перебуває під зростаючим тиском щодо підвищення продуктивності при мінімізації впливу на навколишнє середовище. Однією з ключових стратегій для досягнення цього балансу є впровадження технологій точного землеробства, включаючи внесення мінеральних добрив із застосуванням технології змінної норми.*

Диференційоване внесення добрив – один з найважливіших елементів точного землеробства. Воно передбачає, що добрива вносяться вибірково, там, де необхідність в тих чи інших добривах особливо актуальна. Причому застосовується два основних способи: внесення в режимі реального часу і внесення з попередньо підготовленої картою поля. Найчастіше застосовується другий варіант [1].

На 1-му етапі створюється попередня електронна карта поля по забезпеченості ґрунту хімічними елементами живлення. Це можна зробити декількома способами, які відрізняються один від одного комбінацією використовуюваного обладнання.

Наприклад, можна використовувати дані врожайності, записані прямо під час збирання врожаю в пам'ять бортового комп'ютеру комбайну. Аналіз врожайності дає можливість визначити «проблемні» ділянки, тобто ділянки з мінімальним рівнем врожайності, і саме там відібрати проби ґрунту для аналізу. Якщо можливості зібрати такі дані немає, то відібрати проби доведеться з усього поля.

На 2-му етапі – відбір ґрунту. Технологія відбору при точному землеробстві полягає, перш за все, у визначенні координат виділених ділянок на електронній карті. Місцезнаходження таких ділянок встановлюється за допомогою високоточного GPS-приймача [2].

Відбір проб для агрохімічного аналізу необхідно проводити з огляду на вертикальну структуру, неоднорідність ґрунтового покриву, рельєф і клімат місцевості.

Тут також є, різні методики:

- випадковий відбір проб – підходить для однорідних полів з невеликими змінами. Даний метод не підходить для точного землеробства, оскільки показує лише середні показники поля;

- виділення елементарних ділянок на підставі результатів моніторингу врожайності;

- еталонний відбір проб – добре підходить для неоднорідних полів з великою кількістю змін на поле (пагорби, зміни рельєфу і т.д.). Еталонний відбір проб зменшує площу обраного поля шляхом ділення його на ділянки розміром 5-10 га. Таким чином, після проведення аналізу повинні будуть дані рекомендації



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 по внесенню добрив для кожної такої ділянки. В ідеалі координати кожного еталонного ділянки повинні бути відзначені за допомогою GPS, або іншим способом, щоб в майбутньому можна було повернутися на нього для відбору проб і внесення добрив. Відбір зразків в одному і тому ж самому місці покаже картину щорічних змін на полі.

Як правило, точкові проби відбирають з орного горизонту ґрунту, де глибина становить 0-30 см, а відбір проб в заданій точці здійснюється ручним буром або автоматичним пробовідбірником [3].

3-й етап – лабораторний аналіз ґрунту. За результатами дослідження ґрунту в лабораторії отримують більш вичерпну та достовірну інформацію про хімічний склад ґрунту, а також його фізико-механічних показників. Ця інформація уточнить уявлення про родючість ґрунту. Крім того, стає можливим створення за допомогою спеціального програмного забезпечення електронної карти поля для точного землеробства.

4-й етап – розрахунок дози добрив на запланований врожай. З огляду на рекомендації агрохіміків з ефективного використання добрив проводиться розрахунок норми діючої речовини на гектар.

5-й етап – диференційоване внесення добрив. Карта-завдання завантажується в бортовий комп'ютер трактора. Під час руху трактора по полю при внесенні добрив бортовий комп'ютер, використовуючи дані позиціонування з високоточного GPS-приймача, зчитує інформацію з карти-завдання і керує положенням дозуючих заслінок, збільшуючи або зменшуючи подачу добрив.

### **Висновок.**

Внесення мінеральних добрив із застосуванням технології змінної норми є значним прогресом у сталому сільському господарстві. Поєднуючи агрономічні практики з охороною навколишнього середовища, змінні норми допомагають досягти подвійних цілей підвищення продуктивності сільського господарства та зменшення впливу на навколишнє середовище. Постійний їх розвиток і впровадження мають вирішальне значення для майбутнього сільського господарства, особливо в контексті глобальних викликів, таких як зміна клімату, деградація ґрунту та зростаючий попит на продукти харчування.

### **Список використаних джерел**

1. Сіяти соняшник зі змінною нормою чи ні? Результати дослідження на 50 полях [Електронний ресурс] // Агроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/siyaty-sonyashnyk-zi-zminnoyu-normoyu-chy-ni-rezultaty-doslidu-na-50-polyah/>.
2. Du, J. Effect of Organic Fertilizer Substitution for Chemical Fertilizer and the Level of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Regulation on Apple Production. Master's Thesis, Shandong Agricultural University, Shanghai, China, 2022.
3. Alameen, A.A.; Al-Gaadi, K.A.; Tola, E.K. Development and performance evaluation of a control system for variable rate granular fertilizer application. Comput. Electron. Agric. 2019, 160, 31–39.

## ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ В РЕЖИМІ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ

Сич А. М., Нестеренко Д. А., Якименко Є. В. магістранти

*Сумський національний аграрний університет*

*Досвід застосування технології змінних норм висіву насіння в Україні свідчить, що приріст врожаю з поля сягає у середньому до 10% і вище в порівнянні з використанням однієї норми висіву. Застосування технології автоматичного відключення секцій під час посіву кукурудзи дає можливість уникнути перекриттів і перевищення густоти рослин та дозволяє заощаджувати від 3 до 8% насіння.*

Технологія диференційованого внесення добрив дозволяє оптимізувати використання ресурсів до 40%, а в деяких випадках і більше. Навіть перший, найпростіший крок до точного землеробства, який не потребує значних витрат — аналіз ґрунту і картографування його властивостей, дає можливість оптимізувати використання ресурсів і підвищити ефективність технології до 20% і вище.

Точне землеробство має на меті збільшити прибутки ферми та зменшити вплив на навколишнє середовище шляхом коригування виробничих ресурсів, таких як добрива, до певних рівнів, що відповідають кожній ділянці поля. Характеристика просторової мінливості ґрунту в межах полів є першим важливим кроком до впровадження точного землеробства.

Відбір проб ґрунту за сіткою можна використовувати для визначення просторової мінливості родючості ґрунту в межах поля та зазвичай використовується для забезпечення основи для рекомендацій щодо змінної норми (VR) добрив. Значні варіації у вмісті поживних речовин у ґрунті можна виявити на невеликих ділянках, таких як сітка відбору проб 0,30 м на 0,30 м, особливо для вмісту фосфатів, з коефіцієнтом варіації (CV) до 52% [1].

Вони також виявили, що CV коливається від 18% до 82% навіть на деяких інтенсивно проаналізованих суб-сайтах із сіткою відбору проб 60 м<sup>2</sup>. Тим не менш, останні дослідження внесення добрив зі змінною нормою (VR) враховували мінливість у межах площі до 1 га. Насправді адаптація VR для таких великих територій загалом подібна до підходу середньої норми внесення (UR), але в меншому масштабі. Оскільки притаманна просторова мінливість поля в межах невеликої сітки відбору проб є значною, технологію VR слід впроваджувати на невеликих площах (наприклад, 2 м<sup>2</sup>) [2].

Дуже небагато досліджень порівнювали VR і UR для внесення фосфорних (P) добрив з використанням доступного обладнання VR для площ менше 1 га. Це пояснюється тим, що потрібна велика кількість зразків для стандартного аналізу, щоб показати мінливість поля, що збільшує вартість.

Нещодавні дослідження, що порівнювали реакцію врожайності на P, показали невеликі відмінності або відсутність відмінностей між удобреннями VR

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 і UR. На шести полях штату Іллінойс під кукурудзу та сою] не виявили відмінностей в урожайності між VR і UR добривами на основі вибірки сітки 1 га. Також дослідження показали, що хоча VR іноді і призводить до підвищення врожайності порівняно з UR, він рідко збільшує чисту віддачу від удобрення через збільшення витрат на відбір проб ґрунту та внесення добрив. Досліди виявили невелике збільшення врожайності для VR, але вони дійшли висновку, що збільшення витрат на відбір зразків ґрунту компенсує перевагу зростання врожайності [3].

Вибірка з розміром сітки менше одного гектара рідко використовується дослідниками, оскільки вважається, що збільшення врожайності при меншому розмірі сітки не може компенсувати вартість відбору та аналізу проб ґрунту. Таким чином, з одного боку, було доведено, що підхід VR здатний підвищити врожайність, але з іншого боку вартість додаткових стандартних тестів ґрунту може переважити дохід від зростання врожайності. Тому відбір більшої кількості проб ґрунту на гектар для аналізу поживних речовин не є економічним варіантом.

### **Висновок.**

Рекомендації щодо застосування поживних речовин повинні бути скориговані для якомога дрібнішої сітки відбору проб, щоб просторову мінливість можна було виявити навіть на невеликій території (до метра). Цього можна досягти на практиці лише за умови використання нового методу вимірювання, такого як система застосування VR на основі датчиків. Метод на основі карти для VR не підходить, оскільки він базується на обмеженій кількості зразків на гектар. Крім того, цей підхід може створювати помилки через використання системи позиціонування під час збору даних та в інтерполяції між дискретними спостереженнями під час створення прикладних карт. Датчик ґрунту у видимому (VIS) та ближньому інфрачервоному (NIR) діапазонах, Дослідження надали багатообіцяючі результати щодо деяких поживних речовин у ґрунті і пропонують можливості для застосування VR-добрив на ходу.

### **Список використаних джерел**

1. Du, J. Effect of Organic Fertilizer Substitution for Chemical Fertilizer and the Level of Nitrogen, Phosphorus and Potassium Regulation on Apple Production. Master's Thesis, Shandong Agricultural University, Shanghai, China, 2022.
2. Сіяти соняшник зі змінною нормою чи ні? Результати досліду на 50 полях [Електронний ресурс] // Агроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/siyaty-sonyashnyk-zi-zminnoyu-normoyu-chy-ni-rezultaty-doslidu-na-50-polyah/>.
3. Alameen, A.A.; Al-Gaadi, K.A.; Tola, E.K. Development and performance evaluation of a control system for variable rate granular fertilizer application. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 160, 31–39.

## ОСОБЛИВОСТІ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ЗМІННИХ НОРМ

Кузьмів Я. В., Скрипченко Я. В., Тіщенко А. В. магістранти

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою дослідження є проведення аналізу досліджень застосування автоматизованих систем контролю норми, зокрема вплив їхнього застосування на показники якості внесення мінеральних добрив.*

Точне землеробство дозволяє фермерам керувати полями з набагато кращою роздільною здатністю порівняно з традиційним принципом «все поле». Багато хто вважає, що використання методів точного землеробства дозволяє краще керувати поживними речовинами, застосовуючи лише те, що потрібно для росту культур, що забезпечує агрономічні, економічні та екологічні переваги порівняно з традиційним підходом: загальним внесенням. Впровадження точного землеробства зазвичай складається з розбиття поля на менші одиниці, які називаються зонами управління.

З обладнанням для технологій змінних норм (VRT) ускладнюється зміна швидкості під час застосування, що вимагає нового рівня знань і навичок для використання цієї технології. Ті, хто впроваджує технології точного землеробства, мають проблеми з відсутністю доступної технічної інформації та навчальних програм для збирання та використання систем точного землеробства.

Стандарт ASAE S351.2, Процедура вимірювання рівномірності розподілу та калібрування гранульованих розсіювачів (Стандарти ASAE, 2012), забезпечує єдину процедуру тестування, оцінки продуктивності та звітування про результати випробувань розсіювачів. Стандарт описує методологію, за допомогою якої можна оцінити структуру розподілу розповсюджувача розповсюдження за допомогою 1-D ряду панорам. У цьому стандарті чітко визначено специфікації тестової установки, пристроїв для збору, процедури тестування, ефективну ширину валка, специфікацію норми тестування та інші протоколи [1].

Незважаючи на те, що стандарт стосується застосування єдиної норми внесення (UR), він не містить міркувань щодо тестування обладнання VRT. На сьогоднішній день не було опубліковано жодного стандартного чи визначеного протоколу тестування для оцінки VRT. Одна проблема полягає в тому, що насправді слід перевірити, щоб кількісно визначити точність застосування VRT; окремі компоненти, що утворюють систему як єдине ціле. Що ще важливіше, дуже небагато виробників обладнання забезпечують достатній контроль норми внесення добрив для VRT, і необхідні майбутні дослідження, щоб зрозуміти вплив різних джерел помилок VRT.

Таким чином, для оцінки обладнання VRT необхідні стандартні процедури тестування та звітності. Відомі роботи де досліджували розподіл застосування гранульованого матеріалу в полі. Вони описали методологію, засновану на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 стандарті ASAE S3771 і провели випробування однодискового навісного розкидача добрив. В роботі модифікували ASAE S3561.2, щоб включити 2-D масив для оцінки VR застосування гранульованих продуктів, щоб допомогти у тестуванні гранульованих аплікаторів. Двовимірні матриці панорам дозволяла охарактеризувати шаблони розподілу разом із можливістю фіксувати шаблони розподілу під час змін швидкості [2].

Коефіцієнт варіації (CV) є засобом кількісної оцінки варіативності та точності застосування. ASAE S323.2 вимагає звітувати про CV під час тестування аплікаторів, тоді як виробники та спеціальні аплікатори прийняли обчислення CV як прийнятний підхід до кількісної оцінки точності нанесення. Нижчі CV вказують на рівномірний розподіл. Спіннерні розкидачі, як правило, демонструють CV, що варіюються від 4% до 14%; однак нерівності рельєфу можуть значно збільшити до 22 або 33. Повідомили, що CV в діапазоні від 16% до 21% є типовими для польових випробувань спінерних розкидачів [3].

Дискові розкидачі з поворотним диском покладаються на перекриття схеми розподілу, щоб досягти застосування, яке вимагає більшої ширини тестування, ніж ефективна ширина розкидання. Перекриття та перекриття під час паралельних проходів створює помилки застосування. Автори визначили змінну ширину валка для розкидачів за нормальної роботи, що створює потенційні помилки внесення через недотримання правильної відстані між проходами. В роботі повідомили, що 12% поля мали перекриття або перекриття. Таким чином, послідовність на належній відстані від проходу до проходу є важливою. Подібним чином швидкість машини і пересічена місцевість впливають на продуктивність спінерного розкидача. CV збільшився з 11% до 34% при переході від роботи на гладкій до шорсткої поверхні.

### **Висновок.**

Зона керування як підобласть поля, що виражає однорідну комбінацію факторів, що обмежують врожайність, для якої підходить єдина норма внесення певної культури. Хоча технологія змінних норм (VRT) стала загальноприйнятим методом у сільськогосподарському виробництві для просторово змінних вхідних даних, усунення помилок застосування шляхом належного калібрування та експлуатації має вирішальне значення для забезпечення точної роботи VRT.

### **Список використаних джерел**

1. Alameen, A.A.; Al-Gaadi, K.A.; Tola, E.K. Development and performance evaluation of a control system for variable rate granular fertilizer application. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 160, 31–39.
2. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. *Peanut Sci.* 2021, 48, 87–96.
3. Przywara, A.; Santoro, F.; Kraszkiwicz, A.; Pecyna, A.; Pascuzzi, S. Experimental study of disc fertilizer spreader performance. *Agriculture* 2020, 10, 467.

## ПЕРЕВАГИ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ТЕХНОЛОГІЯМИ ЗМІННИХ НОРМ

Тіщенко А. В., Кузьмів Я. В., Скрипченко Я. В., магістранти

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою дослідження є проведення аналізу переваг і недоліків застосування автоматизованих систем контролю норми, зокрема вплив їхнього застосування на показники якості внесення мінеральних добрив.*

Технологія змінної норми додає новий вимір до внесення гранульованих добрив. Замість того, щоб швидкість аплікатора залишалася на фіксованому значенні під час роботи в полі, потрібна динамічна відповідь системи для досягнення змінних норм (VR) внесення. Динаміка аплікатора має важливий вплив на продуктивність аплікатора VR. Набір компонентів, як-от приймач GPS, комп'ютер, програмне забезпечення віртуальної реальності та контролер віртуальної реальності, інтегровано для забезпечення роботи VR. Кожен компонент створює певний рівень помилки, який потім перетворюється на загальну помилку системи VR. Загальна помилка може бути сумою помилок окремих компонентів, що означає, що можуть існувати ефекти взаємодії. Додавання компонентів VR може вимагати унікальних процедур калібрування та експлуатації обладнання для мінімізації помилок застосування на відміну від традиційної практики [1].

Більша частина роботи над VR була спрямована на розробку апаратного та програмного забезпечення та впровадження цих систем VR. Дослідження відстають від оцінки точності застосування цих систем та виявлення потенційних джерел помилок. Були висловлені занепокоєння щодо точності VR застосування пестицидів і добрив при використанні карт внесення. Дослідження показують, що динамічне зважування розкидача добрив для автоматичного калібрування пристрою контролю потоку під час внесення добрив необхідне для підтримки належного осадження гранульованого матеріалу з системи VR. Однак точне дозування не залежить від точного розподілу матеріалу аплікатором. Результуючий масовий потік повинен бути правильно розподілений для внесення добрив на конкретну ділянку [2].

Оптичний датчик або система візуалізації можна використовувати для прогнозування місця потрапляння частинок добрива та забезпечення безперервної оцінки розподілу матеріалу під час внесення в поле. Можуть виникати асиметричні нерівномірності в моделях розподілу.

Таким чином, оцінка структури розподілу в реальному часі та осадження матеріалу забезпечать інструменти зворотного зв'язку для підтримки рівномірного застосування гранульованих аплікаторів VR. Точне просторове внесення добрив вимагає контролю над миттєвим потоком і розподілом добрив. Наразі жоден комерційно доступний розкидач не має обох цих характеристик.

Кількісне визначення затримки або часу затримки системи VRT дозволяє

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 належним чином налаштувати функцію «прогнозування», яка надається в більшості пакетів програмного забезпечення, припускаючи однакову реакцію системи на збільшення та зменшення змін швидкості. Авторами описано змішування рідких добрив і контроль потоку, щоб мінімізувати час затримки транспортування матеріалу. Вони прийшли до висновку, що варіації швидкості та суміші покращуються шляхом: контролю потоку до кожного компонента системи, зменшення часу відгуку залучених насосів і клапанів, мінімізації об'єму з'єднувальних шлангів, адекватного змішування і змішування якомога ближче до форсунок. Для внесення рідин транспортна затримка інжектора VR становила від 18 до 58 секунд, що вказує на те, що час затримки різниться по штанзі для кожної форсунки. Ці затримки спричиняють помилки програми, оскільки зміна швидкості відбувається після або раніше бажаного часу. Значне покращення продуктивності VR може бути досягнуто за допомогою командного керування подачею [3].

Помилки також вносяться в моделі розподілу через наявність значного часу затримки в різних соплах або точках внесення по всій ширині розкиду. Молін та ін. повідомили, що час відгуку розкидача добрив VR становив 3,1 секунди для збільшення крокової зміни та 5,7 секунди для зменшення крокової зміни. Розкидувач VR також застосовував менше бажаної норми під час цих тестів до -28% в одному випадку. Детальний опис калібрування не надано. Ці результати вказують на те, що для правильного коригування змін норми до бажаного місця в часі потрібні різні «попередні» часи.

### **Висновок.**

Змінний масовий потік є кращим, оскільки регулювання швидкості контролюється виключно оператором, створюючи стомлююче завдання для водія та прискорюючи втому водія. Однак автоматичне керування надає рішення для керування швидкістю руху, щоб зменшити помилки застосування, які виникають при зміні масового потоку.

Майбутні дослідження можуть допомогти визначити, чи бажано контролювати швидкість руху, масовий потік або обидва одночасно, щоб мінімізувати помилки застосування VR. Це дослідження може запропонувати, щоб задані швидкості руху генерувалися разом із нормами внесення для застосування VR.

### **Список використаних джерел**

1. Virk, S.; Prostko, E.; Kemerait, R.; Abney, M.; Rains, G.; Powell, C.; Carlson, D.; Jacobs, J.; Tyson, W. On-Farm Evaluation of Nozzle Types for Peanut Pest Management Using Commercial Sprayers. *Peanut Sci.* 2021, 48, 87–96.
2. Alameen, A.A.; Al-Gaadi, K.A.; Tola, E.K. Development and performance evaluation of a control system for variable rate granular fertilizer application. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 160, 31–39.
3. Przywara, A.; Santoro, F.; Kraszkiewicz, A.; Pecyna, A.; Pascuzzi, S. Experimental study of disc fertilizer spreader performance. *Agriculture* 2020, 10, 467.

## ВПЛИВ НИЗЬКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Колеснік Ю. І. аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є порівняння відомих критеріїв оцінки плавності ходу між собою, які виявляють суперечливий характер даних та складнощі у виробленні єдиних рекомендацій.*

Проведений огляд літератури показує складність вибору факторів, які визначають здатність людини переносити вібрації. Тому очевидна важливість вироблення універсальної методики оцінки тяжкості впливу та визначення меж впливу вібрації на людину. Єдині вимоги до конструкцій тракторів та сільськогосподарських машин з безпеки та системи праці обмежують рівень вертикальних коливань на місці оператора не більше 0.1 g під час руху агрегату в поперечному напрямку щодо попередньої оранки зі швидкістю 9-10 км/год. Санітарні правила регламентують середні прискорення, що допускаються, лише в смугах частот 2-3 і 4-6 Гц [1].

Кордон зниження продуктивності праці від втоми визначає межу, перевищення якої може спричинити значне зниження продуктивності праці при виконанні більшості робіт і особливо таких, які не допускають появи сильної втоми, наприклад, при керуванні транспортним засобом.

Закордонні дослідники та дослідники нашої країни понад 50 років намагаються знайти об'єктивні критерії оцінки плавності ходу за впливу низькочастотних коливань на сидіння транспортних машин.

Існують прості та складні вимірювачі плавності ходу, проте до сьогодні питання про критерії остаточно не вирішено.

До простих вимірювачів плавності ходу відносяться: частота, амплітуда, швидкість, прискорення та швидкість зміни прискорень при коливаннях. При гармонійних впливах тіло здійснює коливання згідно із законом

$$a_z = a_{z_0} \sin \omega \cdot t \quad (1)$$

де  $\omega$  – кругова частота;  
 $a_{z_0}$  - амплітуда.

Тоді швидкість, прискорення та зміна прискорень визначається за формулами:

$$\begin{cases} |a_{z_{\max}}| = a_{z_0} \cdot 2\pi f = 6,28 \cdot a_{z_0} \cdot f \\ |a_{z_{\max}}| = a_{z_0} \cdot (2\pi f)^2 = 39,6 \cdot a_{z_0} \cdot f^2 \\ |a_{z_{\max}}| = a_{z_0} \cdot (2\pi f)^3 = 242 \cdot a_{z_0} \cdot f^3 \end{cases} \quad (2)$$

Дослідження Дикмана [2], що проводилися на вібраційному столі, дозволили встановити ступінь впливу різної частоти на організм людини. Так,



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
наприклад, відчуття людини при частотах коливань до 5 Гц пропорційно до прискорень, при частотах 5-40 Гц пропорційні швидкості, а при частотах вище 40 Гц - переміщенням. Звідси випливає, що відчуття людини при коливаннях можуть характеризуватись такою величиною, як «Фактором відчуття людини», що дорівнює:

$$\begin{aligned} J &= a_{z_0} f^2 \quad (\text{при } f < 5 \text{ Гц}) \\ J &= a_{z_0} f \quad (\text{при } 5 < f < 40 \text{ Гц}) \\ J &= a_{z_0} \quad (\text{при } f > 40 \text{ Гц}) \end{aligned} \quad (3)$$

При випробуванні не враховувалася диференційованість записаних прискорень із їх частотою. Тому без цього не можна пояснити, чому при однаковій величині прискорень із високочастотної та низькочастотної складових коливань більш неприємною є низькочастотна складова. У роботі [3] пропонується оцінка відчуттів оператора складнішими вимірювачами плавності ходу, такими як швидкість зміни прискорень, питома енергія коливань.

Для оцінки відчуттів тракториста по питомій енергії коливань використовується основний психологічний закон, згідно з яким відчуття людини від впливу різних подразників зростають пропорційно до логарифму інтенсивності подразнення.

Основним і істотним недоліком вимірювачів плавності ходу є припущення про вплив на тракториста гармонійного впливу. У реальних умовах на тракториста впливають коливання, що відбуваються нерегулярно, з різними частотами і амплітудами. Виходячи з цього, при випробуванні тракторів на значних дорожніх ділянках оцінюють плавність ходу по кривим розподілу прискорень та їх повторюваності. У своїх роботах автори вказують, що прискорення при низькочастотних коливаннях відіграють велику роль, порівняно з прискореннями високочастотних коливань.

Спроби порівняння відомих критеріїв оцінки плавності ходу між собою виявляють суперечливий характер даних та складнощі у виробленні єдиних рекомендацій.

Проблема полягає в кількісній оцінці плавності ходу трактора. Для цього має бути розроблена єдина система показників. Однак до цього часу такої загальноприйнятої системи показників немає.

### Список використаних джерел

1. Антощенко В. М. Трактори і автомобілі. Основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів: навч. посіб. Харків: ХНТУСГ, 2020. - 220 с.
2. Брусенцов В.Г., Брусенцов О.В., Бугайченко І.І., Кисельова С.О. Основи ергономіки: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. — 141 с.
3. Колеснік І.В., Пачин С.В. Основні методи віброзахисту. Принципи динамічного гасіння механічних коливань / Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» – ДБТУ. Харків, 2021, С.134.

Секція 2

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ  
МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ  
ТВАРИННИЦТВА**

## ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА РЕШЕТАХ З УДОСКОНАЛЕНОЮ КОНСТРУКЦІЄЮ ОЧИСНИКА РЕШІТ

Бакум М.В. к.т.н., доцент, Кречот М.М. к.т.н., доцент,  
Сіняєва О.В. ст. викл., Підгірний Д.Є., здобувачі ВО

*Державний біотехнологічний університет*

*A ball cleaner design has been proposed that is capable of increasing the completeness of cleaning blocked sieve holes and thereby improving the quality of grain material separation on sieves.*

Однією з основних операцій післязбиральної обробки зібраного врожаю зернових культур є його очищення від домішок та сортування зерна на відповідні цільові фракції. Найбільш широко для цього застосовується розділення компонентів зернового матеріалу за товщиною і шириною, яке виконується на решетах насіннеочисних машин. Основним конструктивним недоліком серійних штампованих решіт є їх забивання в процесі сепарації. Тому для очищення отворів решіт від заклинених часточок обов'язково застосовуються очисники.

Одним з найпоширеніших типів очисників є кульковий очисник плоских решіт, який включає плоскі решета, встановлені в решітному стані, під якими закріплені паралельно решетам відбивні поверхні, виконані із дротової сітки або фанери з отворами більшими отворів решета. Між ними встановлюються кулькові очисники решіт, які включають рухомі рамки з плоскими перегородками по всій висоті простору між решетами і відбивними поверхнями, які утворюють комірки для пружних кульок. Під час коливання решітного стану кульки підстрибують на відбивній поверхні і вдаряють знизу по решетах, очищуючи заблоковані отвори від частинок зернового матеріалу. Такі очисники надійні в роботі, довговічні і не потребують додаткового налагодження перед роботою. Але недоліком таких конструкцій кулькових очисників є утворення неочищених полос на решетах над високими перегородками комірок рамки (кульки не можуть дістатись до решета на ширину як мінімум половини їх діаметра від стінки комірок рамки з кожної сторони), що знижує якість сепарації сипких матеріалів. Крім того, прямокутні комірки рамки з плоскими високими перегородками відбивають кульки в поперек комірок, порушуючи тим самим періодичний ударний, по решету та відбивній поверхні. Це додатково знижує повноту очищення решіт від частинок зернового матеріалу, і, в кінцевому результаті, якість сепарації матеріалу.

Було розроблене рішення таких проблем шляхом впровадження конструкції кулькового очисника плоских решіт, який має перегородки рамки виконані об'ємними, у вигляді тригранної призми, висота яких рівна:  $h = H - R$  і з'єднані так, що утворюють комірки для кульок у вигляді рівностороннього шестикутника з кутом при вершинах рівним  $120^\circ$ , де  $h$  – висота перегородок рамки,  $H$  – відстань між решетом і відбивною поверхнею,  $R$  – радіус кульки.

Під час роботи решітного сепаратора сипкий матеріал подається на плоске решето і за рахунок його коливань переміщується по ньому, при цьому частинки матеріалу менші за розмірами решета просипаються крізь них, і далі крізь отвори відбивної поверхні та надходять до приймачів прохідової фракції. Частинки матеріалу більші за отвори решета переміщуються по ньому і надходять у сходову фракцію. Кульки ударяючись по відбивній поверхні і перегородках об'ємної форми рамки, відскакують від них і вдаряють по плоскому решету знизу, очищуючи заблоковані отвори від частинок зернового матеріалу.

Виконання перегородок рамки очисника у вигляді тригранної призми, з розміщенням її основи зі сторони відбивної поверхні, спрямовує кульки, які вдаряються об них, в сторону решета (а не в поперек комірок, як при плоских перегородках як у розповсюджених конструкціях), що підвищує інтенсивність ударів кульок по решету.

Зменшення висоти перегородок рамки на величину радіусу кульок суттєво зменшує ширину зони решета над перегородками, яку не мають можливість очищувати кульки. При рухомій рамці і певній інтенсивності заклинювання частинок матеріалу у отворах решета це в підсумку суттєво зменшує кількість заблокованих отворів решета і тим самим підвищує просівання частинок прохідової фракції.

Виконання комірок рамки очисника у вигляді рівносторонніх шестикутників з кутом при вершинах рівним  $120^\circ$  забезпечує не лише можливість кулькам очищувати решето над ними, а й виключає утворення повздовжніх зон неочищеного решета як у відомих конструкціях над повздовжніми перегородками рамки.

Таким чином, використання запропонованої конструкції кулькового очисника забезпечить підвищення повноти очищення заблокованих отворів решета і тим самим підвищить якість сепарації сипких матеріалів на решетах.

### **Список використаних джерел**

1. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Кречот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартирисян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162
2. Що до підвищення продуктивності вібросепараторів [Текст] / М. М. Кречот, О. В. Сіняєва, Р. О. Коваленко, С. О. Жарінова, В. О. Омелянчук // Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті : матеріали ХХ Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. - Харків : ДБТУ, 2024. - С. 10

## РОБОТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ДОЇННЯ КОРІВ: ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ

**Сиромятников Ю.М., к.т.н., Сиромятніков П.С., доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна*

*Проаналізовано перспективи використання роботів-доярів у молочному тваринництві. Представлені математичні моделі та графіки, які описують ключові аспекти автоматизації в системах тваринництва.*

**Вступ.** Автоматизація процесів у тваринництві є важливим напрямом розвитку аграрного сектора, що сприяє підвищенню ефективності та якості виробничих процесів. Дослідження ефективності роботизованих систем доїння у великих фермерських господарствах вказують на значне зниження стресу у тварин та підвищення продуктивності завдяки стабільним і точним технологічним операціям [1]. Застосування математичного моделювання для процесів годування великої рогатої худоби у автоматизованих системах дозволяє оптимізувати раціон та обсяг корму, що позитивно впливає на економічну ефективність господарств [2].

У сучасному тваринництві активно впроваджуються новітні роботизовані рішення, які забезпечують оптимізацію виробничих процесів і зменшення витрат ресурсів [3]. Такі технології також сприяють створенню комфортних умов утримання тварин, що є важливим фактором для їхньої продуктивності та добробуту [4]. Взаємозв'язок технічних рішень і стресових факторів у автоматизованих системах доїння вивчається з метою мінімізації негативного впливу зовнішніх умов на тварин, що є важливим аспектом стабільності роботи роботизованих комплексів [5].

Однак для ефективного впровадження таких технологій необхідно враховувати взаємозв'язок біологічних, технічних і економічних аспектів. У даній роботі розглянуто математичні моделі, які описують динаміку дозування корму, продуктивності тварин і роботів, а також вплив стресу на основні показники. Мета дослідження — створити теоретичну основу для оптимізації роботизованих процесів у тваринництві.

**Матеріали та методи.** У дослідженні використано математичне моделювання для опису процесів дозування корму, продуктивності корів і роботів-доярів. Диференційні рівняння враховують змінні параметри, такі як маса тварин, рівень стресу та ефективність роботів. Аналіз залежностей базувався на синусоїдальних функціях, які моделюють періодичні зовнішні впливи. Експериментальне моделювання включало варіації ефективності роботів, що відображають реальні умови. Для візуалізації результатів побудовано графіки динаміки ключових параметрів у часі. Розрахунки виконано в Python із використанням бібліотек NumPy і Matplotlib, що забезпечило точність і наочність аналізу.

**Результати дослідження.**

**Динаміка дозування корму.** Математична модель дозування корму (1):

$$D(t) = \frac{M(t) \cdot E}{\eta(t) \cdot V}, \quad (1)$$

де:  $D(t)$  – динамічне дозування корму (кг);  
 $M(t)$  – маса тварини, що змінюється з часом (кг);  
 $E$  – енергетична потреба тварини (МДж/кг);  
 $\eta(t)$  – коефіцієнт засвоюваності корму;  
 $V$  – об'єм кормороздавача (л).

**Динаміка продуктивності корів.** Модель продуктивності корів (2):

$$P(t) = P_0 \cdot e^{\alpha t} \cdot (1 - \beta S(t)), \quad (2)$$

де:  $P(t)$  – продуктивність корів у певний момент часу (л/день);  
 $P_0$  – початкова продуктивність (л/день);  
 $\alpha$  – коефіцієнт природного зростання продуктивності;  
 $\beta$  – коефіцієнт впливу стресу на продуктивність;  
 $S(t)$  – рівень стресу.

Рівень стресу моделюється як синусоїда (3):

$$S(t) = 0.1 + 0.1 \cdot \sin(0.5t), \quad (3)$$

де  $t$  - час

**Динаміка продуктивності роботів.** Модель обсягу молока, зібраного роботом (4):

$$Q_i(t) = R_i(t) \cdot T, \quad (4)$$

де:  $Q_i(t)$  – обсяг молока зібраний роботом  $i$  (л);  
 $R_i(t)$  – зміна продуктивності робота  $i$  (л/ год);  
 $T$  – час роботи робота (годин).

Продуктивність роботів змінюється за законом (5):

$$R_i(t) = R_{0i} \cdot (1 + 0.1 \cdot \sin(0.2t)), \quad (5)$$

де  $R_{0i}$  – базова продуктивність робота  $i$ .

**Динаміка рівня стресу корів.** Рівень стресу моделюється як синусоїдальна функція (6):

$$S(t) = 0.1 + 0.1 \cdot \sin(0.5t), \quad (6)$$

що враховує зовнішні фактори, які змінюються з часом.

Математичні моделі та графіки (рис.1) описують ключові аспекти автоматизації в системах тваринництва. Перша модель аналізує динаміку дозування корму. Формула (1.1) визначає дозування корму залежно від змінної маси тварини, коефіцієнта засвоюваності та енергетичних потреб. Графік (1) демонструє, як дозування змінюється з часом, враховуючи припустимі коливання  $\pm 5\%$ .

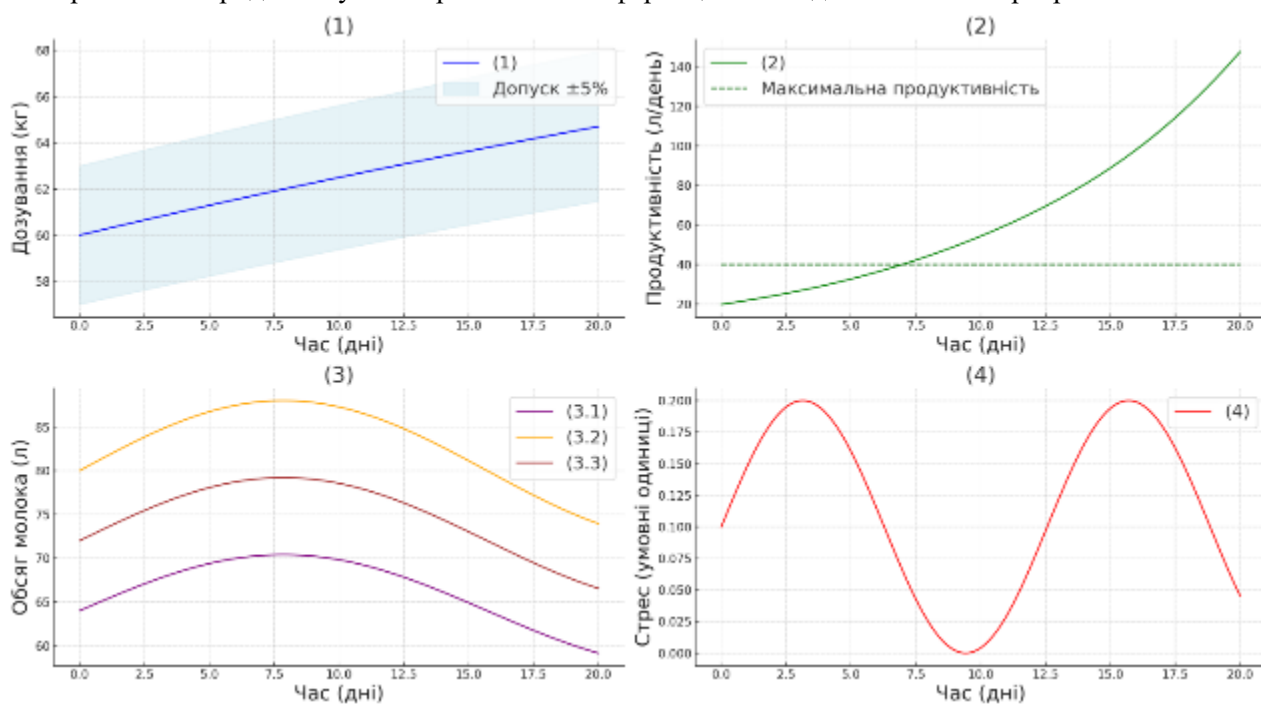


Рис.1 (1) Динаміка дозування корму залежно від маси та засвоюваності; (2) Продуктивність корів з урахуванням стресу; (3) Продуктивність роботів-доярів у часі; (4) Динаміка рівня стресу корів.

Друга модель описує динаміку продуктивності корів. Формула (2.1) показує залежність продуктивності від природного зростання та впливу стресу, рівень якого визначається формулою (2.2). Графік (2) демонструє, як продуктивність змінюється з часом, з урахуванням максимального значення та впливу стресу.

Третя модель аналізує продуктивність роботів-доярів. Формула (3.1) описує обсяг молока, зібраного роботом, з урахуванням змінної продуктивності, яка визначається формулою (3.2). На графіку (3) представлені дані для трьох роботів, кожен з яких має свою індивідуальну продуктивність із коливаннями.

Четверта модель описує динаміку рівня стресу корів. Рівень стресу змінюється відповідно до формули (4.1), враховуючи зовнішні фактори. Графік (4) ілюструє, як стрес змінюється з часом, впливаючи на продуктивність тварин, що враховано у другій моделі.

Ці математичні моделі дозволяють оптимізувати системи автоматизації, враховуючи вплив стресу, зміну параметрів тварин та ефективність роботизованих систем.

**Висновки.** Використання роботизованих систем у тваринництві підвищує ефективність виробництва, знижує стрес у тварин і покращує їхні умови утримання. Розроблені математичні моделі описують динаміку дозування корму, продуктивності корів і роботів-доярів, враховуючи масу тварин, рівень стресу та ефективність обладнання. Отримані результати можуть бути основою для оптимізації автоматизованих систем, що сприятиме підвищенню продуктивності й якості продукції.

### **Список використаних джерел:**

1. Герасименко В. І., Романов О. В., Іванченко С. С. Дослідження ефективності роботизованих систем доїння у великих фермерських господарствах // Вісник аграрної науки. 2020. №12. С. 78–84.
2. Мельник І. А., Сорока П. О., Савченко Т. В. Математичне моделювання процесів годування великої рогатої худоби у автоматизованих системах // Техніка і технології АПК. 2021. №3. С. 45–50.
3. Кравчук Л. М., Трофименко В. М. Роботизовані системи в тваринництві: новітні рішення для оптимізації виробничих процесів // Інновації в аграрному виробництві. 2019. №7. С. 102–107.
4. Петренко А. О., Василенко М. Г. Вплив автоматизації на продуктивність та комфортність утримання тварин // Науковий вісник біотехнологій. 2022. №8. С. 34–40.
5. Захарченко Ю. В., Коломієць О. Л. Взаємозв'язок технічних рішень і стресових факторів у автоматизованих системах доїння // Сучасні технології у тваринництві. 2023. №5. С. 88–93.

**УДК 631.362**

## **ШОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ СИСТЕМ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН**

**Бакум М.В. к.т.н., доцент, Крекот М.М. к.т.н., доцент, Понеділок Б.А.,  
Фомичов О.В., здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*A method for increasing the efficiency of the separation process in the aspiration systems of grain cleaning machines by equipping them with an additional mixing chamber and a pneumatic channel is proposed.*

У післязбиральній обробці зібраного врожаю широко використовуються пневматичні системи зерноочисних машин. Більш вузьке використання мають пневматичні сепаратори як окремі машини, в основному для попереднього очищення та для остаточного очищення і сортування окремих цільових фракцій.

Однією з таких машин є пневматичний сепаратор з вертикальним повітряним каналом, завантажувальним пристроєм та вентиляторною установкою з регулятором повітряного потоку та осаджувальною камерою [1]. Такі сепаратори прості в експлуатації і використовуються для попереднього очищення сипких матеріалів від легких домішок для покращення умов основного очищення на машинах з іншими робочими органами наприклад решетами трієрними барабанами, неперфорованими робочими поверхнями та ін. Повнота розділення на пневматичних сепараторах з вертикальним повітряним каналом, особливо зернових сумішей підвищеної вологості та засміченості, при значній продуктивності не висока.

Більш універсальними є конструкції пневматичних сепараторів з нахиленим повітряним каналом [2]. Вони, крім очищення від легких домішок,



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 забезпечують і одночасне сортування основного компонента за аеродинамічними характеристиками. Це забезпечує їх високу ефективність на підготовці посівного матеріалу сільськогосподарських культур за рахунок відокремлення найбільш виповненого насіння в посівну фракцію. Але при збільшенні величини подачі, товщини шару вихідного матеріалу, який надходить до аспіраційного каналу якість сепарації суттєво знижується за рахунок того, що легкі частки домішок, особливо крупних розмірів, які знаходяться в нижніх частинах шару не встигають відокремитись у відходову фракцію, тобто просіятись через увесь шар, навіть значно розпушений повітряним потоком. Вони разом з очищеною фракцією надходять до бункера готової продукції, що і знижує якість сепарації. Сучасні технологічні лінії, які встановлюються особливо на приймальних пунктах елеваторів потребують сепараторів з високою продуктивністю 100...200 т/год. а також якістю очищення, в першу чергу від легких домішок, які значно впливають на терміни зберігання зерна.

Покращення якості сепарації як окремими сепараторами так і аспіраційними системами зерноочисних машин можливо реалізувати за рахунок обладнання зерноочисної системи змішувальною камерою очищеного зерна зі спрямовуючою та відбивною поверхнями під якою розміщений додатковий аспіраційний канал (аспіраційний канал додаткової очистки), сама ж змішувальна камера розміщується під аспіраційним каналом основної очистки.

Технологічний процес в таких системах відбувається наступним чином. Під час роботи пневматичного сепаратора вихідний зерновий матеріал через завантажувальний патрубок надходить до завантажувального пристрою і дозувальним пристроєм подається до аспіраційного каналу. В ньому вихідний матеріал, особливо його верхній шар, очищується повітряним потоком що надходить з подавального патрубку. Очищене зерно і легкі домішки що знаходяться в нижній частині шару вихідного матеріалу і не змогли пройти через нього під дією повітряного потоку, надходять до змішувальної камери, а відпрацьований повітряний потік разом з легкими домішками по всмоктувальному патрубку надходить в осаджувальну камеру. В змішувальній камері зерновий матеріал потрапляє на спрямовуючу поверхню і самоплинно переміщуючись по ній розшаровується, в результаті чого зерно опускається на спрямовуючу поверхню, а легкі домішки спливають на поверхню шару матеріалу. При зсіпанні зернового матеріалу на відбивну поверхню підвищується самосортування зернового матеріалу за рахунок різної швидкості опускання різних часток. Закінчується перерозподіл часток зернового матеріалу на відбивній поверхні. Легкі домішки при сході з неї переміщуються у верхньому шарі. Таким шаром зернова суміш надходить до додаткового аспіраційного каналу. Повітряний потік, що надходить з подавального патрубку, проходячи через шар зернового матеріалу відокремлює легкі домішки, що залишились, і транспортує по всмоктувальному патрубку через додатковий канал до осаджувальної камери. Очищене зерно вивантажується самоплинно із сепаратора через вихідний патрубок осаджувальної камери. Таким чином завдяки перемішуванню шару зернового матеріалу відбувається поетапне відокремлення легких домішок з усієї товщини шару, що особливо ефективно

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 для високопродуктивних сепараторів.

### Список використаних джерел

1. Патент № 307 Україна, МПК (2006) B07B9/00. Зерноочишувальний сепаратор / Рида В.П. - № 97094551; опубл. 26.02.1999, Бюл. № 1. – 3 с.
2. Патент № 51675 Україна, МПК (2009) B07B4/00. Пневматичний сепаратор / Бакум М.В., Крекот М.М. - № 201001264; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14. 4 с.
3. Аналіз і удосконалення роботи каналних пневматичних сепараторів [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, А. А. Старіков, І. В. Голуб // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали ХХ Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. - Харків : ДБТУ, 2024. - С. 21

УДК: 637.1.004.9

## АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ГОДІВЛІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПЕРЕВАГИ

Сиромятников Ю.М., к.т.н., Сиромятніков П.С., доцент,  
Мальцева О.В. студентка

*Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна*

*У статті розглядаються сучасні технології автоматизованого годування тварин та їх впровадження в умовах промислового виробництва. Обґрунтовано необхідність автоматизації у зв'язку зі зростанням масштабів виробництва в тваринництві.*

**Вступ.** Автоматизація в тваринництві є важливим інструментом підвищення ефективності виробництва. Впровадження автоматизованих систем годування забезпечує точність дозування, зменшення втрат корму та оптимізацію ресурсів [1, 2, 3].

Метою дослідження є аналіз технологій автоматизованого годування, оцінка їх ефективності та розробка пропозицій для вдосконалення.

**Матеріали і методи.** Дослідження охоплювало 10 груп тварин, де оцінювали вагу, продуктивність і споживання корму. Оптимізація розподілу корму здійснювалась методом квадратичного програмування, моделювання роздачі — диференціальним рівнянням, прогнозування споживання — лінійною регресією. Ефективність оцінювалась ймовірнісним аналізом втрат.

Використовувались електронні ваги, автоматизовані системи годування із сенсорами, аналіз виконувався у Python. Експерименти тривали місяць у виробничих умовах на фермі з 300 тваринами.

### Результати досліджень.

**Оптимізація розподілу корму.** Модель оптимізації враховує кількість корму  $Q$ , що розподіляється серед  $n$  тварин з різними потребами. Математична постановка задачі (1):

$$\min \sum_{i=1}^n \left( \frac{(Q_i - D_i)^2}{D_i} \right) \quad (1)$$

де:  $Q_i$  – фактична кількість корму для  $i$ -ї тварини;  
 $D_i$  – необхідна кількість корму для  $i$ -ї тварини, розрахована на основі ваги, віку та продуктивності.

Обмеження:

$$\sum_{i=1}^n Q_i = Q_{\text{total}}, \quad Q_i \geq 0 \quad (2)$$

Розв'язок цієї задачі можна знайти за допомогою методів квадратичного програмування.

**Моделювання швидкості роздачі корму.** Динаміка роботи кормороздавача моделюється рівнянням (3):

$$\frac{dx}{dt} = v_0 - \alpha x \quad (3)$$

де:  $x$  – поточна кількість розданого корму;  
 $v_0$  – початкова швидкість роздачі;  
 $\alpha$  – коефіцієнт затухання.

Розв'язок рівняння:

$$x(t) = \frac{v_0}{\alpha} (1 - e^{-\alpha t}) \quad (4)$$

Це дозволяє прогнозувати час завершення роздачі для оптимального планування роботи системи.

**Прогнозування споживання корму.** Прогноз споживання корму базується на лінійно-регресійній моделі (5):

$$C_t = \beta_0 + \beta_1 W_t + \beta_2 P_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

де:  $C_t$  – споживання корму в момент часу  $t$ ;  
 $W_t$  – вага тварин в момент  $t$ ;  
 $P_t$  – продуктивність (наприклад надої) в момент  $t$ ;  
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  – коефіцієнти моделі;  
 $\varepsilon_t$  – випадкова похибка.

Навчання моделі проводиться методом найменших квадратів на основі емпіричних даних.

**Аналіз ефективності кормороздачі.** Ефективність кормороздачі моделюється через ймовірнісну функцію (6):

$$E = P(A > B) \quad (6)$$

де:  $A$  – кількість корму, яка потрапляє до годівниці;  
 $B$  – кількість корму, що втрачається під час транспортування.

Ймовірність обчислюється як (7):

$$P(A > B) = \int_{-\infty}^{\infty} f_A(a) \cdot F_B(a) \, da, \quad (7)$$

Функція ймовірності  $P$  залежить від параметрів системи (швидкість транспортування, характеристики матеріалів) і моделюється через розподіл ймовірностей  $A$  і  $B$  (рис.1).

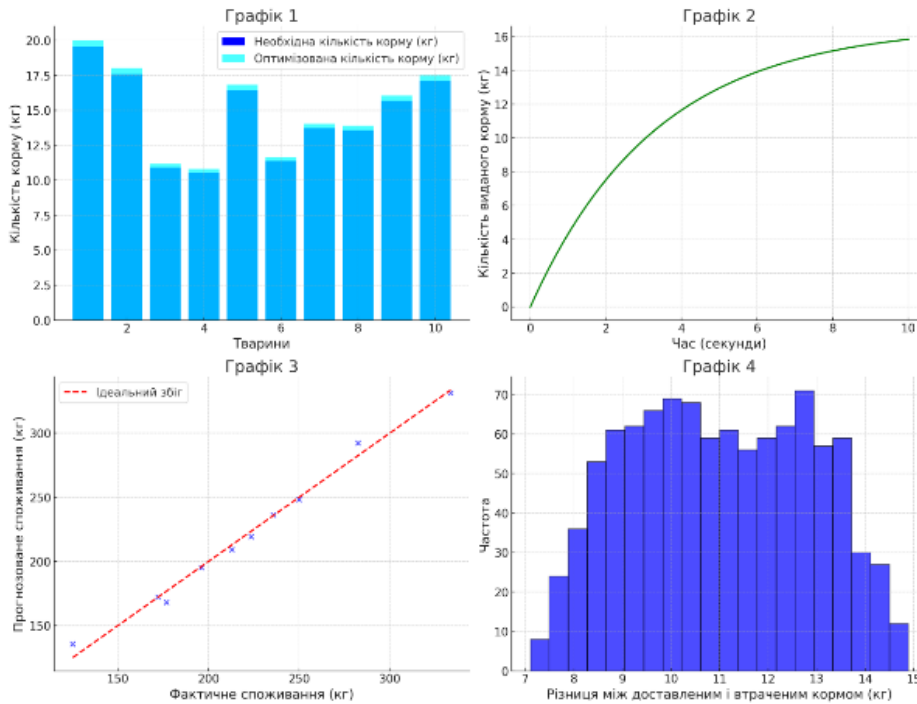


Рис.1. - Розподіл корму між тваринами (графік 1); динаміка роздачі корму у часі (графік 2); порівняння фактичного та прогнозованого споживання корму (графік 3); ефективність системи кормороздачі (графік 4).

Для аналізу автоматизованих систем годування були застосовані математичні моделі, результати яких представлені на відповідних графіках.

Формула (1,2) описує процес оптимізації розподілу корму, щоб мінімізувати розбіжність між необхідним і фактично виданим кормом. У результаті було розподілено 150 кг корму між 10 тваринами. Середня подача склала 15.0 кг на тварину, а максимальна різниця між потребою та оптимізованим значенням не перевищила 15%. Відповідний аналіз відображений на графіку 1, де видно, що оптимізовані значення наближені до потреби кожної тварини.

Формула (3,4) моделює динаміку роздачі корму, яка слідує експоненціальній залежності. Початкова швидкість роздачі складає 5 кг/с, а коефіцієнт затухання - 0.3. Аналіз результатів показує, що для досягнення 90% роздачі корму потрібно 7.67 с, а за 10 с. система роздає максимальні 15.84 кг корму. Це представлено на графіку 2, який демонструє плавний ріст виданого корму до насичення.

Формула (5) дозволяє прогнозувати споживання корму залежно від ваги тварини та її продуктивності. Наприклад, збільшення ваги на 10 кг додає 5.1 кг

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 до споживання корму, а кожна одиниця продуктивності (наприклад, літр молока) додає 0.86 кг. Модель має точність 95% і підтверджується на графіку 3, де фактичні значення корелюють із прогнозованими.

Нарешті, ефективність системи роздачі корму проаналізована через гістограму на графіку 4, яка показує, що втрати корму не перевищують 2 кг. У більшості випадків різниця між доставленим і втраченим кормом становить менше 1 кг, що свідчить про високий рівень ефективності системи.

### **Список використаних джерел**

1. Shablia V. P., Tkachova I. V. Machine and manual working actions for different manure removing technologies //Boletim de Indústria Animal. – 2020. – Т. 77. – С. 1-14.
2. Солоня О. В. и др. Застосування цифрових технологій у галузі тваринництва //Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2023.№ 4 (123). С. 43-50. DOI: 10.37128/2520-6168-2023-4-5.
3. Лаврук В. В., Будняк Л. М., Лаврук О. С. Проблематика залучення інвестицій у економічну модернізацію і підвищення конкурентоспроможності тваринництва //Агросвіт. – 2020. – №. 11. – С. 26-36.

**УДК 631.362**

## **ОБҐРУНТУВАННЯ НОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ РЕШІТ НАСІННЕОЧИСНОЇ МАШИНИ**

**Козій О.Б. к.т.н., доцент, Сіняєва О.В. ст. викл., Гайворонський В.О.,  
Задорожній А.О. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*Information is provided on increasing the efficiency of the separation process of grain materials on sieves by improving the shape of the separating surface of the sieve and its transverse bridges.*

Однією з основних ознак розділення насінневих сумішей є розмір. Найбільш поширене розділення компонентів суміші за розмірами відбувається за товщиною і шириною, що обумовлено простотою його реалізації, за допомогою решіт і сит. Але такі прості робочі органи як решета зазвичай мають низьку продуктивність, що потребує певних конструктивних та технологічних рішень.

Розділення компонентів зернових матеріалів за їх товщиною зазвичай виконується на плоских решетах з прямокутними отворами та поздовжніми і поперечними перемичками прямокутної форми між цими отворами. [1]. Такі конструкції решіт зручні в експлуатації, надійні і довговічні, але ефективність розділення на них невисока.

Для підвищення продуктивності решіт збільшують подачу вихідного матеріалу, що призводить до збільшення товщини його шару і тим самим ускладнення можливості просівання часток прохідової фракції як через шар

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 матеріалу до сепарувальної поверхні, так і ще більше через отвори решета. Для підвищення величини просівання збільшують довжину решета, що супроводжується зростанням габаритів сепараторів при їх проектуванні, або використовують багатократність пропусків вихідного матеріалу через сепаратор (у виробничих умовах), що підвищує травмування частинок матеріалу і підвищує собівартість процесу.

Крім того, використання поперечних перемичок отворів решета прямокутними призводить до зростання кількості заблокованих отворів частинками, які за розмірами не спроможні просіятись і переміщуючись вздовж прямокутних отворів упираються в поперечну перемичку і блокують отвір. Це зменшує робочий перетин решета і як результат знижує якість розділення матеріалів. Частково такі недоліки можна виправити використовуючи решета, у яких на поздовжніх перемичках між отворами виконані рифлі [2]. Такі конструкції сприяють інтенсифікації як перемішуванню шару матеріалу, так і спрямовуванню часток матеріалу у отвори решета. Але для розміщення рифлів на перемичках необхідно збільшувати їх ширину, що суттєво зменшує робочий перетин решета, а значить і величину просівання частинок прохідової фракції.

Вирішення таких недоліків решета без зниження пропускної спроможності решета можливо шляхом виконання сепарувальної поверхні в поздовжньому напрямку хвилеподібною з довжиною хвилі не меншої трикратної довжини проекції прямокутних отворів сепарувальної поверхні з поперечними перемичками, а також виконання поперечних перемичок у вигляді тригранної призми, причому на вершинах хвиль основа призм перемичок знаходиться на сепарувальній поверхні, а на боковинах і в нижній частині хвиль – з її нижньої сторони.

При впровадженні такого способу сипкий матеріал завантажується на початок решета рівномірно по всій ширині. Під дією коливань матеріал переміщується по хвилеподібній поверхні решета нерівномірно. Так, при переміщенні на ділянках підйому поверхні решета на висоту хвилі швидкість руху, особливо нижніх шарів матеріалу, дещо сповільнюється, а верхні – обганяючи їх, зсипаються на спадаючу частину сепарувальної поверхні хвиль, де швидкість руху матеріалу зростає, а товщина шару – відповідно, зменшується і тим самим частинки прохідової фракції із верхніх шарів матеріалу переміщуються на поверхню решета та просіваються через отвори.

Такий процес перемішування шарів сипкого матеріалу повторюється на кожному кроці хвиль сепарувальної поверхні решета. При цьому, умови просіювання частинок матеріалу через отвори на кожній хвилі, при виконанні її довжини не меншою трикратної довжини проекції отворів і поперечних перемичок, безперервно змінюються. На спрямованій вниз сепарувальній частині поверхні решета матеріал переміщується тонким шаром і рухається паралельно отворах, на впадинах хвилі частинки матеріалу потрапляють у отвори під кутом, близьким до  $90^\circ$ , а на заключній, спрямованій вгору, частині хвилі їх швидкість зменшується і в більшості вони перевертаються та рухаються під гострим кутом до площини отворів, що значно підвищує величину просівання часток прохідової фракції, що підвищує якість розділення матеріалів.

Виконання поперечних перемичок і у вигляді тригранних призм забезпечує положення їх боковин під гострим кутом до частинок, що рухаються вздовж отворів. Завдяки цьому частинки примусово спрямовуються в отвори на вершинах хвиль, де шар матеріалу тонкий і виштовхуються із отворів на боковинах та в нижній частині хвиль, що зменшує інтенсивність їх заклинювання в отворах і тим самим запобігає зменшенню робочого перетину решета.

Таким чином, виконання сепарувальної поверхні решета хвилеподібної форми, а поперечних перемичок між отворами у вигляді тригранних призм інтенсифікує процеси як перемішування сипкого матеріалу на решетах, так і просіювання частинок прохідової фракції через його отвори, що підвищує якість сепарації сипких матеріалів.

### Список використаних джерел

1. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструирование, расчет и проектирование. М.: Машиностроение, 1977, - 200 с.
2. Патент № 35148 Україна, МПК В07В1/28. Циліндричне решето / Тіщенко Л.М., Пуха В.М., Резніченко Ф.М., Абдуєва Ф.М. - № u200708038; опубл. 10.09.2008, бюл. № 17/2008. – 2 с.
3. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162

УДК 631.362

## ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБУ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ НА РЕШЕТАХ

**Бакум М.В. к.т.н., доцент, Крекот М.М. к.т.н., доцент,  
Козаченко О.В. д.т.н., професор, Гула А.О., Красільник І.С. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*The use of a new, more effective method of separating seed materials on sieves equipped with grooves of different sizes, which are selected depending on the parameters of the source material, is justified.*

В процесі сепарації насіннєвих матеріалів на решетах класичної конструкції їх продуктивність в значній мірі залежить від величини подачі матеріалу на решето та технологічних параметрів процесу сепарації. Так при надмірній подачі матеріалу його очищення якісно виконується тільки у нижніх шарах матеріалу за рахунок низької рухливості часток матеріалу по висоті шару.

Процес розділення компонентів насіннєвих матеріалів на класичних конструкціях решіт передбачає рівномірну подачу вихідного матеріалу по всій ширині решета, переміщення його вздовж решета з просіюванням компонентів прохідової фракції через його отвори та надходження у приймачі продуктів розділення [1].

Якість сепарації сипких матеріалів оцінюється повнотою просівання компонентів прохідової фракції (частинок матеріалу, які за розмірами менші розмірів отворів решета) через отвори решета. Необхідною умовою для цього є проходження таких частинок із різних шарів матеріалу до поверхні решета, а також неперешкоджання крупними компонентами (неперекривання ними отворів) їх просіюванню через отвори. Зрозуміло що такі умови в класичних способах сепарації на решетах, які реалізовані в серійних решітних сепараторах створюються зворотньо-поступальним коливальним режимом руху решіт. При цьому продуктивність сепарації, яка пов'язана допустимою товщиною шару матеріалу на решеті, залежить від довжини решета, яка визначає якість розділення і впливає на габарити самого сепаратора. Це й визначає основні недоліки класичного способу сепарації на решетах.

Цей недолік проявляється в меншій мірі при сепарації зернових матеріалів на вібраційних решетах, у яких за рахунок більш інтенсивних коливань решіт інтенсифікується процес перемішування шарів матеріалу, що переміщується по решетові та просівання часток прохідової фракції через отвори [2] Але при цьому продуктивність сепарації зменшується, через обмеження допустимої товщини шару матеріалу на решеті, більшу енергоємність і металоємність, що і обмежує їх широке використання на виробництві.

Ефективно інтенсифікувати процес перемішування шарів насінневого матеріалу при його сепарації на решеті можливо за рахунок примусового розшарування матеріалу в залежності від розміру його частинок. При цьому буде забезпечуватись перерозподіл крупних компонентів до верхнього шару, середніх за розміром компонентів у проміжні шари, а дрібних компонентів у нижній над решетом шар за рахунок, використання випуклих рифлів, які розташовані на перемичках між отворами решета і виконані різної висоти.

Сепарація насінневого матеріалу на решетах з рифлями потребує їх попереднього налагодження під параметри компонентів цього вихідного матеріалу. Налагодження заключається в тому щоб на перемичках між отворами розташовують випуклі рифлі (виступи) різної висоти. Кількість різних висот рифлів вибирають на одну менше кількості розмірних груп компонентів вихідного матеріалу, адже найбільш крупні компоненти мають відокремлюватись і переміщуватись по самих високих рифлях у верхньому шарі матеріалу, середнього розміру компоненти – по рифлях середньої висоти, а дрібні компоненти – перерозподіляються і переміщуються безпосередньо по поверхні решета. В кожному рядкові отворів решета, чергування висоти рифлів однакове, а між рядами отворів воно дещо зміщене, що забезпечує як постійний процес розшарування компонентів сипкого матеріалу, так і переміщення відсортованих фракцій окремими шарами.

Підготовлене удосконалене решето встановлюється в решітний стан і включається в роботу сепаратора. Вихідний насінневий матеріал рівномірним шаром подається по всій ширині решета і під дією коливань переміщується вздовж нього. Під час переміщення вздовж решета компоненти сипкого матеріалу контактують з рифлями, які примусово розшаровують цільний потік з перерозподілом крупних компонентів (високими рифлями) до верхнього шару,



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 середніх за розмірами компонентів у проміжні шари, а дрібних компонентів – у нижній шар над решетою.

Таким чином, компоненти прохідової фракції примусово перерозподіляються у нижній шар матеріалу безпосередньо на поверхню решета та інтенсивно просіваються через його отвори у прохідову фракцію. Частинки матеріалу середніх і великих розмірів переміщуються по рифлях і надходять у приймачі сходової з решета фракції, не заважаючи частинкам з дрібною фракцією просіватись через отвори решета. Це забезпечує підвищення як якості розділення компонентів сипких матеріалів, так і продуктивності сепараторів.

### **Список використаних джерел**

1. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструирование, расчет и проектирование. Изд. 2-е, перераб. - М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 5. Машина для очистки і сортування насіння. Харків: ОКО, 2005.- 438 с.
3. Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, М. Б. Мартиросян, І. М. Половенченко // Молодь і технічний прогрес в АПВ : Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 листоп. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 161-162.

**УДК 631.362**

## **ДО ОБҐРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ НА РЕШЕТАХ**

**Бакум М.В. к.т.н., доцент, Крекот М.М. к.т.н., доцент,  
Козій О.Б. к.т.н., доцент, Сіняєва О.В. ст. викл., Гула А.О.,  
Красільник І.С. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*The justification of approaches to choosing rational values of sieve separator parameters for effective separation of seed mixtures, especially those containing "inconvenient" components, is presented.*

Ефективність розділення на решетах насіннєвих сумішей за різницею розмірних характеристик їх компонентів залежить від повноти використання можливостей решітних сепараторів шляхом вибору раціонального набору значень параметрів управління процесом сепарації кожної суміші з врахуванням особливостей усіх компонентів вихідного матеріалу [1].

Основними параметрами (факторами) управління процесом сепарації сипких матеріалів на решетах є форма і розміри отворів решіт та перетинок між ними, габаритні розміри решіт, особливо їх довжина, профіль поверхні решіт та положення їх у просторі і режими їх роботи та величина подачі вихідного матеріалу.

Робочими елементами решета, які в першу чергу впливають на повноту розділення компонентів суміші, є його отвори та перетинки між ними, а також,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 їх форма і розміри. Для підвищення імовірності просівання компонентів прохідної фракції через отвори, їх форма повинна бути схожою або хоча б наближено подібною формі компонентів матеріалу. Так, для просівання плоских компонентів доцільно вибирати решета з прямокутними отворами, округлих компонентів – з круглими, а компонентів у формі тригранної призми – трикутні отвори. Для просівання плоских компонентів, у яких ширина значно перевищує їх товщину ефективно використовувати решета з випуклими перетинками між прямокутними отворами, які не лише спрямовують компоненти в отвори, а й сприяють їх повороту навколо бокової крайки перетинки. При відсутності таких решіт ширину прямокутних отворів необхідно вибирати не лише відповідну товщині компонентів, а й з урахуванням їх ширини.

Просівання компонентів циліндроїдальної форми, особливо видовженої форми, наприклад: вівса, вівсюгу, жита та ін., значно підвищується при розділенні на решетах, у яких робоча поверхня не плоска, а з систематичними профільованими випуклостями, на яких круглі отвори виконані не паралельно, а під певним кутом до напрямку руху матеріалу [2,3], при цьому отвори такого решета ніби підлаштовані під сталий напрямок руху видовжених циліндроїдальної форми компонентів, які завдяки цьому можуть просіватись одночасно із різних частин всього шару матеріалу, що переміщується по всій поверхні профільованого решета. Такі компоненти також ефективно виділяються на решетах з круглими отворами циліндричної, але продуктивність їх обмежена, адже процес сепарації відбувається лише на незначній (нижній) частині його поверхні.

Для просівання таких компонентів циліндроїдальної форми через круглі отвори плоских решіт їх діаметр визначають не лише відповідним ширині компонентів, а й з урахуванням їх довжини.

Суттєво підвищується інтенсивність просівання таких «незручних» компонентів циліндроїдальної форми із збільшенням товщини шару матеріалу на решеті, адже завдяки сегрегації якого вони зможуть займати положення сприятливі для просівання через його отвори. Це досягається вибором режиму роботи решіт, при якому відбувається інтенсивне перемішування шару (кипіння шару) під дією відповідного співвідношення амплітуди, частоти і спрямованості коливань решета.

Таким чином, за рахунок всебічного обґрунтування раціональних параметрів процесу сепарації конкретних насінневих сумішей, забезпечується суттєве підвищення як якості сепарації, так і продуктивності решітних машин.

### **Список використаних джерел**

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3. Машини для очистки і сортування насіння. Харків: Око, 2005.- 438 с.
2. Патент на КМ № 154457 Україна, МПК В07В 1/00. Спосіб підвищення продуктивності сепарації зернових матеріалів на перфорованих робочих поверхнях./М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.В. Сіняєва та ін.- №202301823; опубл. 15.11.23, Бюл. № 46.
3. Бакум М.В., Горбатовський О.М. Результати порівняльних випробувань

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
решітного сепаратора зі змінним нахилом решіт на сортуванні насіння огірків  
/ Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка.- Харків, 2010.- Вип. 93: Механізація с.г.  
виробництва. Том 1.- С.176-181.

**УДК 631.362**

## **ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Абдуєв М.М. к.т.н., доцент, Сабельніков Б.Г., Семенюк О.В. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

**Харченко Ф.М. к.т.н., доцент, Пономарьов М.Л. здобувач ВО**

*Сумський національний аграрний університет*

*The fluidity coefficients of the material were investigated. Flowability is understood as the ability of a material to flow out of the opening of any container under the action of its own gravity. The fluidity of materials was calculated based on the angle of natural slope.*

Динаміка сипких зернових матеріалів в машинах післязбиральної обробки залежить від їх властивостей. При цьому суттєво впливає вологість матеріалу. Крім того, вологість впливає на інтенсивність життєдіяльності мікроорганізмів, що вимагає постійного контролю [1]. В роботі наведено дослідження впливу властивостей зернових матеріалів на їх фізико-механічні властивості: коефіцієнт тертя, кут природного укусу, коефіцієнт плинності. Дослідження проведені на зернових матеріалах пшениці озимій.

Сушильна шафа - це традиційна методика перевірки вологості в зернових культурах. Перевірка в такому варіанті доволі тривала в часі, але досі дуже ефективна, незважаючи на її витіснення більш сучасними приладами аналізу.

Технологія вимірювання складається з наступних етапів: два бюкси наповнюють матеріалом. Потім їх поміщають у шафу, де витримують доти, доки рідина не зникне в повному обсязі. Стадії висушування аналізованого матеріалу виявляють шляхом використання аналітичних ваг. Результати заносили до 2 десяткового знаку.

Визначення коефіцієнтів тертя спокою насіння по сталевій площині проводилося за відомою методикою [2] на приладі, який складається з двох плит: горизонтальної нерухомої і похилої рухомої. До похилої плити струбцинами притискали випробовувану поверхню тертя, а досліджуваний матеріал поміщали на неї зверху. Кут нахилу плити збільшували до моменту початку ковзання випробовуваного матеріалу. За початку руху зразка відповідає тертя, що виражене відповідним коефіцієнтом, який враховує тертя при спокійному стані матеріалу:  $f = tg\varphi_n = tg\alpha$ , де:  $\alpha$  – кут нахилу площини до горизонту;  $\varphi_n$  – кут тертя спокою.

Кут природного укусу матеріалу визначали за допомогою приладу, що складається з лійки з засувкою випускного отвору, що закривається [3]. У лійку, укріплену на певній висоті, засипали зразок зерно (1 кг). Зерно висипаючись на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 горизонтальну поверхню, утворювало конус. За допомогою транспортира та лінійки вимірювали кут  $\varphi$ .

Також було досліджено коефіцієнти плинності матеріалу. Під сипучістю розуміють здатність матеріалу під дією власної сили тяжіння висипатися з отвору будь-якої ємності. Плинність матеріалів була розрахована за кутом природного укосу.

Вологість оказує безпосередньо вплив на вагу частинок матеріалу. Це відповідно змінює їх траєкторії руху. В рамках дослідження проведено визначення об'ємної маси зернового матеріалу в залежності від його вологості [3]. Для дослідження обрано діапазон вологості від 10% до 18%.

В результаті досліджень визначено вплив вологості на властивості матеріалів (табл.1).

Таблиця 1. Вплив вологості на значення властивостей матеріалів пшениці

Властивості	Вологість матеріалу			% зміни
	10%	14%	18%	
Об'ємна вага, кг/м <sup>3</sup>	748	770	791	80,00
Статичний коефіцієнт тертя	0,42	0,46	0,51	21,43
Кут природнього скосу, градусів	24,8	28	30,1	21,37
Коефіцієнт плинності	15,7	16	16,3	3,82

Таким чином, виявлено що вологість істотно впливає на фізико-механічні параметри зернового матеріалу озимої пшениці.

Підвищення вологості з 10% до 18% (на 80%) призводить до збільшення об'ємної маси матеріалу, коефіцієнта тертя, кута природнього скосу та коефіцієнта плинності.

В результаті досліджень також встановлено, що найбільший вплив (більше 21%) вологість оказує на статичний коефіцієнт тертя та кут природнього скосу матеріалу. Це потребує врахування при дослідженнях або проектуванні машин для післязбиральної обробки зерна.

### Список використаних джерел

1. Науково-технічне обґрунтування технології поліпшення біопотенціалу сільськогосподарських культур: монографія / [С. О. Харченко та ін.]; Сум. нац. аграр. ун-т. - Суми; Харків: Панов А. М., 2023. - 156 с.
2. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 3, розд. 7. Очистка і сортування насіння. – Харків: Око, 2006. – 407 с.
3. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : практикум / Ю.О. Манчинський, М.В. Бакум, В.І. Пастухов, О.М. Горбатовський, В.П. Леонов, А. В. Сергєєва, В.Ю. Манчинський ; за ред. Ю.О. Манчинського. – Харків, 2010. – 224 с.

## **АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ШИРИНИ ПЕРЕКРИТТІВ СУМЖНИХ ПРОХОДІВ АГРЕГАТІВ ПО ПОЛЮ**

**Кусков М.А. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження визначення агротехнічних вимог до ширини суміжних проходів агрегатів по полю та створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин та сільськогосподарської продукції.*

Вирощування сільськогосподарських культур включає сукупність взаємозалежних технологічних операцій, які виконуються у певний час і в заданій послідовності. До основних видів сільськогосподарських робіт відносяться: оранка, посів, боронування, луцення, дискування, культивація, коткування, внесення добрив та ін. Кожен вид роботи обумовлюється певними агротехнічними вимогами до якості виконання польових робіт для конкретних сільськогосподарських культур. Агротехнічні вимоги - це технологічний норматив та його допустимі відхилення, що забезпечує максимальну ефективність виконуваного прийому та створює оптимальні умови для проведення наступних механізованих робіт. Мета вимог – досягнення показників, що забезпечують оптимальні умови росту та розвитку рослин або отримання продукції заданої якості за найменших витрат. Вимоги містять перевірені багаторічною практикою показники, що забезпечують необхідну якість робіт. Агротехнічні вимоги містять допустимі норми та допуски за різними показниками для роботи (спосіб і швидкість руху МТА, глибина обробки ґрунту, допустимі перекриття, огріхи та необроблені смуги та ін.). Крім того, агротехнічні вимоги залежать від конкретного агрегату, що використовується для вирощування культури.

Для використання систем паралельного водіння, систем підрулювання та автопілотування важливим критерієм допустимості їх використання на певних видах механізованих робіт є агротехнічна вимога до ширини перекриттів між суміжними проходами МТА. Система повинна забезпечувати якісний паралельний рух між смугами із необхідною швидкістю руху. У таблиці 1 наведено вимоги до ширини перекриттів основних видів сільськогосподарських робіт.

Як видно з табл. 1 у більшості видів сільськогосподарських робіт не потрібно високої точності руху між суміжними проходами, тому для таких робіт можуть застосовуватися курсовказівники та системи підрулювання з точністю до 20 см. Для операцій, що вимагають мінімальних перекриттів (менше 5 см) або їх відсутність, застосовні тільки високоточні системи автопілотування.

**Таблиця 1 Допустимі вимоги до ширини перекриттів суміжних проходів**

Вид роботи	Перекриття суміжних проходів
Лущення та дискування	0,15-0,20 м
Суцільна культивуація	0,1-0,15 м
Міжрядна культивуація	0,05-0,07 м
Внесення твердих мінеральних добрив	не більше 6% від ширини захвату агрегату
Внесення органічних добрив	до 0,5 м
Внесення комплексних рідких мінеральних добрив	0,5-0,7 м
Оранка	якнайменше
Обробка ґрунту комбінованими агрегатами	не менше 0,15 м
Посів зернових та зернобобових культур	0,05-0,15 м
Посів просапних культур	0,01-0,05 м
Прикочування ґрунту та посівів	не менше 0,1 м
Боронування зубними боронами	не менше 0,15-0,2 м
Обприскування посівів	не допускається
Збирання зернових колосових культур	якнайменше

**Список використаних джерел:**

1. Калінін Є. І., Кусков М.А., Бельорін – Еррера О.М. Особливості повороту шарнірно – зчленованого трактора. *Національний університет “ полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”* 2022. Вип 1 (67) С. 30 – 33.
2. Антощенко Р.В., Череватенко Г.І., Задорожний В.П., Світличний О.В., Кусков М.А., Дослідження динаміки повнопривідної тягово – транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки.* 2023. Вип. 8 (4) С. 336 – 341.
3. Калінін Є.І., Петров Р.М., Кусков М.А. *IX міжнародної науково – технічної конференції з нагоди 115 – ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена – кореспондента ВАСГНІЛ, віцепрезидента Уасгн Крамарова Володимира Савовича (1906 – 1987).* Методологія діагностики агрегатів автомобілів електрофізичними методами контролю параметрів працюючого масла. 2022. С. 393 – 395.

## **РОЗПОДІЛЕННЯ ЗНАЧЕНЬ КОМПОНЕНТІВ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ СОРГО ЗА ГРАНИЧНИМ КУТОМ ПІДЙОМУ НА ВІБРАЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ**

**Михайлов А.Д. к.т.н., доцент, Дяченко Д.Ю., Калина С.Ю. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*Застосування вібраційного сепаратора для виділення із насіння сорго засмічувачів за граничним кутом підйому дає можливість видалити значну кількість насіння бур'янів і домішок, а також неповноцінного насіння основної культури.*

У відривному режимі руху при розділенні компонентів насінневої суміші сорго за граничним кутом підйому на вібраційному сепараторі покладені властивості, які характеризуються коефіцієнтами миттєвого тертя, відновлення швидкості при ударі та формою насіння.

На рух насіння сорго, бур'янів та домішок по віброуючій фрикційній площині у безвідривному режимі впливають переважно форма і коефіцієнт тертя насіння [1,2].

Насіння важковідокремлюваних засмічувачів за аеродинамічними властивостями, розмірами, щільністю та іншими ознаками суттєво не відрізняються від насіння сорго, і тому їх важко розділити на робочих органах традиційних насіннеочисних машинах [3,4].

Для визначення можливості видалення із насіння сорго бур'янів і домішок за граничним кутом їх підйому були проведені експериментальні дослідження.

Були запропоновані наступні площини: фанера технічна, брезент, абразивне полотно, гума, бельтинг.

Дослідження проводили за вказаною ознакою сепарації у режимі з безперервним підкиданням компонентів суміші сорго.

Розподілення значень вихідного насінневого матеріалу сорго за граничним кутом підйому показує, що на площині, облицьованою фанерою технічною, є можливість виділити із насіння основної культури до 52,0% насіння проса курячого, близько 59,0% алепського сорго та 63,0% домішок.

На площині, яка облицьована брезентом, можна видалити із насіння сорго 59,0% насіння проса курячого, 71,0% алепського сорго та 82,0% домішок.

Максимальну кількість насіння проса курячого (96,0%) та алепського сорго (97,0%) можна виділити із насіння сорго на площині, облицьованою абразивним полотном. Із насіння сорго практично є можливість повністю виділити інші домішки без втрат насіння основної культури у відхід.

Є також можливість видалити із насіння основної культури насіння бур'янів та домішки на площинах, які облицьовані гумою і бельтингом.

Але на них кількість насіння сорго без наявності в ньому насіння бур'янів та домішок було мінімальне.

Треба зазначити, що на всіх площинах також є можливість виділити із

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
насіння сорго травмоване, щупле, з низькою масою 1000 насінин неповноцінне  
насіння основної культури.

### **Список використаних джерел**

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машины, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.
4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.

**УДК 631.362**

## **ВИДАЛЕННЯ НАСІННЯ БУР'ЯНІВ, ДОМШОК ТА НЕПОВНОЦІННОГО НАСІННЯ СОРГО НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ**

**Михайлов А.Д. к.т.н., доцент, Козаченко О.В. д.т.н., професор, Бакум М.В. к.т.н., доцент, Крекот М.М. к.т.н., доцент, Калина С.Ю., Дяченко Д.Ю, здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

*Застосування віброфрикційного сепаратора для доочищення і сортування насіння сорго дає можливість із некондиційної насінневої суміші отримати 90,6% насіння основної культури з високими посівними якостями.*

Одним із факторів, що впливає на отримання якісного і високого врожаю сорго, є використання насіння з високими посівними властивостями.

Для цього необхідно проводити своєчасну і якісну післязбиральну обробку насінневої суміші сорго. Це у значній ступені стосується видалення із насіння основної культури важковідокремлюваного насіння бур'янів, неповноцінного насіння основної культури та інших засмічувачів [3,4].

З метою визначення можливості підвищення посівних показників насіння сорго на віброфрикційному сепараторі [1,2] були проведені експериментальні дослідження.

За вмістом насіння основної культури вихідна насіннева суміш сорго не відповідала показникам якості [5]: чистота насіння - 89,6%, наявність насіння бур'янів - 10,4%, у тому числі насіння проса курячого - 3,6%, алепського сорго - 4,1%, домішок - 1,2%, неповноцінного насіння основної культури - 1,4%.

Для проведення досліджень конструктивно-кінематичні параметри віброфрикційного сепаратора були прийняті наступними: амплітуда коливань площин - 1,1 мм, частота коливань - 155,0 с<sup>-1</sup>, кут спрямованості - 27,0°,



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
поздовжній кут нахилу робочого органу - 3,4°, поперечний - 2,1°.

Подача насінневої суміші сорго на робочий орган віброфрикційного сепаратора була прийнята 3,4 кг/год. на одну площину. У якості площини була запропонована фанера технічна.

Насінневий матеріалу сорго розділявся і переміщувався до п'яти фракцій.

На віброфрикційному сепараторі сепарація вихідної насінневої суміші сорго відбувалось за один пропуск.

Доочищення насіння сорго від насіння бур'янів, домішок та неповноцінного (травмованого, битого, пошкодженого) насіння основної культури показує, що до першої фракції потрапило 5,1% насіння сорго, у якого вміст насіння основної культури, у порівнянні з вихідною сумішшю, підвищилось на 9,5%.

У цю фракцію надійшло тільки 0,9% насіння бур'янів, у тому числі проса курячого 0,2%, алепського сорго 0,3%. Це відбулося за рахунок того, що вказане насіння бур'янів близько співпадає за фізико-механічними характеристиками із насінням основної культури.

Також сюди потрапило неповноцінне насіння сорго у кількості 0,3%. Треба відзначити, що це не вплинуло на якість насіння сорго.

Що стосується маси 1000 насінин сорго, то вона, у порівнянні з вихідним насінням, підвищилася на 8,2г.

До другої фракції надійшло 23,6% насінневої суміші сорго (від всієї загальної маси), у якій чистота насіння збільшилась, у порівнянні з вихідною, на 9,4%.

Перемістилося у цю фракцію насіння проса курячого і алепського сорго, відповідно, у кількості 0,2% і 0,3%. Разом з тим, сюди надійшло 0,1% домішок та 0,4% щуплого, травмованого насіння сорго. На 6,6 г підвищилася маса 1000 насінин основної культури, у порівнянні з вихідним.

Вихід насіння сорго третьої фракції склав максимальну кількість і дорівнюється 31,7% (від загальної маси вихідної насінневої суміші).

Вміст насіння основної культури (97,5%) більше вихідної суміш на 7,9%. Насіння бур'янів склало 0,7%, у тому числі, 0,3% насіння проса курячого, 0,4% алепського сорго та 0,3% домішок. Неповноцінне насіння сорго дорівнювалося 1,5%. Збільшилася на 4,4 г маса 1000 насінин сорго, у порівнянні з вихідним насінням.

У кількість 30,2% (від загальної маси) кондиційного насіння сорго також потрапило до четвертої фракції. Насіння сорго за чистотою перевищує вихідне насіння на 7,6%. Загальна кількість насіння бур'янів склало 2,8% (0,4% і 0,5) відповідно, насіння: курячого проса та алепського сорго. Якщо порівняти з вихідною сумішшю, вихід неповноцінного насіння основної культури, то цей показник зменшився на 0,1%. Маса 1000 насінин сорго фракції склала 24,7 г, що на 3,5 г більше вихідного насіння.

Значна кількість насіння бур'янів, домішок, неповноцінного насіння сорго потрапило до п'ятої фракції. Вихід насіння склав 9,4% від загальної маси насінневої суміші. Вміст насіння основної культури у ній лише 41,8%, що на 47,8% менше ніж у вихідного насінневого матеріалу.

Насіння бур'янів у цю фракцію надійшло у кількості 58,2%, у тому числі: проса курячого - 24,6%, алепського сорго - 15,7%, домішок - 9,3%, та 8,6% неповноцінного насіння основної культури. Маса 1000 насінин також зменшилася на 4,4 г і дорівнювалася 16,8 г.

Таким чином, аналіз проведених експериментальних досліджень показує, що посівні показники насіння сорго при його доочищенні на віброфрикційному сепараторі значно підвищуються і це дозволяє зробити наступний висновок.

Різниця властивостей (фрикційних, пружних, форми) насіння сорго, насіння бур'янів, домішок, неповноцінного насіння основної культури, значно впливає на ступінь їх розділення на віброфрикційному сепараторі.

Вдалося підвищити вміст насіння сорго на 7,9% та отримати 90,6% насіння основної культури з високими посівними властивостями.

Слід зазначити, що одночасно з доочищенням, відбувається і сортування насіння сорго за рахунок видалення травмованого, щуплого, битого насіння основної культури у п'яту фракцію.

### **Список використаних джерел**

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95с.
4. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.
5. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВІБРАЦІЙНО-ДИСКОВОГО АПАРАТА ПРИ СІВБІ НАСІННЯ ЯРОГО РІПАКУ**

**Кириченко Р.В., к.т.н., доц., Перерва О.О., Токар С.А.,  
Пономаренко В.Ф., магістри, Кириченко О.А., інженер**

*Державний біотехнологічний університет  
Харківський державний професійно-педагогічний фаховий  
коледж імені В.І. Вернадського*

*Наведено результати польових досліджень по визначенню польової схожості, рівномірність сходів по довжині рядка, виживання рослин та врожайність при сівбі насіння ярого ріпаку сівалкою з експериментальними вібраційно-дисковими висівними апаратами та серійної сівалкою з катушковими висівними апаратами.*

Традиційно насіння ріпаку висівають сівалками з апаратами катушкового типу рядковим способом. Однак у сучасних умовах дедалі більшого поширення набуває широкорядний спосіб сівби, який дозволяє не лише зменшити потребу в гербіцидах, але й забезпечити можливість міжрядного обробітку. Цей метод створює сприятливі умови для розвитку рослин, покращує їх аерацію і доступ до світла, що, в свою чергу, сприяє підвищенню врожайності.

Для забезпечення широкорядної сівби з міжряддям 45 см та якісного розміщення насіння по глибині, експериментальний вібраційно-дисковий висівний апарат встановлюється на секцію сівалки ССТ-12Б.

При проведенні дослідів в польових умовах оцінювалася здатність висівного апарата здійснювати сівбу насіння ярого ріпаку при малих нормах висіву.

Програма польових досліджень включала визначення таких показників, як польова схожість, рівномірність сходів по довжині рядка, виживання рослин та врожайність при сівбі насіння ріпаку сівалкою з експериментальними вібраційно-дисковими висівними апаратами та серійною сівалкою з катушковими висівними апаратами. Методика проведення польових дослідів, збір статистичних даних про розподіл насіння у рядку обробці отриманих даних проводилися по вимогам стандарту СОУ 74.3-37-129:2004 «Випробування сільськогосподарської техніки. Машини посівні. Методи випробувань».

### **Висновок.**

Результати польових досліджень показали, що при використанні сівалки з вібраційно-дисковими висівними апаратами, порівняно з серійною сівалкою зменшується норма висіву насіння ярого ріпаку з 4,1 кг/га до 3,6 кг/га (з 55,4 шт/п.м. до 48,7 шт/п.м.). Коефіцієнт варіації розподілу рослин по довжині рядка зменшується з 78,7% до 60,5%. Польова схожість рослин при цьому підвищується з 85,6% до 93,4%. Врожайність збільшується з 10,8 ц/га до 13,7 ц/га за рахунок більш рівномірного розподілу насіння у рядку.

## ДВОДИСКОВИЙ СОШНИК ДЛЯ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ MINI-TILL

Лубченко Є.В., аспірант, Кириченко Р.В., к.т.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведена конструкція дводискового сошника для ресурсозберігаючої технології посіву зернових культур, яка дозволяє покращити рівномірність заробки насіння на задану глибину за рахунок підвищення ефективності перерізання пожнивних залишків крайками дисків сошників.*

Застосування енергозберігаючої технології Mini-till при вирощуванні зернових культур призводить до зниження витрат паливно-мастильних матеріалів і часу, необхідного для виконання робіт та сприяє поліпшенню водно-повітряного режиму ґрунту і знижує рівень їх ерозії [1]. Тому дослідження та розробка робочих органів для удосконалення діючих посівних машин з метою адаптації їх до технології Mini-till є актуальною задачею.

В Україні для виконання сівби за енергоресурсозберігаючою технологією обробки ґрунту в існує великий набір засобів механізації вітчизняного та закордонного виробництва, які відрізняються складністю конструкції і високою вартістю, що ускладнює їх придбання та використання для дрібних і середніх фермерських господарств [2].

Для мінімальних технологій при наявності рослинних решток на поверхні поля використовують лапові або дискові сошники [3].

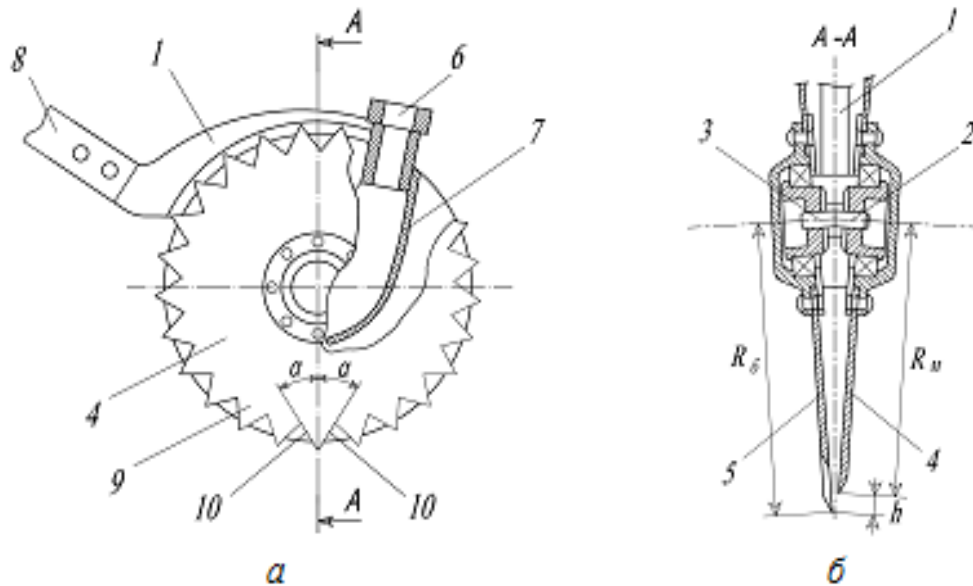
Однак при сівбі, особливо озимих зернових культур, в умовах ресурсозберігаючих технологій на полях після вирощування кукурудзи на зерно та соняшнику, такі сошники не здатні забезпечити агротехнічні вимоги щодо рівномірного загортання насіння на задану глибину [4]. Це зумовлено тим, що сошники не можуть впоратися з перерізанням особливо товстих та міцних часток, навіть подрібнених стебел кукурудзи та соняшнику [5].

Покращити рівномірність заробки насіння зернових культур на задану глибину в умовах ресурсозберігаючих технологій можливо шляхом підвищення ефективності перерізання пожнивних залишків крайками дисків сошників.

Для досягнення поставленої мети на кафедрі чільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ розроблений дводисковий сошник, який включає корпус, піввісі, на яких встановлені диски різного діаметру, напрямник для насіння та повідець для кріплення сошника до рами сівалки, має конструкцію, в якій периферійна частина диска більшого діаметра виконана вирізною [6]. Вирізи мають конічну форму, причому боковини вирізів утворюють з радіусом диска кут, що є меншим за кут тертя повзання стебел сільськогосподарських рослин по металу. Глибина вирізів дорівнює різниці радіусів дисків різного діаметра сошника.

Дводисковий сошник для ресурсозберігаючої технології посіву зернових культур складається з корпусу 1, напівосі 2 і 3, на яких встановлені більший диск

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
 4 з радіусом  $R_6$  та менший диск 5 з радіусом  $R_m$  (рис 1). До корпусу 1 закріплені лійка 6 і напрямник 7 для подачі насіння, а також повідець 8 для кріплення сошника до рами сівалки. Периферійна частина більшого диска 4 (з більшим радіусом  $R_6$ ) виконана вирізною. Вирізи 9 мають конічну форму, причому боковини 10 вирізів утворюють з радіусом диска кут  $\alpha$ , що є меншим за кут тертя ковзання стебел сільськогосподарських рослин по металу. Глибина  $h$  вирізів дорівнює різниці радіусів різних за величиною дисків сошника:  $h = R_6 - R_m$ .



а – бокова проекція сошника; б – переріз А-А бокової проекції сошника  
 1 – корпус; 2, 3 – напівосі; 4 – більший диск; 5 – менший диск; 6 – лійка;  
 7 – напрямник; 8 – повідець; 9 – вирізи; 10 – боковини вирізів

Рис. 1. Дводисковий сошник

Під час сівби дводискові сошники з різновеликими дисками 4 і 5 перекочуються по полю, і завдяки механізмам регулювання забезпечують формування в ґрунті борозенки заданої глибини. Насіння, що надходить із висівної системи сівалки через лійку 6, по напрямку 7 між дисками 4 і 5 висівається на дно борозенки і присипається ґрунтом.

Формування борозенок такими сошниками відбувається у два етапи. На першому етапі з поверхнею поля взаємодіють вершини конічних вирізів 9 диска 4 більшого діаметра. Притискне зусилля сошників цілком достатнє для розрізання верхніх шарів ґрунту та заглиблення диска 4 у ґрунт. На другому етапі диск меншого діаметра 5 заглиблюється в уже розрізаний верхній шар ґрунту. Завдяки кріпленню дисків 4 і 5 на корпусі 1 сошника під кутом до напрямку руху, боковини дисків зміщують ґрунт в сторони, формуючи конічну борозенку на глибину заглиблення диска 5 меншого діаметра.

У процесі формування борозенок пожнивні рештки, що знаходяться на поверхні поля, спочатку наколюються вершинами конічних вирізів 9, а далі ковзають по боковинах 10, які розташовані під кутом  $\alpha$ , меншим за кут ковзання рослинних решток по металу, і перерізаються. Завдяки цьому рослинні рештки не заважають заглибленню сошника на задану глибину, навіть коли на шляху

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 попадаються міцні частини стебел соняшнику або кукурудзи. Така конструкція особливо ефективна при сівбі озимих зернових культур за ресурсозберігаючими технологіями.

Очевидно, що для ефективної роботи такої конструкції сошників необхідно, щоб висота  $h$  вирізів 9 була більшою або рівною максимальній товщині стебел рослин, що знаходяться на поверхні поля. Це забезпечить можливість перерізання навіть найбільших частин стебел, що можуть зустрічатися під час сівби, не перешкоджаючи нормальному заглибленню сошника та формуванню борозенки на задану глибину.

Запропоновану конструкцію дводискових сошників можна використовувати також і в традиційних технологіях вирощування зернових культур. Це дозволить знизити опір сівалки, що, в свою чергу, призведе до зменшення енергоємності процесу сівби та підвищення рівномірності заробки насіння на задану глибину.

### **Висновок.**

Розроблена конструкція дводискового сошника для ресурсозберігаючої технології посіву зернових культур дозволяє покращити рівномірність заробки насіння на задану глибину за рахунок підвищення ефективності перерізання пожнивних залишків крайками дисків сошників.

### **Список використаних джерел**

1. Циліорик О.І. Система мульчувального обробітку ґрунту в Північному Степу [Текст]: монографія. Дніпро: Новий Світ – 2000, 2019. 298 с.
2. Машина для сівби, садіння та догляду за посівами : навч. посіб. [Текст] / В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало. Кропивницький: Лисенко В.Ф., 2022. 220 с.
2. Технологічні умови сівби зернових культур за ресурсозберігаючою технологією MINI-TILL [Текст] / Р.В. Кириченко, Є.В. Лубченко, В.В. Калашник // *Молодь і технічний прогрес в АПВ : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 23-24 листоп. 2023 р.* - Харків : ДБТУ, 2023. С. 145-146.
3. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини: навч. посібник [Текст] / М.В. Бакум та ін.; за ред. М.В. Бакума. Харків: ХНТУСГ, 2005. 332 с.
4. Огляд сошників посівних машин для ресурсозберігаючих технологій сівби зернових культур [Текст] / Є.В. Лубченко, Р.О. Цюрюпа // *Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.* - Харків : ДБТУ, 2022. С. 240-242.
5. Пат. 156689 Україна, МПК А01С7/20. Дводисковий сошник для ресурсозберігаючих технологій посіву зернових культур [Текст] / М.В. Бакум, Р.В. Кириченко, Є.В. Лубченко, О.В. Лубченко, О.І. Завгородній, Т.О. Сичова, А.І. Сичов, М.М. Кречот, О.В. Сіняєва ; власник Держ. біотехнол. ун-т. - № u202400597 ; Заявл. 05.02.2024 ; Опубл. 24.07.2024, Бюл. № 30. 5 с.

## ДО ЗАСТОСУВАННЯ ПОДІЛЬНИКА НА ПІДБИРАЧІ МУЛЬЧІ З РЯДКІВ КАРТОПЛІ, ЩО ВИРОЩУЄТЬСЯ ПІД СОЛОМОЮ

Лубченко О.В., аспірант, Кириченко Р.В., к.т.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено, що застосування подільника на боковинах підбирача підвищує ефективність підбирання мульчі з рядків картоплі, що вирощується під шаром соломи.*

У сучасних умовах сільського господарства все більше застосовуються технології вирощування культур під шаром мульчі [1]. При вирощуванні картоплі за технологією під шаром соломи, бульби висаджуються в рядки без закопування в ґрунт і покриваються суцільним шаром мульчі з соломи озимої пшениці або ячменю висотою 20 см [2]. Такий шар соломи захищає молоді бульби від низьких весняних і високих літніх температур, а також зберігає вологу в ґрунті і перешкоджає випаровуванню дощової води. При цьому коріння картоплі, висадженої на поверхні поля, проникає в ґрунт, що забезпечує ріст не тільки самої рослини - бадилля, яке проростає через шар соломи, але й столонів, на яких формуються нові бульби. Вони також знаходяться на поверхні поля під шаром соломи.

Структура та параметри шару мульчі мають важливий вплив на температурний режим і накопичення вологи, що, в свою чергу, позначається на вегетації, рості рослин і формуванні урожаю картоплі [3]. До часу збирання картоплі параметри шару мульчі змінюються порівняно з моментом накриття соломою посаджених бульб. Шар соломи зменшується, ущільнюється, а знизу, завдяки накопиченню вологи, підвищується вологість мульчі. Ці зміни суттєво впливають на роботу робочих органів машин, що використовуються для підбирання мульчі.

Одним із стримуючих чинників впровадження перспективної технології вирощування картоплі під мульчею є відсутність ефективних машин для збирання мульчі з рядків картоплі перед збиранням бульб [4].

Для збирання солом'яної мульчі можна використовувати удосконалений прес-підбирач [5], на якому встановлені стеблопіднімачі, що застосовуються для збирання зернових культур. Стеблопіднімачі рухаються по поверхні поля, піднімаючи шар соломи, який потім захоплюється пружними граблинами підбирача і подається в приймальну камеру.

Але при підбиранні ущільненої мульчі з рядків картоплі, на боковинах прес-підбирача утворюються скупчення стебел соломи, оскільки ширина суцільного шару мульчі, що накриває картоплю, перевищує ширину барабана прес-підбирача. Це призводить до порушення технологічного процесу, внаслідок чого машину необхідно зупиняти для очищення боковин прес-підбирача.

Для усунення цього недоліку на удосконаленому підбирачі, крім стеблопіднімачів, на боковинах у вертикальній площині має бути встановлений

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 подільник, який буде розділяти мульчу соломи в вертикальній площині. Подільник лезом повинен ефективно розрізати скупчений мульчуючий матеріал, що дозволить покращити його підбирання та забезпечить безперебійний процес роботи машини.

Процес перерізання матеріалу лезом подільника, який встановлений на боковинах підбирача, починається з попереднього стиснення матеріалу до того моменту, коли на його кромці виникає руйнівальне контактне напруження  $\sigma_p$ . Момент виникнення цього напруження визначається величиною зусилля  $P_{кр}$ , яке діє на ніж і долає різні опори, що виникають в матеріалі під час різання. У більшості випадків, при різанні однорідних пружно-в'язких матеріалів, до яких відноситься шар мульчі з соломи, зусилля  $P_{кр}$ , при якому завершується процес стиснення і починається безпосередньо різання, є максимальним з усіх сил, що діють під час різання. Це зусилля є критичним, оскільки воно визначає момент, коли матеріал починає руйнуватися, і в цьому контексті воно називається критичним зусиллям різання.

### **Висновок.**

При аналізі силової взаємодії леза з матеріалом критичне зусилля різання є найбільш важливим об'єктом дослідження, оскільки воно визначає ефективність і стабільність процесу різання подільником підбирача скупченого мульчуючого матеріалу.

### **Список використаних джерел**

1. Обґрунтування вирощування картоплі за технологією Streep Till [Текст] / В.І. Пастухов, Р.В. Кириченко, М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.М. Могильна, О.В. Мельник, В.В. Калашник, В.І. Михайлін // *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*. Харків, 2020, № 2 (16), 2020. – С. 25-32.
2. Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch [Текст] / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, O. Melnyk, I. Grabar, R. Kyrychenko, M. Krekot, H. Tesliuk, V. Boiko, I. Sysenko. // *Ukrainian Journal of Ecology*, 317–324, DOI: 10.15421/2020\_50.
3. Potato growth in moisture deficit conditions [Текст] / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, I. Grabar, O. Melnyk, R. Kyrychenko, M. Krekot, O. Vitanov, A. Mozgovska, A. Pastushenko, O. Semenchenko // *Ukrainian Journal of Ecology*, 2021, 11 (2), P. 184-190, doi: 10.15421/2021\_97.
4. Обґрунтування удосконалення машин для вирощування картоплі [Текст] / В. І. Пастухов, Р. В. Кириченко, М. В. Бакум, О. В. Лубченко // *Науковий тиждень у Крутах – 2024 : матеріали X Міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 50-річчю від дня створення Дослідної станції «Маяк» ІОБ НААН*, 11-12 берез. 2024 р. - 2024. - Т. 2. - С. 185-188
5. Пат. 155705 Україна, МПК А01F17/02, А01F15/00. Підбирач мульчі з рядків картоплі [Текст] / М. В. Бакум, В. І. Пастухов, Р. В. Кириченко, В. К. Бабич, О. В. Лубченко, В. В. Калашник, Е. Ю. Алєнін, Т. О. Сичова, А. І. Сичов, М. М. Крекот ; власник Держ. біотехн. ун-т. - № u202305699 ; Заявл. 27.11.2023 ; Опубл. 27.03.2024, Бюл. № 14. - 5 с.



## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОБЧІСУВАННЯ РОСЛИН

Козаченко О.В., д.т.н. проф., Бобрик М.С., магістрант

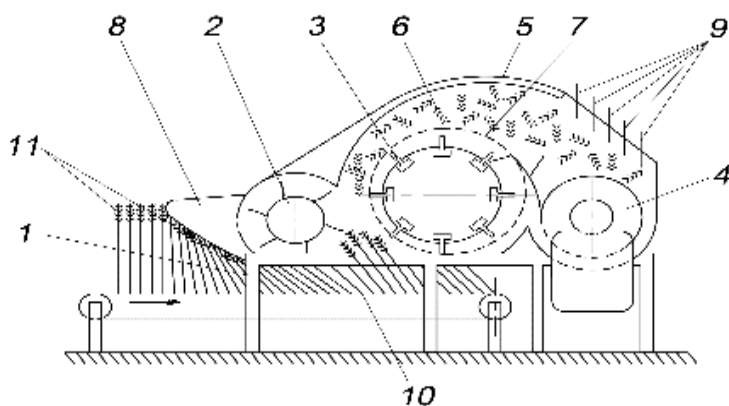
*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є вивчення процесу обчисування рослин сільськогосподарських культур на корені та конструктивне удосконалення технічних засобів для реалізації технологічного процесу збирання врожаю.*

Збирання зернових культур є однією з найважливіших фаз у процесі вирощування сільськогосподарських рослин. Традиційні методи збирання зерна мають свої недоліки, такі як значні втрати зерна, пошкодження рослин та висока енергозатратність. Один з інноваційних методів, який набирає популярності, - це обчисування рослин на корені. Цей метод дозволяє значно зменшити втрати зерна та підвищити загальну ефективність процесу збирання[1, 2] .

Метою даної роботи є дослідження методів підвищення ефективності збирання зернових культур шляхом обчисування рослин на корені, зокрема, конструктивного удосконалення пристрою для обчисування рослин.

На кафедрі сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ розроблено конструкцію лабораторної установки для обчисування рослин [3], схема якої представлена на рисунку 1. Лабораторна установка складається з рами 1, на якій встановлені бітер-відбивач 2, обчисувальний барабан 3 і шнек 4, закриті напрямним кожухом 5 з боковинами 6, одна з яких виконана прозорою. В боковинах 6, навпроти обчисувального барабана 3 виконані технологічні люки 7 для виконання налагоджувальних операцій.



1 – рама; 2 – бітер-відбивач; 3 – обчисувальний барабан; 4 – інтегральний шнек; 5 – напрямний кожух; 6 – боковина; 7 – технологічний люк; 8 – обтікач; 9 – жалюзійна решітка з пластинами; 10 – рухоме поле

Рис. 1. Лабораторна установка для дослідження процесу обчисування

В передній частині напрямного кожуха 5 закріплений обтікач 8, а в задній – жалюзійна решітка з пластинами 9, встановленими з можливістю повороту відносно напрямного кожуха 5. Установка також обладнана рухомим полем 10 з механізмами кріплення рослин 11 для обчисування. На рисунку 2 представлена схема обчисувального барабану [4], на рис. 3 - схема обчисувальних гребінок.

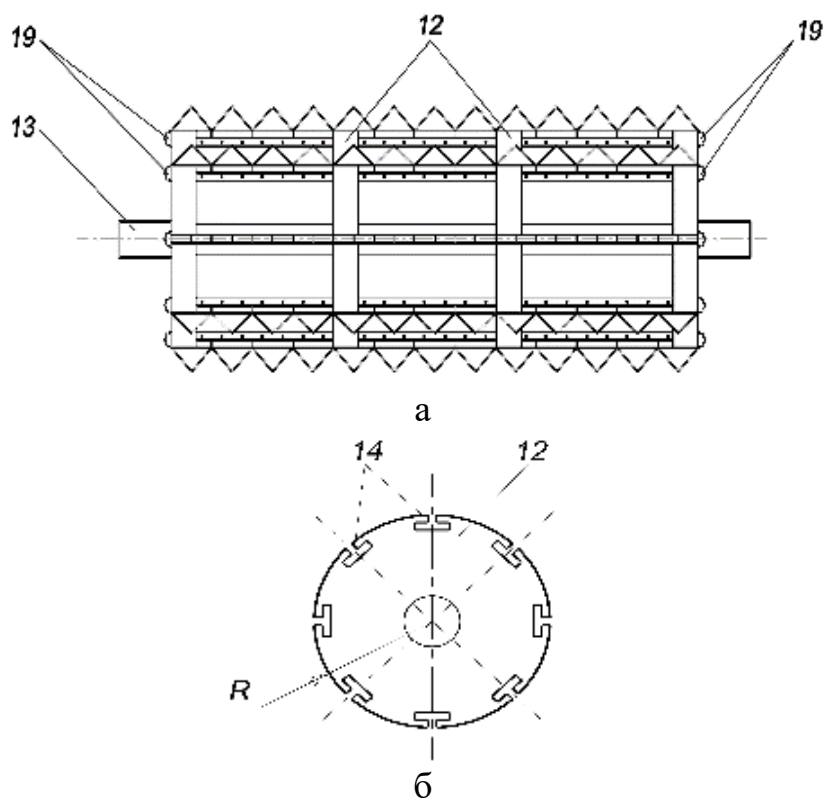
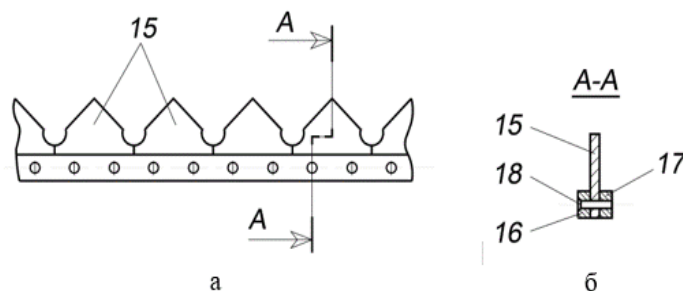


Рис. 2. Схема обчисувального барабану жниварки: а - вид спереду; б - вид збоку (без обчисувальних гребінок)



а - вид спереду; б – переріз А-А

Рис. 3. Гребінка обчисувального барабану в зборі

Важливим аспектом запропонованої конструкції є те, що така складальна конструкція обчисувального барабану дозволяє виконувати складання змінних гребінок 15 не на самому барабані, як у відомих конструкціях, а на спеціальних верстатах, що забезпечує якісне складання, зменшує його тривалість та трудомісткість. Окрім цього, змінні гребінки 15 у запропонованої конструкції барабана лабораторної установки можна виготовити заздалегідь з різними параметрами, що зумовлюють якість протікання обраного технологічного процесу у відповідності до властивостей конкретної сільськогосподарської культури, що забезпечує дотримання встановлених агротехнічних вимог.

Барабан обчисувального пристрою складається із набору дисків 12 (рис. 2), які жорстко закріплені на валу 13, на периферії яких виконані симетричні

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 спрямовуючі пази 14,  $\perp$  - подібної форми, що забезпечує надійну фіксацію гребінок 15 на дисках 12 обчисувального барабана 3. Пази 14 на всіх дисках 12 співпадають за розміщенням з поздовжньою віссю барабана 3, а верхня частина пазів 14 симетрична відносно його радіусів R. Змінні гребінки 15 (рис. 3) закріплюються між поперечними пластинами 16 і 17, а їх фіксація у певному положенні здійснюється за допомогою болтів з потайною головкою 18. Для цього у поперечних пластинах 16, 17 і гребінці 15 із заданим кроком виконані отвори із внутрішньою різьбою. Зібрані змінні обчисувальні гребінки 15 з поперечними пластинами 16 і 17 встановлюються у відповідні спрямовуючі пази 14 і фіксуються від осевого зміщення фіксаторами 19, встановленими на зовнішній стороні крайніх дисків 12 обчисувального барабану 3. Для вільного входження змінних гребінок 15 в пази 14  $\perp$  - подібної форми їх крайки скруглюють з усіх сторін, а ширину верхньої частини пазів виконують більшою товщини змінних гребінок 15, а розміри нижньої частини пазів 14 – більшими розмірів зібраних гребінок 15 з поперечними пластинами 16 і 17.

При проведенні досліджень з обґрунтування раціональних параметрів процесу обчисування зернової частини врожаю сільськогосподарських культур, зміна геометричних параметрів обчисувальних гребінок 15 та їх кількості на барабані 3 зводиться до відкривання фіксаторів 19 і витягування та встановлення гребінок 15 з іншими параметрами, що визначається фізико-механічними властивостями рослин культури, з послідуною фіксацією в пазах 14 барабана 3.

#### **Висновки**

Удосконалену конструкцію лабораторної установки доцільно використовувати при вивченні процесів обчисування рослин сільськогосподарських культур на корені та обґрунтуванні раціональних параметрів тахнічних засобів, що задіяні у технологіях збирання врожаю.

#### **Список використаних джерел**

1. Oleksiy Kozachenko, Andriy Pahuchiy Modeling of Interaction with Plants Linseed Occupancy Drum ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2019. Vol. 19. No 1. 59–64.
2. Kozachenko O. Results of numerical modeling of the process of harvesting the seeds of flax by a harvester of the stripping type Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Dyakonov S., Bleznyuk O., Kadenko V. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2019 - 3(1-99). с. 66 - 74.
3. Лабораторна установка для дослідження параметрів і режимів процесу обчисування сільськогосподарських культур: пат. 135514 U Україна: МПК А01Д 41/00. № и 201811954; заявл. 03.12.18. опубл 10.07.2019, Бюл № 13.
4. Лабораторна установка для дослідження процесу обчисування зернової частини сільськогосподарських рослин. Пат. 147671 U Україна: МПК А01Д 41/00, 45/00. Козаченко О.В., Бакум М.В., Пахучий А.М., Солоницький А.В., Калайда В.М., Бережний А.В., Кречот М.М., Абдуєв М.М. U 2020 08396; заявл. 28.12.2020; опубл. 02.06.2021, Бюл. № 22.

## МЕТОДИКА ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНОГО СТОЯКА З РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ

Козаченко О.В., д.т.н., професор, Волковський О.М., аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

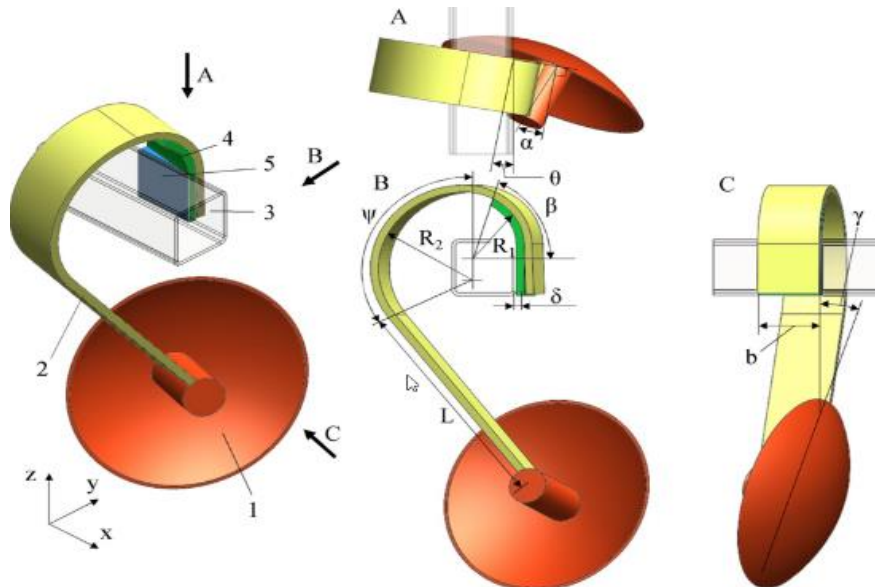
*Наведено фізико-математичний апарат, який оцінює пікову реакцію системи (пружний стояк із дисковим робочим органом) в стаціонарному стані на гармонійні навантаження, який складено для проведення чисельного моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка дискатора з регулятором жорсткості в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation.*

Забезпечення заданої якості поверхневого обробітку ґрунту у сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур передбачає широке застосування засобів механізації з дисковими робочими органами із застосуванням пружних стояків кріплення до рами знаряддя [1]. Такий технічний підхід зумовлює, у порівнянні з жорсткими стояками, утворення коливного руху робочих органів внаслідок нерівномірності опору ґрунтового середовища, кращої пристосованості до рельєфу поля, зменшення енергетичних витрат, підвищення ефективності технологічного процесу [2, 3]. При цьому, як показує практика, застосування ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами на пружних стояках [4], досягнення позитивного ефекту є можливим в певних умовах ґрунту, швидкісного режиму та глибини обробітку, але завдання забезпечення якісних показників та енергоємності технологічного процесу на сьогодні вивчені недостатньо. Перспективним напрямком у вирішенні проблеми є використання чисельного моделювання процесу взаємодії дискових робочих органів на пружних стояках із ґрунтовим середовищем [5, 6]. Тому дослідження, спрямовані на вдосконалення якісних та енергетичних характеристик технологічних процесів поверхневого обробітку ґрунту застосуванням дискових робочих органів на пружних стояках, слід вважати актуальними.

Метою дослідження є чисельне моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка дискового ґрунтообробного знаряддя з регулятором жорсткості та обґрунтування раціональних діапазонів конструктивних параметрів.

Запропонована конструкція дискатора [7] складається з рами 3 (рис. 1), на якій за допомогою окремих пружних стояків 2 складної просторової форми, яка забезпечує встановлення сферичного диска 1 зі ступицею з одним кутом атаки  $\alpha$  та кутом нахилу  $\gamma$  у вертикально-повздовжній площині. Пружні стояки 2 в місті кріплення до рами 3 за допомогою бовтів обладнані регулювальними пластинами жорсткості 4 аналогічної кривизни з можливістю їх сумісного кріплення. Причому, на пластинах виконано декілька рядів отворів, що забезпечує регулювання довжини робочої їх частини, яка працює разом зі стояком 2 і тим самим змінює його жорсткість. Для забезпечення кута повороту

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
 стояка відносно вертикальної вісі додатково встановлені клиноподібні вставки 4. Під час роботи такого дискатора кожний сферичний диск 1 підрізає криволінійну скибу ґрунту, величина якої залежить від встановленої глибини обробітку та кута атаки  $\alpha$ . За рахунок нахилу диска 1 у вертикально-повздовжній площині підрізана скиба ґрунту, переміщуючись по внутрішній поверхні сферичного диска 1, розпушується і частково перевертається.



1 – диск; 2 – пружний стояк; 3 – рама; 4 – регульовальна пластина жорсткості; 5 – клиноподібна вставка;  $\alpha$  – кута атаки диска;  $\beta$  – кут встановлення регульовальної пластина жорсткості;  $\gamma$  – кут укоса диска;  $\theta$  – кут клиноподібної вставки;  $\psi$  – кут другого згину стояка;  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $L$ ,  $\delta$ ,  $b$  – геометричні розміри стояка

Рис. 1. Запропонована конструкція дискатора із регулятором жорсткості

Для оцінки процесу взаємодії сферичних дисків на пружному стояку із ґрунтовим середовищем проведено гармонійний аналіз оцінки пікової реакції системи в стаціонарному стані на гармонійні навантаження. При цьому на кожному кроці рішення всі прикладені навантаження і базові збудження мають однакову частоту, величини визначаються відповідними частотними кривими, одержано візуалізацію зміни розподілу напруженості пружного стояка з часом. Проведенням аналізу цього розподілу, визначено динаміку зміни максимальної напруженості, яка знаходиться на вигині пружного стояка  $R_2$  і додатково напруження на вигині регулятора жорсткості  $R_1$ , напруженість змінюється за законом затухаючого коливання із визначеною власною частотою. Одержані результати дослідження напружено-деформованого стану пружного стояка з регулятором жорсткості дозволяють зробити висновок про те, що маючи визначену кількість пружних стояків або моделюючи їх конструкцію за рахунок набірних елементів із різними геометричними характеристиками і жорсткістю, можна побудувати їх амплітудно-частотні характеристики і за ними визначити планований діапазон роботи для заданих технологічних режимів. Аналіз одержаних результатів показав, що для кожного напрямку спостерігається максимальне значення амплітуди: для напрямку  $Ox$  відповідає перший режим із частотою 4,6953 Гц, для напрямку  $Oy$  відповідає другий режим (6,645 Гц), а для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 напрямку Oz відповідає третій режим (62,592 Гц). Виконаний теоретичний аналіз коливання пружного стояка дискового ґрунтообробного знаряддя дозволив обрати наступні критерії оцінки: значення максимальної абсолютної деформації стояка в місці кріплення диска  $\Delta L_1$  і частини рами знаряддя  $\Delta L_2$ ; значення максимальних напруженостей на вигинах стояка і регулятора жорсткості  $\sigma_{R2}$ ,  $\sigma_{R1}$ ; частоти власних коливань стояка в трьох напрямках  $\omega_x$ ,  $\omega_y$ ,  $\omega_z$ ; Встановлено, що на підставі такого методичного підходу вже на стадії проектування дискових робочих органів ґрунтообробних знарядь на пружних стояках можна робити висновок про можливість виконання ними конкретних технологічних задач щодо поверхневого обробітку ґрунту. Змінюючи конструктивні характеристики пружних стояків знаряддя і проводячи повторні дослідження, можна отримати відповідні залежності у вигляді рівнянь регресії.

### Список використаних джерел

1. Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: Монографія / [Г.В.Теслюк, Б.А. Волик, С.П. Сокол, О.М. Кобець, А.М. Семенюта]. – Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП», 2016. - 144 с.
2. Шевченко І. А. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. К.: Видавничий дім «Вініченко». 2016. - 320 с.
3. Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М. Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом. Інженерія природокористування, 2 (16): 2020. С. 69–77. DOI: 10.37700/enm.2020.2(16). С. 69-77.
4. Пащенко В. Ф., Онишко М. І., Дорошко І. М., Сєдих К. В. Визначення якісних показників роботи експериментального дискового луцильника. // *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Механізація с.-г. виробництва*. – Харків, 2011. Вип. 107 (1. X). – С. 195–198.
5. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023. -340 с. ISBN 978-966-540-584-9. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9.
6. Kurowski P. (2023). Preview this book Engineering Analysis with SOLIDWORKS Simulation. Paperback. 592 p. ISBN 978-1-63057-552-6.
7. Патент України на корисну модель 153663, МПК А01В 23/06. Дискатор / Козаченко О. В., Бакум М. В., Волковський О. М., Крєкот М. М. (Україна). - № u 2023 00183; Заявл. 19.01.2023. Опубл. 09.08.2023. Бюл. № 32.

## СЕПАРАЦІЯ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ З ПОПЕРЕДНІМ РОЗДІЛЕННЯМ КОМПОНЕНТІВ

**Козаченко О.В. д.т.н., проф., Піх Є.О. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Запропоновану конструкцію завантажувального пристрою можна використовувати як на нових віброфрикційних сепараторах, так і для модернізації існуючих, які використовуються на виробництві для підвищення їх ефективності.*

Для підготовки високоякісного посівного матеріалу широко використовуються віброфрикційні сепаратори, які включають фрикційні неперфоровані сепарувальні поверхні, змонтовані в блоки по 5...40 штук, що встановлюються на рамі сепаратора з пружною підвіскою під відповідним поперечним та поздовжнім нахилом до горизонту [1-4].

Недоліком таких сепараторів є неефективність роботи через нерівномірність подачі вихідного матеріалу на поверхні завантажувальним пристроєм.

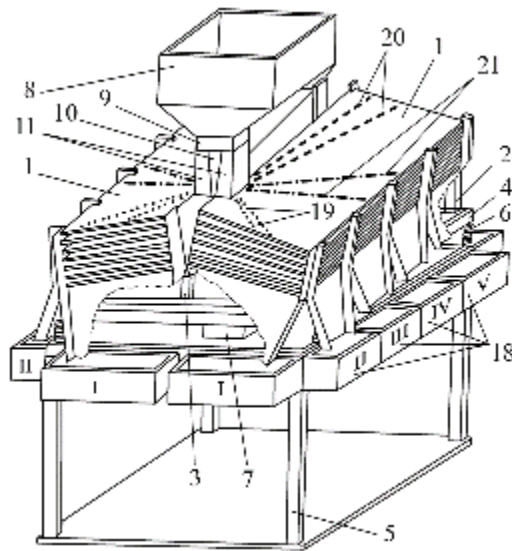
В основу запропонованого віброфрикційного сепаратора [5] поставлено задачу підвищення його продуктивності за рахунок упорядкування надходження компонентів вихідного матеріалу на поверхні за ознаками їх розділення.

Для досягнення мети віброфрикційний сепаратор, що включає сепарувальні поверхні, привід, завантажувальний пристрій із спрямовувальними пластинами, встановленими в його корпусі та приймачі продуктів розділення. Нижні частини спрямовувальних пластин завантажувального пристрою виконані у вигляді гвинтових поверхонь, нахилених до осьової лінії гвинта під кутом більшим кута тертя ковзання компонентів вихідного матеріалу і прикріплених до сепарувальних поверхонь периферійними частинами у напрямку нижніх частин поверхонь.

Конструктивна схема віброфрикційного сепаратора наведена на рис. 1, схема завантажувального пристрою - на рис. 2.

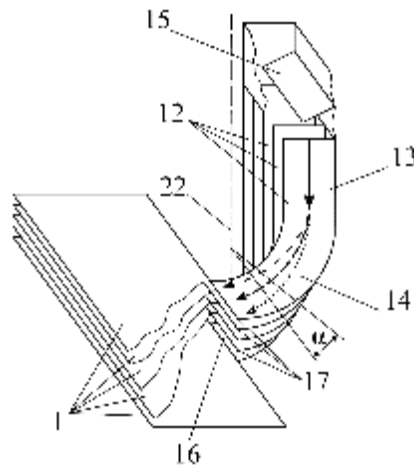
Віброфрикційний сепаратор включає сепарувальні поверхні 1, змонтовані в блоки по 5...40 штук, які за допомогою механізмів регулювання поздовжнього 2 і поперечного 3 кутів нахилу закріплені на вібростолі 4 (рис. 1).

Вібростіл монтується на опорній плиті 5 станини за допомогою пружної підвіски 6. До вібростолу 4 жорстко кріпиться віброзбудник 7, який приводиться в рух від електродвигуна з можливістю регулювання обертів. Для завантаження вихідного матеріалу встановлений бункер 8, який через еластичний перехідний патрубок 9 з'єднаний з завантажувальним пристроєм 10, який складається із двох корпусів 11.



1 - сепарувальні поверхні, 2,3 - відповідно, механізми регулювання поздовжнього і поперечного кутів нахилу, 4 - вібростіл, 5 - станина, 6 - пружна підвіска, 7 - вібробудник, 8 - бункер, 9 - перехідний патрубок, 10 - завантажувальний пристрій, 11 - корпус, 18 – приймачі, 19,20,21 - траєкторії руху

Рис. 1 - Конструктивна схема віброфрикційного сепаратора



1 - сепарувальні поверхні, 12 - спрямовувальні пластини, 13 - прямолінійна форма пластин, 14 - гвинтова поверхня пластин, 15 - похила регульовальна заслінка, 16 - живильні вікна, 17 - периферійні частини, 22 - осьові лінії гвинта

Рис. 2 - Схема завантажувального пристрою

В кожному корпусі 11 (рис. 1,2) встановлені спрямовувальні пластини 12, закріплені в корпусі 11 на однаковій відстані, а верхні їх крайки розташовані на різній висоті відносно одна одної.

Спрямовувальні пластини 12 у верхній частині мають плоску прямолінійну форму 13, яка в нижній частині плавно переходить у плоску гвинтову поверхню 14, нахилену до осьової лінії гвинта 22 під кутом  $\alpha$ , який за величиною в середній та кінцевій частині гвинтової поверхні 14 більше кута тертя ковзання компонентів вихідного матеріалу. Над верхніми обрізами спрямовувальних пластин 12 встановлена похила регульовальна пластина 15 для регулювання величини подачі вихідного матеріалу, який через живильні вікна 16 надходить на сепарувальні поверхні 1.



Корпуси 11 завантажувального пристрою виконуються двох видів: з виходом гвинтової частини 14 спрямовувальних пластин 12 на ліву сторону з розміщенням їх периферійних частин 17 в напрямку нижньої частини робочої поверхні 1 (рис. 2), а другий вид - аналогічний, але з виходом на праву сторону при такому ж розміщенні периферійних частин. Для збирання продуктів розділення вихідних матеріалів на сепараторі встановлені приймачі 18 (рис. 1).

Процес розділення вихідної насінневої суміш на запропонованому віброфрикційному сепараторі виконується наступним чином.

Вихідний насінневий матеріал із бункера 8 через еластичний перехідний патрубком 9 надходить до завантажувального пристрою 10. За допомогою похилої регулювальної заслінки 15 регулюється кількість матеріалу, який подається в завантажувальний пристрій 10. В пристрої 10 насінневий матеріал переміщується по спрямовувальних пластинах 12 до живильних вікон 16. При цьому, на відрізку прямолінійної вертикальної частини 13 спрямовувальних пластин 12 компоненти вихідного матеріалу просто розганяються. В нижній їх частині, коли компоненти потрапляють на перехідну і далі на гвинтову плоску поверхню 14, закріплену під кутом  $\alpha$  до осьової лінії гвинта 22, вони розділяються за різницею у формі, пружності та шорсткості. При цьому, округлі, менш шорсткі компоненти, за рахунок відцентрової сили, що діє на компоненти матеріалу, який рухається по гвинтовій поверхні, переміщуються на периферійні її частини і сходять на нижню частину сепарувальних поверхонь 1.

Так як торець периферійного краю з гвинтової частини 14 спрямовувальних пластин 16 знаходиться на певній висоті над сепарувальними поверхнями 1, то на сході з них повноцінні округлі, пружні менш шорсткі компоненти, зсипаючись у відривному режимі за траєкторіями 19, наближеними до краю поверхонь 1, прискорено скочуються до нижніх приймачів 18. Компоненти округлі, але невивпнені, або пошкоджені зсередини (наприклад, насіння гороху, пошкоджене брукусом зсередини) при сході з спрямовувальних пластин 14 не підскакують на сепарувальній поверхні 1 і скочуються вниз в наступні приймачі 18. Плоскі, шорсткі менш пружні компоненти вихідного матеріалу на гвинтовій частині 14 спрямовувальних пластин 12, завдяки встановленню їх під кутом  $\alpha$  зміщуються до нижньої частини і надходять плавно на сепарувальні поверхні 1 (ця сторона пластин 14 просто прикріплюється до поверхонь 1) і транспортуються за траєкторіями 20 до верхніх приймачів 18 і теж майже не завантажують робочу поверхню 1. Компоненти вихідного насінневого матеріалу, які мають проміжні властивості переміщуються по середній частині гвинтових складових спрямовувальних пластин 14, подаються на сепарувальні поверхні 1 через середню частину живильних вікон 16 і для їх більш повноцінного розділення за комплексом фізико-механічних властивостей залишається переважна більшість сепарувальних поверхонь 1. На них під дією заданого режиму коливань вони розділяються до вимог стандартів на відповідні фракції, які за траєкторіями 21 переміщуються до бокових приймачів 18 сепаратора.

Повноцінне насіння більшості сільськогосподарських культур має правильну геометричну форму, наприклад, округлу: просо, горох, ріпак, редиска,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мак та багато інших, або плоску: кукурудза, соняшник, огірки, помідори, дині, кавуни, кріп та ін. Все більше культур має наближену до них форму насіння і при його сепарації на фрикційних поверхнях віброфрикційного сепаратора, за такої подачі переважна більшість вихідного матеріалу уже на виході з живильних вікон 16 завантажувального пристрою 10 переміщується за траєкторіями 19 і 20 та практично не завантажує основну частину сепарувальних поверхонь 1. Це дозволяє значно збільшити величину подачі матеріалу на сепарувальні поверхні 1 без зниження якості розділення, наприклад, при очищенні насіння гороху від його половинок, продуктивність віброфрикційного сепаратора із запропонованою конструкцією завантажувального пристрою можна збільшувати майже в два рази при отриманні кондиційного посівного матеріалу.

#### **Список використаних джерел:**

1. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.
2. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.
3. Козаченко О.В. Теоретичний аналіз руху насіння у міждековому просторі віброфрикційного сепаратора / О.В.Козаченко, Є.О. Піх, М.В. Бакум, М.М. Кречот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів: Науковий журнал. – Харків: ДБТУ, 2024. – Вип. 24. С. 8-18.
4. Патент 15488 Україна. G01F13/00. Спосіб подачі сипкого матеріалу на робочі поверхні фрикційного сепаратора. Козаченко О.В, Бакум М.В, Піх Є.О., Завгородній О.І., Михайлов А.Д., Кречот М.М.; заявник Державний біотехнологічний університет, U202301838; заявл. 19.04.2023, опубл. 18.10.2023 р. Бюл. № 42.
5. Козаченко О.В., Бакум М.В., Піх Є.О., Завгородній О.І., Михайлов А.Д., Кречот М.М. Віброфрикційний сепаратор. Патент на корисну модель № 155168. Опубл. 24.01.2024. Бюл. № 4. - 4 с.

**УДК 621.929.7**

### **РОЗРОБКА ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КОРМОВИХ ДОМІШОК**

**Озернюк П.В., Колядинцев М.Є., Дюков Д.Г. магістранти,  
Семенцов В.І. к.т.н., доц.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*В роботі виконано розробку дозуючого пристрою для внесення кормових домішок в комбіновані корми.*

Основним технічним завданням при приготуванні комбікормів є дозування і подальше змішування кормових інгредієнтів. Однак додавання вітамінів, мікроелементів і біологічно активних кормових добавок у кормові концентрати

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ускладнене. Тому для забезпечення рівномірного диспергування кормових добавок у концентрованих кормах необхідно надати певних властивостей корму та полегшити диспергування добавок у концентрованому кормі.

З огляду на досвід попередніх досліджень, бажано вести процес концентрування в безперервному технологічному режимі та подавати добавки в розведеному стані.

У Харківському державному університеті імені Петра Василенка було розроблено змішувач для концентрування кормів із вітамінами, мікроелементами та біологічно активними кормовими добавками [Патент 86538, Україна].

У лабораторії було виготовлено експериментальні зразки ситових дозаторів для концентрованих кормів із розведеним потоком сипучої сировини. У ході експериментів визначено продуктивність і дисперсність надходження сировини залежно від конструктивних і технічних параметрів.

Для виявлення оптимальних параметрів було проведено багатофакторний експеримент з використанням некомпозитної D-оптимальної схеми Бокса-Бенкіна. За результатами експерименту було отримано рівняння регресії та близькі до оптимальних поверхні відгуку для технологічного процесу дозування концентрату ситовими дозаторами, які були використані для визначення оптимальних параметрів:

- Визначено оптимальні конструктивні та режимні параметри ситового дозатора за частоти струшування сит  $n = 15...16,5$  с-1, амплітуди струшування сита  $A = 5,8...6,2$  мм, діаметру отворів нижнього сита  $6,5...7,2$  мм, мінімальний діаметр отворів сита  $d = 6,5...7,2$  мм, мінімальний діаметр отвору сита  $d = 6,5...7,2$  мм, мінімальне значення діаметра отвору сита  $d = 6,5...7,2$  мм;

- Мінімальне значення нерівномірності подачі  $v = 3,606$ .

### **Список літератури**

1. Семенцов, В.В. Розробка енергозберігаючої конструкції дозатора сипучих кормів / В.В. Семенцов, І.Г. Бойко, О.В. Нанка // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції ТДАУ. - Мелітополь: ТДАУ, 2011. - Вип. 1. - С. 102-109.
2. Семенцов, В.В. Визначення енергетичних витрат на процес дозування сипучих кормів гравітаційним дозатором [Текст]: В.В. Семенцов // Технічні системи і технології тваринництва. Вісник ХНТУСГ, Вип. 132 - Харків: ХНТУСГ, 2013. - С. 44-49.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЇ ПІНОУТВОРЮВАЧА ДЛЯ ПІДПОВЕРХНЕВОГО ВНЕСЕННЯ ЗАСОБІВ ХІМІЗАЦІЇ В ШАРІ ПІНИ

Галич І.В. к.т.н., Рева Ю.В. аспірант, Лук'яненко О.В. аспірант

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Метою аналізу є вибір методу та конструкції піноутворювача яка найбільш задовільнить потреби у підповерхневому внесенні засобів хімізації в шарі піни.*

За наслідками підрахунків продовольчої і сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) втрати сільськогосподарських культур від шкідливих організмів, бур'янів і хвороб складають (в %): 10,6 – зернових; 8,2 – цукрового буряка; 10,3 – льону; 6,5 – картоплі; 10,0 – овочів; 20,0 – багаторічних трав; 7,0 – плодів і ягід.

Для зменшення втрат урожаю сільськогосподарських культур проводиться активна робота по захисту посівів від шкідників і хвороб [1].

Найбільш поширеним є хімічний метод захисту. Цей метод передбачає використання проти шкідників, хвороб та бур'янів різних пестицидів, які можуть мати різну препаративну форму. Найбільш широке застосування отримали рідкі препарати: розчини, емульсії та суспензії. Якщо далі говорити про рідкі пестициди, то їх вносять або поверхневим методом (з наступною закладкою або без нього) або підповерхневим. При поверхневому внесенні деяка частина робочої рідини непродуктивно втрачається, піддаючись випаровуванню, вивітрюванню, фотохімічному розпаду і т.п.. В більшості випадків препарат, внесений поверхнево, діє тільки проти вегетуючих рослин, тобто нетривалий часовий період. Саме тому такі обробки називають хімічною прополкою.

Зрештою все перераховане призводить до зниження загальної ефективності обробок і забруднення навколишнього середовища. При підповерхневому внесенні пестицидів згадані вище проблеми в деякій мірі вдається вирішити, але з'являються нові. Основна з них — зниження надійності технологічного процесу внесення пестицидів із-за засмічення підповерхневих розпилювачів. Вирішити цю проблему можна, якщо застосувати внесення заздалегідь спінених препаратів.

Встановлено, що для внесення рідких засобів хімізації в шарі піни, краще всього підходить диспергаційний метод піноутворення. барботажного типу, у яких піна утворюється внаслідок продавлювання газу через шар піноутворюючого розчину. У порівнянні з рештою, цей тип має переваги, оскільки є можливість налаштування характеристик піни. і не зруйнуватися достроково, змінювати діаметр бульбашок для варіювання норми внесення рідких засобів хімізації. розглянуто конструкції саме цього типу.

Також необхідно враховувати продуктивності піногенератора, щоб забезпечити підповерхнєве стрічкове внесення піни із загальною витратою робочої рідини, які укладаються в характерний для малооб'ємного внесення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 інтервал 5 - 50 л/га, необхідно або збільшувати кратність піни, в разі перевищує досягнутий рівень 1:1 або застосовувати робочі органи, які могли б надійно здійснювати технологічний процес. У будь-якому випадку, яким би не був робочий орган, вкрай бажано, щоб продуктивність піногенератора, що обслуговує один рядок, становила 100 - 200 л/хв [2].

Зробивши аналіз і порівняння конструкцій піногенераторів диспергаційного методу барбатажного типу, можна дійти висновку, що для підповерхневого внесення рідких засобів хімізації у шарі піни підходить конструкція [3] Оскільки вона проста у виготовленні, що тягне для себе малі фінансові витрати, ергономічна і більш широкі можливості зміни параметрів, які можна підібрати, щоб вони могли задовольняти потреби.

#### **Список використаних джерел:**

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 (ч. 4). Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб. – Харків: Око, 2002. – 272 с.
2. Мельник В.І., Лук'яненко О.В. Обоснование производительности пеногенератора для внутрепочвенного ленточного внесения жидких средств химизации // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 156. с. 465 - 472.
3. Пат 2243092 РФ, МКл7 В28С5/38. Пристрій для отримання піни. RU), Власова С.Г. (RU). - № 2001135914/03; 27.12.2001; Опубл.

**УДК: 631.371**

### **РОЗРОБКА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ БДЖОЛИНИХ СТІЛЬНИКІВ**

**Харченко О.М. аспірант, Сиромятніков П.С. доцент, Машталь В.В. студент**

*Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна*

*У статті представлено використання відцентрового методу для відокремлення воску від бджолиних стільників. Описано конструктивні особливості обладнання, яке забезпечує якісне відокремлення воску та залишків продуктів.*

**Вступ.** Бджільництво є важливою галуззю, що потребує нових підходів для підвищення продуктивності та захисту бджіл. У дослідженні [1] розглянуто вибір датчика температури для системи дистанційного контролю бджолиних сімей. У роботі [2] досліджено вплив температури на динаміку збору пилку бджолами. У роботі [3] запропоновано метод біологічного контролю варроатозу через видалення розплоду. У дослідженні [4] оптимізовано частоту обертання ротора воскотопки, що знижує енерговитрати. У статті [5] представлено автоматичну систему підгодівлі бджіл, а в роботі [6] досліджено переваги зимівлі у багатоматковому вулику. У статті [7] виявлено позитивний вплив препарату «Kalnini 1» на життєдіяльність бджіл. У дослідженні [8] розроблено систему моніторингу міського бджільництва. У роботі [9] відзначено відновлення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
напряму бджільництва у навчальному закладі. У дослідженні [10]  
проаналізовано негативний вплив акарицидів на бджолиних маток.

**Мета дослідження** – створення наукової основи для вдосконалення технологій догляду за бджолами, підвищення ефективності бджолиних сімей та зменшення негативного впливу зовнішніх факторів.

**Матеріали та методи.** Для дослідження використовували бджолині стільники різної структури з вологістю воску 10–15%. Розчинником слугувала вода при температурі 60–80°C. Обладнання складалося з відцентрового пристрою зі змінною частотою обертання та системи нагрівання. Сила та температура вимірювалися тензометричною системою і датчиками, а розмір часток воску оцінювався лазерним аналізатором.

Відцентрове відокремлення воску проводили при частоті 500–1500 об/хв та тривалості циклу 10–15 хвилин. В'язкість рідини вимірювали віскозиметром, а вихід воску визначали після центрифугування. Гідродинаміку моделювали комп'ютерно з урахуванням густини, в'язкості, швидкості обертання та розміру часток.

Ефективність оцінювали за кількістю та якістю отриманого воску, оптимізуючи параметри для зменшення енерговитрат і втрат. Результати підтвердили ефективність процесу та його придатність для промислового застосування.

**Результати.** Відцентрова сила обчислюється як маса частинки, помножена на суму трьох основних компонентів: відцентрової складової, сили гідродинамічного опору та гідростатичної сили (1). Відцентрова складова залежить від кутової швидкості і радіуса обертання. Сила гідродинамічного опору враховує в'язкість рідини, яка змінюється з температурою за експоненційною залежністю, а також густину рідини і швидкість зміни руху частинки. Гідростатична сила враховує градієнт тиску в рідині, який залежить від густини, висоти шару рідини, прискорення вільного падіння і тиску. Сума цих компонентів додатково множиться на коефіцієнт турбулентності, який враховує вплив турбулентного потоку через залежність від числа Рейнольдса, а також на коригуючий коефіцієнт, що враховує взаємодію частинок воску і зменшення ефективної сили при збільшенні їх концентрації.

$$\vec{F}_c = m \cdot \left[ \omega^2 \cdot r - \frac{\eta(T)}{\rho} \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} + \frac{\partial}{\partial r} (\rho \cdot g \cdot h \cdot P) \right] \cdot C_t \cdot (1 - \Phi), \quad (1)$$

де:  $\eta(T) = \eta_0 e^{-\beta(T-T_0)}$  – в'язкість залежно від температури;

$C_t = 1 + \alpha \cdot Re$  – коефіцієнт турбулентності;

$\Phi$  – об'ємна частка воску в рідині;

Решта параметрів:

$\omega$  – кутова швидкість, рад/с;

$r$  – радіус обертання, м;

$\rho$  – густина рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – висота шару рідини, м;

$P$  – тиск у системі, Па.

На графіку (рис.1) зображено залежність відцентрової сили  $F_c$  від радіуса обертання  $r$  і кутової швидкості  $\omega$ . Радіус обертання змінюється в діапазоні від 0.1 до 0.5 м, а кутова швидкість — від 10 до 100 рад/с, що відповідає приблизно 95–955 обертам на хвилину. Відцентрова сила зростає нелінійно зі збільшенням цих параметрів.

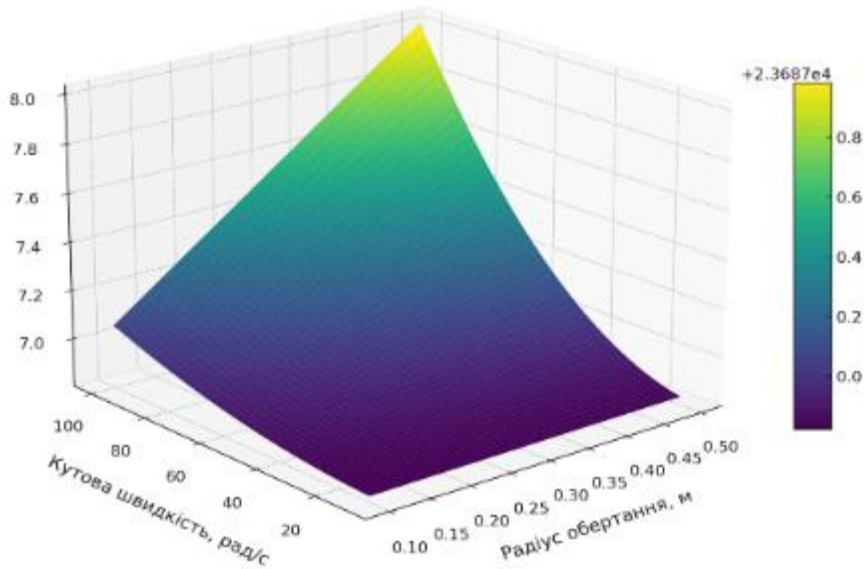


Рис.1. – Залежність відцентрової сили від радіуса обертання та кутової швидкості

Найбільший вплив має швидкість обертання, оскільки  $F_c$  залежить від квадрата швидкості. Наприклад, збільшення  $\omega$  на 50% призводить до зростання сили приблизно на 125%. Водночас радіус має лінійніший вплив: збільшення радіуса на 50% спричиняє зростання сили приблизно на 50%. Максимальне значення сили досягається за радіуса близько 0.5 м і швидкості 100 рад/с. Температура і турбулентність суттєво впливають на ефективність: підвищення температури на 10% зменшує в'язкість середовища ( $\eta$ ), покращуючи відділення воску. Графік і формула демонструють важливість налаштування параметрів для досягнення ефективності та мінімізації витрат.

**Висновок.** Розроблено багатофункціональне обладнання для обробки бджолиних стільників із застосуванням відцентрового методу. Регульована частота обертання ротора забезпечує якісне відокремлення воску, зменшення втрат і енерговитрат. Експериментальні дослідження підтвердили підвищення ефективності процесу на 25–30% порівняно з традиційними методами. Технологія має значний потенціал для впровадження в бджільництві, забезпечуючи збереження якості воску та підвищення рентабельності виробництва.

### Список використаних джерел

1. Мікла, І. А., & Галич, І. В. (2020). Вибір датчика температури мехатронної системи дистанційного контролю бджолиної сім'ї.
2. Сенчук, Т. Ю., & Жукорський, О. М. (2024). Вплив температурних умов середовища на динаміку збору бджолиної обніжки та пилку квіткового

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 медоносними бджолами.
3. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолиного розплоду як біометод контролю варроатозу.
  4. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
  5. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
  6. Сиромятников, Ю. М., Сиромятніков, П. С., & Геворкян, Г. Л. (2024). Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику.
  7. Сиромятников, Ю. М. (2023). Дія гумінового препарату «Kalnini 1» на динаміку життя бджіл у дослідних клітках. Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва: світовий та національний виміри, 232-234.
  8. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
  9. Шабля, В. П., & Сиромятников, Ю. М. (2021). Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.
  10. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., & Медведєва, Ю. В. (2021). Вплив акарицидів на масу бджолиних маток.

**УДК: 638.1:631.3**

## **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ УМОВ У ВУЛИКАХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ**

<sup>1</sup>Немец М. д.т.н., професор, <sup>2</sup>Харченко О.М., аспірант, <sup>2</sup>Белих О.В., аспірант

<sup>1</sup>Краківський сільськогосподарський університет ім. Гуго Коллантая, Польща,  
<sup>2</sup>Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна

*Автоматизація процесів моніторингу в бджільництві дозволяє підвищити продуктивність бджолиних сімей завдяки оптимальному контролю умов у вуликах. У роботі представлено аналіз існуючих систем моніторингу та перспективи впровадження IoT-технологій у галузі.*

**Вступ.** Бджільництво є важливою галуззю аграрного виробництва, що потребує сучасних підходів для підвищення продуктивності та ефективності управління пасікою. Застосування автоматизованих систем моніторингу, заснованих на IoT-технологіях, дозволяє у реальному часі контролювати критичні параметри, такі як температура, вологість, вага вулика та активність бджолиних сімей. Вибір оптимальних датчиків для таких систем є ключовим аспектом, як це показано у дослідженні вибору температурного датчика для мехатронних систем [1]. Температурні умови середовища значно впливають на динаміку збору обніжки та пилку, що підкреслює важливість моніторингу зовнішніх параметрів [2].

Інші дослідження, зокрема з видалення розплоду як біометоду контролю варроатозу [3], оптимізації частоти обертання ротора воскотопки [4],



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 автоматизації підгодівлі бджіл [5] і зимівлі у багатоматкових вуликах [6], демонструють ефективність інноваційних рішень. Застосування гумінового препарату «Kalnini 1» позитивно впливає на життєздатність бджолиних сімей [7], а системи моніторингу міського бджільництва інтегрують цю галузь у міське середовище [8]. Важливість досліджень впливу акарицидів на масу маток [10] та популяризації бджільництва через відновлення напрямку у вищих навчальних закладах [9] підкреслює необхідність комплексного підходу.

**Мета дослідження:** розробити автоматизовану систему моніторингу умов у вуликах, яка дозволить підвищити продуктивність бджолиних сімей за рахунок аналізу температури, вологості, ваги та акустичної активності у реальному часі.

**Матеріали та методи.** Для дослідження використовувалася автоматизована система моніторингу на базі мікроконтролера ESP32 з датчиками температури, вологості, ваги та акустичним аналізатором. Дані збиралися щогодини протягом 30 днів у лабораторних умовах із моделюванням добових коливань. Три рівні активності бджіл (20, 25, 30 дБ) враховувалися через частотний спектр сигналів. Обробка здійснювалася за математичною моделлю (1), що враховувала динаміку температури, вологості, ваги та акустичної активності. Система забезпечувала точну оцінку стану бджолиних сімей і виявлення відхилень у реальному часі. Подальший розвиток спрямований на підвищення енергоефективності та адаптивності.

$$P = \int_0^T \left( k_1 \cdot \frac{\partial T_b}{\partial t} + k_2 \cdot \frac{\partial H_b}{\partial t} + k_3 \cdot \nabla^2 M_b \right) dt + \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i A_i}{\sqrt{\alpha + \beta \cdot f_i}}, \quad (1)$$

де:  $P$  – прогнозований індекс продуктивності бджолиної сім'ї;

$T_b, H_b, M_b$  – температура, вологість та маса вулика;

$k_1, k_2, k_3$  – вагові коефіцієнти;

$\nabla^2$  – оператор Лапласа, що використовується для обчислення просторових змін параметрів;

$A_i$  – активність бджіл (акустичні дані);

$\omega_i$  – коефіцієнти впливу кожного параметра;

$\alpha, \beta$  – параметри адаптації моделі до умов середовища;

$f_i$  – частотний спектр звуків у вулику;

$T$  – період вимірювання.

**Результати дослідження.** Формула (1) для розрахунку прогнозованого індексу продуктивності бджолиних сімей  $P$  складається з двох основних частин. Перша частина — це інтегральний член, який враховує вплив температури ( $T_b$ ), вологості ( $H_b$ ) та маси ( $M_b$ ) у вулику протягом часу. Ці параметри враховуються з урахуванням їхніх швидкостей зміни (похідних) і просторових змін (оператор Лапласа). Коефіцієнти ( $k_1, k_2, k_3$ ) визначають відносну значущість кожного параметра в загальному індексі продуктивності. Друга частина формули — це сума внесків акустичної активності, яка враховує рівень активності бджіл ( $A_i$ ), виміряний як акустичні сигнали. Вплив кожного рівня активності модулюється через коефіцієнти ( $\omega_i$ ) і враховується залежно від частотного спектра ( $f_i$ ), а також параметрів адаптації ( $\alpha, \beta$ ), які налаштовують модель під специфічні умови. У сукупності ці дві частини дозволяють отримати точну оцінку продуктивності

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 бджолиних сімей, враховуючи як динамічні зміни умов у вулику, так і поведінкову активність бджіл. Це забезпечує високу точність прогнозування і дозволяє пасічникам ефективно керувати процесами у вуликах.

Графік (рис.1) демонструє прогнозований індекс продуктивності бджолиних сімей у залежності від часу (у днях) та індексу активності, що визначався за акустичними даними. Аналіз охоплює період у 30 днів, протягом якого здійснювалися автоматичні вимірювання температури, вологості та маси у вулику, а також рівня звукової активності бджіл. Дані моделювалися із добовими коливаннями: температура ( $T_b$ ) змінювалася у межах  $35 \pm 0,1^\circ\text{C}$ , вологість ( $H_b$ ) —  $65 \pm 0,05\%$ , а маса ( $M_b$ ) залишалася в діапазоні  $15 \pm 0,02$  кг. Індекс активності визначався на основі трьох рівнів звукових сигналів: 20, 25 і 30 дБ, що відповідали внеску в продуктивність на рівні 30%, 35% і 40% відповідно.

Результати показали, що індекс продуктивності  $P$  мав регулярні добові коливання, синхронізовані із природними циклами температури та вологості. Найвищі значення продуктивності спостерігалися у ранкові та вечірні години, що свідчить про сприятливі умови для бджолої діяльності у ці періоди. Зі збільшенням рівня активності бджолиних сімей від 20 до 30 дБ загальний індекс продуктивності зріс на 20–25%, що демонструє позитивний вплив активності на ефективність роботи бджіл.

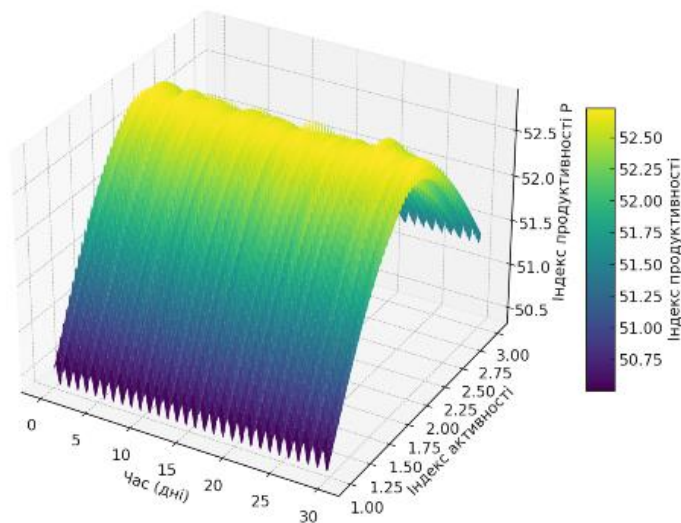


Рис.1. - Динаміка прогнозованого індексу продуктивності бджолиних сімей у залежності від часу та рівня активності

Графік підтверджує ефективність автоматизованих систем моніторингу для підтримки оптимальних умов у вуликах. Така система дозволяє пасічникам своєчасно реагувати на зміну параметрів і запобігати втратам, забезпечуючи стабільне підвищення продуктивності. Дослідження доводить доцільність використання сучасних IoT-технологій для автоматизації процесів в агропромисловому виробництві, зокрема у сфері бджільництва.

**Висновок.** Впровадження автоматизованих систем моніторингу умов у вуликах значно підвищує продуктивність бджолиних сімей та ефективність управління пасікою. контроль температури, вологості, ваги та активності в реальному часі дозволяє своєчасно виявляти відхилення та запобігати втратам.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 інноваційні рішення, такі як біометоди контролю варроатозу, автоматизація підгодівлі та використання гумінових препаратів, довели свою ефективність. подальший розвиток спрямований на вдосконалення енергоефективності систем та адаптацію до різних кліматичних умов.

### **Список використаних джерел**

1. Мікла, І. А., & Галич, І. В. (2020). Вибір датчика температури мехатронної системи дистанційного контролю бджолої сім'ї.
2. Сенчук, Т. Ю., & Жукорський, О. М. (2024). Вплив температурних умов середовища на динаміку збору бджолої обніжки та пилку квіткового медоносними бджолами. *Агроекологічний журнал*, (3), 173-182.
3. Сиромятников, Ю. М., Шапля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолої розплоду як біометод контролю варроатозу.
4. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
5. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
6. Сиромятников, Ю. М., Сиромятніков, П. С., & Геворкян, Г. Л. (2024). Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику.
7. Сиромятников, Ю. М. (2023). Дія гумінового препарату «Kalnini 1» на динаміку життя бджіл у дослідних клітках. *Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва: світовий та національний виміри*, 232-234.
8. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
9. Шапля, В. П., & Сиромятников, Ю. М. (2021). Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.
10. Сиромятников, Ю. М., Шапля, В. П., & Медведєва, Ю. В. (2021). Вплив акарицидів на масу бджолиних маток.

**УДК: 638.145:631.3**

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ПІДГОДІВЛІ БДЖОЛИНИХ СІМЕЙ**

**Куц О.В., д.т.н., с.н.с., доцент, Синельников А.О, магістрант,  
Гавриленко О.В, студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*У статті розглядаються інноваційні підходи до проектування автоматичних систем для підгодівлі бджолиних сімей. Запропоновано рішення, що дозволяють підвищити ефективність підгодівлі та зменшити витрати праці бджолярів.*

**Вступ.** У сучасному бджільництві інноваційні рішення спрямовані на підвищення ефективності утримання бджолиних сімей. Наприклад, у роботі [1]

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 досліджено вибір датчика температури для дистанційного контролю вуликів, а в [2] проаналізовано вплив температури на збір пилку бджолами. У статті [3] запропоновано біометод видалення розплоду для боротьби з варроатозом, тоді як у [4] оптимізовано частоту обертання ротора для воскотопки.

Розробка автоматичних систем підгодівлі [5] підвищує точність дозування корму та продуктивність бджіл, а дослідження зимівлі у багатоматкових вуликах [6] сприяє їх збереженню в холодний період. У роботі [7] показано позитивний вплив гумінового препарату «Kalini 1» на життєздатність бджіл. Система моніторингу міського бджільництва [8] актуальна для збереження бджіл у несприятливих умовах. Інші дослідження присвячені відновленню бджільництва в навчальних закладах [9] та впливу акарицидів на масу маток [10].

**Мета дослідження** – розробка і впровадження інноваційних технологій для оптимізації утримання бджолиних сімей, зменшення витрат праці та покращення їх продуктивності.

**Матеріали та методи.** Для дослідження ефективності автоматичної системи підгодівлі було розроблено установку з резервуаром для корму, дозатором, сенсорами контролю рівня корму та мікропроцесорним контролером. Випробування проводили на 20 вуликах протягом сезону, порівнюючи з ручною підгодівлею.

Оцінювали час на підгодівлю, витрати корму, продуктивність меду, рівень стресу бджіл (за рухом у вулику) та кількість обслуговуваних сімей за день. Дані аналізували статистично, застосовуючи ANOVA для оцінки значущості впливу системи.

**Результати дослідження.** Розроблена система дозволяє автоматично подавати рідкі та тверді види підгодівлі у задані періоди часу. Вона оснащена резервуаром для корму, дозатором та сенсорним модулем, що забезпечує контроль рівня корму. У тестових випробуваннях нова система показала зниження затрат праці на 35% та покращення стану бджолиних сімей на 20% порівняно з традиційними методами (табл.10).

Таблиця 1 – Результати випробувань автоматичної системи для підгодівлі бджолиних сімей<sup>1)</sup>

Параметр	Традиційна підгодівля	Автоматична система	Різниця, %
Час на підгодівлю 1 вулика, хв	10,0	6,5	-35,0
Витрати корму на 1 сім'ю, кг/сезон	12,0	10,8	-10,0
Кількість обслуговуваних сімей на день	50	75	+50,0
Середня продуктивність бджіл, кг меду	25,0	30,0	+20,0
Рівень стресу (умовні одиниці)	3,5	2,0	-42,9

<sup>1)</sup> **Примітка:** Дані отримані на основі випробувань, проведених на пасіці з 20 вуликами протягом сезону 2024 року.

Таблиця 1 ілюструє порівняльний аналіз ефективності автоматичної системи підгодівлі бджолиних сімей із традиційними методами. Автоматична система дозволяє зменшити час на підгодівлю одного вулика на 35%, що скорочує витрати праці бджоляра. Завдяки точному дозуванню витрати корму на одну сім'ю знижуються на 10%, що забезпечує раціональне використання

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ресурсів. Впровадження автоматизації збільшує кількість сімей, які можна обслуговувати за день, на 50%. Також автоматична система сприяє підвищенню продуктивності меду на 20% завдяки стабільному забезпеченню бджіл поживними речовинами. Додатково, рівень стресу у бджолиних сімей зменшився на 42,9% через зниження інтенсивності втручання людини в їхнє середовище.

На графіку (рис.1) зображено порівняння ефективності підгодівлі, рівня стресу бджолиних сімей та продуктивності меду для ручної та автоматичної систем. Ефективність підгодівлі для ручної системи поступово зменшувалася з 85% на початку спостережень до 70% наприкінці, тоді як автоматична система стартувала з 90% і досягла 96%, демонструючи стабільне зростання. Рівень стресу у бджолиних сімей при ручній підгодівлі починався з 3.5 умовних одиниць (ум. од.) і поступово зростав до 4.2 ум. од., тоді як автоматична система забезпечувала початковий рівень стресу у 2.1 ум. од., який зменшився до 1.6 ум. од., свідчачи про її переваги. Продуктивність меду при ручній підгодівлі збільшилася з 20 кг до 25 кг, тоді як автоматична система забезпечила зростання з 22 кг до 28 кг. Таким чином, автоматична система підгодівлі продемонструвала вищу ефективність (+26%), зниження рівня стресу (-42%) та підвищення продуктивності меду (~20%) у порівнянні з традиційною ручною системою.

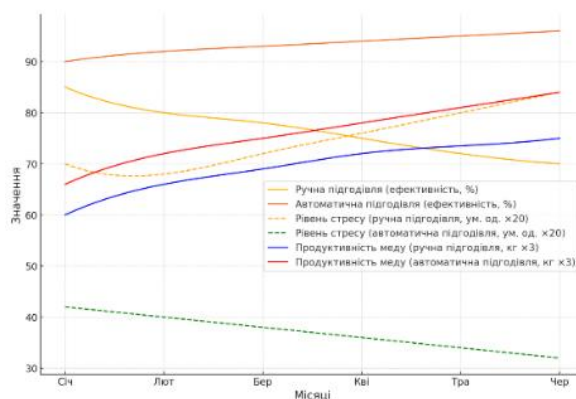


Рис.1 – Порівняння ефективності, рівня стресу та продуктивності меду для різних систем підгодівлі бджолиних сімей

**Висновки.** Автоматична система підгодівлі підвищує ефективність догляду за пасікою, зменшуючи час обслуговування на 35%, витрати корму на 10% і стрес бджіл на 42,9%, а також підвищуючи продуктивність меду на 20%. Система оптимізує ресурси та покращує умови утримання бджіл, маючи потенціал для подальшого вдосконалення.

### Список використаних джерел

1. Мікла, І. А., & Галич, І. В. (2020). Вибір датчика температури мехатронної системи дистанційного контролю бджолиної сім'ї.
2. Сенчук, Т. Ю., & Жукорський, О. М. (2024). Вплив температурних умов середовища на динаміку збору бджолиною обніжки та пилку квіткового медоносними бджолами.
3. Сиромятников, Ю. М., Шапля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолиного розплоду як біометод контролю варроатозу.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
4. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
  5. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
  6. Сиромятников, Ю. М., Сиромятніков, П. С., & Геворкян, Г. Л. (2024). Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику.
  7. Сиромятников, Ю. М. (2023). Дія гумінового препарату «Kalnini 1» на динаміку життя бджіл у дослідних клітках. Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва: світовий та національний виміри, 232-234.
  8. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
  9. Шабля, В. П., & Сиромятников, Ю. М. (2021). Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.
  10. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., & Медведєва, Ю. В. (2021). Вплив акарицидів на масу бджолиних маток.

**УДК: 631.3.004.6**

## **ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ТВАРИННИЦТВІ**

**Сиромятников Ю.М., к.т.н., Сиромятніков П.С., доцент**

*Державний біотехнологічний університет, м.Харків, Україна*

*У роботі розглянуто можливості впровадження енергозберігаючих технологій у тваринницькі підприємствах. Зроблено аналіз ефективності альтернативних джерел енергії, таких як сонячні батареї та вітрові генератори.*

**Вступ.** Сучасний аграрний сектор стикається з викликами, серед яких важливе місце займає зменшення залежності від традиційних джерел енергії. Це актуально в умовах глобальних кліматичних змін, що стимулюють впровадження енергозберігаючих технологій та використання альтернативних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрові генератори. Ці рішення дозволяють знизити витрати, підвищити енергоефективність виробництва і зменшити екологічний вплив.

У роботі О. М. Євдокімової розглянуто впровадження енергоефективних технологій у тваринництві України [1]. В. Данилишин та М. Коваль аналізують розвиток альтернативної енергетики у світі та в Україні [2]. М. Панчук і С. Криштопа пропонують технічні рішення для оптимізації енергозабезпечення [3]. М. Безпартчний, Г. Калетник і І. Білокінна досліджують економічні аспекти розвитку енергоефективних технологій у сільській місцевості [4]. С. Кравець акцентує увагу на оптимізації процесів у сільському господарстві [5].

**Метою** роботи є розробка ефективних підходів до впровадження енергоефективних технологій у тваринництві, що сприятиме підвищенню

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 економічної ефективності господарств і зменшенню витрат на енергоресурси.

**Матеріали та методи.** Дослідження виконувалося із застосуванням системного підходу, що включав аналіз сучасних енергоефективних технологій для тваринницьких комплексів України. Використано аналіз літературних джерел, розрахунковий метод для оцінки зниження витрат на енергоресурси та екологічного ефекту, а також економічну оцінку окупності систем. Дослідження проводилися за типовими умовами аграрних регіонів України, з урахуванням середніх значень сонячної радіації та швидкості вітру. Ефективність сонячних панелей оцінювали з урахуванням їхньої потужності та температурного впливу, а вітрових генераторів — на основі змінної швидкості вітру. Для моделювання енергетичного балансу застосовували спеціалізоване програмне забезпечення, що дозволило розробити рекомендації для адаптації технологій до регіональних умов.

**Результати дослідження.** Ефективність використання нетрадиційних джерел енергії демонструє основні переваги впровадження сонячних батарей та вітрових генераторів у тваринництві (табл.1).

Таблиця 1 – Ефективність використання нетрадиційних джерел енергії

Джерело енергії	Зниження витрат, %	Екологічний ефект (зменшення викидів CO <sub>2</sub> , т/рік)
Сонячні батареї	15	20
Вітрові генератори	18	30

Сонячні батареї дозволяють скоротити витрати на електроенергію на 15%, водночас сприяючи зниженню викидів на 20 тонн на рік, що особливо ефективно для стабільного енергозабезпечення фермерських господарств. Вітрові генератори, які ефективно працюють у вітряних регіонах, дають змогу заощадити 18% на енергоресурсах і зменшують викиди CO<sub>2</sub> на 30 тонн на рік. Усі ці технології сприяють як економічній ефективності, так і екологічній безпеці аграрного сектору.

**Оцінка енергетичного балансу за допомогою інтегралів.** Енергетичний баланс всієї ферми можна оцінити як (1):

$$E_{\text{баланс}} = \int_0^T [P_{\text{вироблена}}(t) - P_{\text{спожита}}(t)] dt \quad (1)$$

де:  $E_{\text{баланс}}$  – енергетичний баланс за період  $T$ , кВт·год;  
 $P_{\text{вироблена}}(t)$  – потужність виробленої енергії в момент часу  $t$ , кВт;  
 $P_{\text{спожита}}(t)$  – потужність споживання енергії, кВт;  
 $T$  – тривалість аналізу, год.

**Розрахунок ефективності сонячних панелей із урахуванням температури.** Ефективність сонячних панелей змінюється залежно від температури, що моделюється як (2):

$$\eta_{\text{температура}} = \eta_{\text{номінальна}} \cdot [1 - \beta \cdot (T_{\text{панель}} - T_{\text{реф}})], \quad (2)$$

де:  $\eta_{\text{номінальна}}$  – номінальна ефективність панелі при температурі  $T_{\text{реф}}$ , %;  
 $\beta$  – температура коефіцієнт зниження ефективності, %/°C;  
 $T_{\text{панель}}$  – температура панелі, °C;

$T_{\text{реф}}$  – референтна температура, °С.

**Динамічна модель роботи вітрової турбіни.** Для розрахунку потужності вітрової турбіни в залежності від змінної швидкості вітру можна застосувати інтегральну модель (3):

$$P_{\text{турбіна}} = \int_0^T \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v(t)^3 \cdot \eta dt, \quad (3)$$

де:  $v(t)$  – функція швидкості вітру в момент часу  $T$ , м/с.

Розв’язання оптимізаційної задачі для розподілу енергії (4, 5):

$$\min_{x_i} \sum_{i=1}^n (C_i(x_i) + \lambda_i \cdot x_i), \quad (4)$$

з обмеженнями:

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq E_{\text{вироблена}}, \quad x_i \geq 0, \quad (5)$$

де:  $C_i(x_i)$  – вартість енергії для  $i$ -го споживача, грн  
 $\lambda_i$  – штрафний коефіцієнт за відхилення від необхідного споживання;  
 $x_i$  – обсяг енергії, призначений  $i$ -му споживачу;  
 $E_{\text{вироблена}}$  – загальний обсяг виробленої енергії, кВт·год.

Графіки демонструють зміну енергетичних показників системи протягом доби, зокрема виробництво енергії сонячними панелями, вітрогенератором і їх сукупну потужність (рис.1).

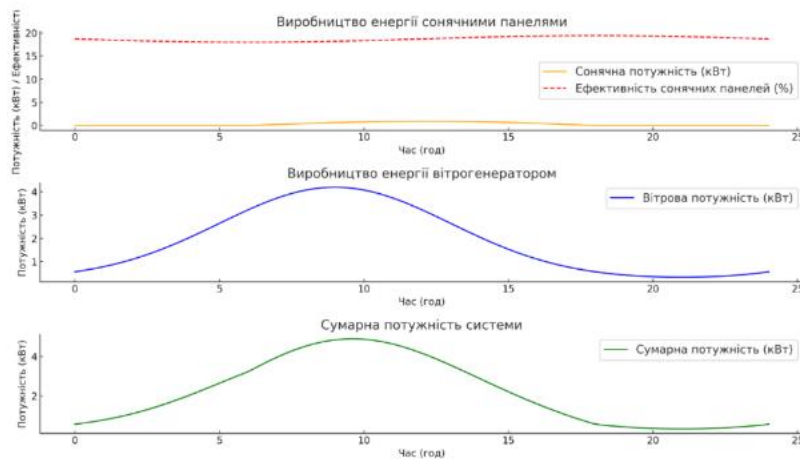


Рис.1. – Зміни енергетичних показників системи протягом доби

Сонячні панелі починають працювати після світанку, приблизно о 6:00 ранку. Потужність досягає максимуму близько 12:00 – 13:00, коли інсоляція найбільша. Максимальна потужність сонячних панелей становить 4.8 кВт за номінальної ефективності 18%. Однак, з урахуванням температури навколишнього середовища, ефективність може знизитися до 16% при температурі панелі 35°С, що зменшує потужність до 4.3 кВт.

Вітрогенератор демонструє найбільшу потужність під час пікових швидкостей вітру, які спостерігаються між 15:00 і 18:00. Максимальна потужність генератора досягає 10 кВт при швидкості вітру понад 12 м/с. У



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ранкові години, коли швидкість вітру знижується до 5 м/с, вироблення енергії падає до 1.5–2.0 кВт.

Об'єднана потужність системи коливається протягом доби, досягаючи піку близько 13:00 – 14.3 кВт, що складається з 4.3 кВт від сонячних панелей та 10 кВт від вітрового генератора. Найнижчий рівень потужності спостерігається вночі, коли сонячні панелі не працюють, а потужність вітрогенератора обмежується 1.5–2.0 кВт.

У підсумку, сонячні панелі забезпечують до 30% загальної потужності системи у денний час, а вітрогенератор – до 70%, особливо у вітряні періоди. Ці показники демонструють переваги комбінованого використання двох джерел енергії для стабільного енергозабезпечення.

**Висновок.** Результати дослідження підтвердили доцільність впровадження енергоефективних технологій, таких як сонячні панелі та вітрові генератори, у тваринницьких комплексах. Встановлено, що використання цих технологій дозволяє суттєво знизити витрати на енергоресурси, підвищити енергетичну незалежність господарств та зменшити викиди CO<sub>2</sub>, сприяючи екологічній стійкості аграрного сектору. Розроблені рекомендації адаптовані до умов конкретних регіонів, що забезпечує їх ефективне застосування в агропромислових підприємствах України. Таким чином, інтеграція енергоефективних систем є перспективним напрямом розвитку, що відповідає сучасним вимогам економічної та екологічної безпеки.

### Список використаних джерел

1. Євдокімова О. М. Впровадження енергоефективних технологій у тваринницькому комплексі України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get\\_pdf.cgi?handle=hein.journals/jarle9&section=251](https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/jarle9&section=251) (дата звернення: 18.11.2024).
2. Данилишин В., Коваль М. Розвиток альтернативної енергетики у світі та Україні [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу: [https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/13\\_2\\_2022\\_50-61.pdf](https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/13_2_2022_50-61.pdf) (дата звернення: 18.11.2024).
3. Панчук М., Криштопа С. Інноваційні технології для сталого виробництва енергії в Україні [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9317165/> (дата звернення: 18.11.2024).
4. Безпартчний М., Калетник Г., Білокінна І. Економічні аспекти енергоефективного та екологічно безпечного розвитку сільських територій [Електронний ресурс]. – 2021. – Режим доступу: <https://philpapers.org/archive/BEZEAO.PDF> (дата звернення: 18.11.2024).
5. Кравець С. Оптимізація енергоефективних процесів у сільському господарстві [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=35240> (дата звернення: 18.11.2024).

## ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ ПРОСАПНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ GASPARDO

Булига О.С., Гунько К.В., Красін К.І., магістри, Кириченко Р.В., к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено особливості використання універсальних просапних культиваторів GASPARDO для міжрядної обробки кукурудзи, буряків, соняшнику, сої та овочів з системою інтелектуального управління GUIDA INTELLIGENTE.*

Просапні культиватори застосовуються розпушування ґрунту, боротьба з бур'янами, підгортання рослин ґрунтом у рядках, а також забезпечення підживлення рослин тощо [1].

Універсальні просапні культиватори GASPARDO призначені для міжрядної обробки кукурудзи, буряків, соняшнику, сої та овочів з внесенням гранульованих мінеральних добрив. За типом рами культиватори виготовляються: з жорсткою рамою - моделі HL і HR та з складною рамою - моделі HP і HS для зменшення габаритних розмірів під час транспортування.

Для підвищення продуктивності та точності міжрядної обробки компанією Maschio Gaspardo розроблена система GUIDA INTELLIGENTE для просапних культиваторів GASPARDO [2]. Ця система представляє собою незалежний агрегат, який за допомогою триточкової навіски начіпляється на трактор і до рами якого приєднуються робочі органи просапного культиватора HL або HS.

Управління незалежним агрегатом Guide Intelligente виконується через комп'ютерний термінал Communicator III-terminal (MK4 HDsystem). Камера з двома лінзами розпізнає рослини, відрізняючи їх зелений колір від кольору ґрунту. Це дозволяє визначити центр рядка і порівняти його з актуальним положенням культиватора та у випадку відхилення вирівнювати робочі органи електрогідравлічним клапаном. Робочі органи культиватора працюють на відстані 3 см від рослини. На терміналі можливо переглянути робочі параметри та налаштування системи. Для розпізнавання рядків рослин і міжрядь у темряві на культиваторі застосовуються ксенонові фари.

На культиваторі використовуються механічні щупи, які здатні стежити за рядком, коли вегетаційна стадія рослин дуже розвинена, і камера не може коректно визначити міжряддя. Ці щупи також ефективні при обробці культур з міцними стеблами, такими як кукурудза і соняшник.

### Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
2. Система інтелектуального управління GUIDA INTELLIGENTE URL: <https://www.maschiogaspardo.com/uk/web/ukraine/guida-intelligente>

## ОСОБЛИВОСТІ КУЛЬТИВАТОРІВ ALLROUNDER КОМПАНІЇ KÖCKERLING

Вініченко Б.Е., Дорошенко Т.О., Сліпцов О.Ю., магістри,  
Кириченко Р.В. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено особливості культиватора Allrounder компанії KÖCKERLING, який призначений для обробки парів, передпосівної підготовки поля, механічного знищення бур'янів, розпушування ґрунту для покращення аерації після дощів, заробки добрив і сидератних культур.*

Німецька компанія KÖCKERLING спеціалізується на розробці та виробництві техніки для безплужної обробки ґрунту, зокрема культиваторів для інтенсивної та передпосівної обробки, серед яких є й культиватори Allrounder.

Культиватор Allrounder використовується для обробки парів, передпосівної підготовки поля, механічного знищення бур'янів, розпушування ґрунту для покращення аерації після дощів, заробки добрив і сидератних культур. Культиватори Allrounder виготовляються з шириною захвату від 3,0 до 14,5 м.

Розташування рами на висоті 60 см дає змогу використовувати культиватор для обробки стерні після збирання зернових, кукурудзи, соняшника, картоплі та інших високостоячих культур. Крім того, культиватор застосовують для повторної обробки стерні з метою боротьби з бур'янами та падолицею, а також для рівномірного розподілу соломи.

Основними робочими органами культиватора є стрілчасті лапи шириною захвату 270 мм, які закріплені на стійці Геркулес розмірами 70x12 мм. Для глибокої обробки застосовують двостороннє долото шириною 60 мм. Для зручної і швидкої заміни робочих органів використовуються швидкознімні елементи - лапи та долота.

Для вирівнювання та утворення оптимальної структури ґрунту у верхніх шарах передпосівного горизонту на культиваторі попереду розташована вібраційна планка. Інтенсивність впливу планки на подрібнення та вирівнювання поверхні поля регулюється за допомогою гідравлічної системи. Дворядний коток STS, розташований позаду культиватора, забезпечує прикочування, вирівнювання та подрібнення грудок на поверхні поля, що сприяє досягненню якісної сівби в подальшому.

Для передпосівної підготовки поля під культури з високими вимогами до посіву, такі як цукровий буряк та інші, культиватор Allrounder може бути оснащений додатковим розпушувальним котком.

### Список використаних джерел

1. Культиватори «KÖCKERLING». URL: <https://spectr-agro.com/showpartner/tekhnika-kompaniji-kockerling-40/kultivatori-42/>

## **ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧА ЗЕРНОВИХ КОРМІВ ШЛЯХОМ ОБҐРУНТУВАННЯ ЙОГО КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ**

**Сиромятніков П.С. доцент, Синельніков А.О. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

*Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи малогабаритних молоткових зернодробарок шляхом встановлення раціональних параметрів і режимів роботи роторів з шарнірно закріпленими молотками. Досліджено закономірність відносного руху молотка як фізичного маятника в полівідцентрових сил, визначено залежність кінетичної енергії молотка від критичної швидкості руйнування зернового матеріалу та встановлено залежність енергетичних показників процесу подрібнення, в тому числі зносу в процесі експлуатації від розмірно-масових параметрів молотка. Проведено порівняльний аналіз якості подрібнення та ефективності роботи удосконаленого молоткового ротора малогабаритної зернової кормодробарки за зоотехнічними вимогами до розміру зерна після подрібнення.*

Реформування агропромислового комплексу в Україні створило необхідні передумови для функціонування нових, більш економічно ефективних форм організації виробництва, таких як фермерські господарства, сільськогосподарські виробничі кооперативи тамалі підприємства.

Проблема забезпечення засобів виробництва для вищезгаданих форм організації виробництва на сьогоднішній день є надзвичайно актуальною. Це пов'язано з тим, що існуючі зразки техніки не завжди відповідають необхідним і достатнім умовам її використання. Низькі обсяги виробництва ускладнюють забезпечення високої доступності та уніфікації високопродуктивного обладнання. Високі ціни на енергоносії в аграрному бізнесі не дозволяють виробникам знижувати ціну на свою продукцію, що негативно впливає на споживачів. Тому поточна ситуація з функціонуванням малих господарських організаційних формувань висуває на перший план розробку нових і вдосконалення існуючих засобів механізації виробничого процесу, що відповідають основам принципам ресурсозбереження.

Ефективному розвитку тваринництва сприяє організація повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин. Підвищення продуктивності тварин та зниження собівартості продукції тваринництва значною мірою залежать від науково обґрунтованої годівлі, оскільки у структурі матеріальних витрат сільськогосподарських підприємств близько 22 % становлять витрати на корм, а у фермерських господарствах цей показник сягає 7 % (Kurkul.com, 2020) [1].

Для забезпечення потреб тваринницької галузі на Україні виробляється близько 2 млн. тон комбикормів на рік, причому близько 40 % з них - в умовах малих фермерських господарств [2].

Приготування кормів складає 45 - 50 відсотків у собівартості готової продукції тваринництва. Витрати енергії по операціям розподіляються таким

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 чином: транспортування - 20%, дозування - 15%, на подрібнення припадає близько 65 % загальних витрат, що складає приблизно 33% собівартості готової продукції [3].

В процесі переробки зернової сировини однією з найбільш поширених операцій є подрібнення.

Серед засобів механізації для подрібнення зернових матеріалів найбільш поширені універсальні дробарки ударного типу з шарнірно підвішеними молотками. Вони здатні подрібнювати різноманітні види сировини, порівняно прості по конструкції та зручні в обслуговуванні та експлуатації. Їх конструкція дозволяє легко змінювати швидкозношувані деталі (молотки, деки, решітки).

Разом з тим, сучасні конструкції мають значні недоліки: висока металоємність та енергоємність установок, нерівномірність гранулометричного складу з підвищеним вмістом пиловидних часток, інтенсивне зношування робочих органів та пов'язане з цим зниження продуктивності та якості подрібнення матеріалу.

В ряді випадків потрібно одержати суміш з допустимим відсотком надмірно подрібнених часток, такі операції виконуються на молоткових дробарках. В процесі експлуатації зернових молоткових дробарок відбувається зношування молотків, що змінює фізичні параметри молоткового ротора і негативно впливає на ефективність процесу подрібнення [4,5,6].

Проведені в роботі експериментальні дослідження підтвердили теоретичне положення і закономірність відносного переміщення молотка подрібнювача кормів, вплив показника на технічний режим подрібнення і визначення зміни цього показника при зносі молотка в процесі експлуатації молоткової дробарки. Уточнені кінематичні параметри молоткових робочих органів у процесі роботи дробарки, та технологічні параметри процесу подрібнення зернових кормів.

### **Висновки**

Встановлено, що в'язкі властивості подрібнюваного матеріалу при початковому ударі, який складає 0,02-0,03с, при руйнуванні зернівки в дробарках ударно-перитераючої дії не виявлено.

Модернізація ротора дробарки кормів з рекомендованими параметрами і режимами роботи, проведена на основі теоретичних і експериментальних досліджень забезпечує поліпшення якості подрібнення в середньому на 12% в порівнянні з базовою конструкцією (сумарна похибка вимірювань при аналізі гранулометричного складу в ході експлуатації і технічних випробувань не склала більше 1%).

Ефективність роботи вдосконаленого ротора за рахунок комплексних відносних показників, які враховують масу подрібнюваних частинок прийнятної розміру (0,72 мм) у вихідному продукті і питому енергетичну потужність подрібнювача зернових кормів збільшиться на 25%, до 0,079 кВт\*год/кг в порівнянні з 0,059 кВт\*год/кг базової конструкції.

### **Список використаних джерел**

1. Сільське господарство України: статистичний збірник за 2020 рік, 2021. Київ: Державна служба статистики України. Kurkul.com, 2020. Чому дорожчають

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 корми і що з цим робити? [онлайн] Доступно: [kurkul.com/spetsproekty/918-chomu-dorojchayut-kormi-i-scho-z-tsim-robiti](http://kurkul.com/spetsproekty/918-chomu-dorojchayut-kormi-i-scho-z-tsim-robiti) [Дата звернення 09. 11. 2024].
2. Олексієнко В.О. Підвищення ефективності роботи малогабаритних зернових молоткових кормодробарок: дис. Кандидата техн. Наук: 05.05.11 / Олексієнко Вадим Олександрович. – Мелітополь, 2006. – 127 с.
  3. Олексієнко В.О., Ялпачик Ф.Ю., Кравець О.В. Економічна оцінка ефективності модернізації молоткової кормодробарки для сучасних форм організації виробництва продукції тваринництва.// Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Миколаїв, 2004. – Вип. 3 (27). – С. 229–236.
  4. Олексієнко В.О., Петриченко С.В. Вплив зношування молотків зернової дробарки на ефективність процесу подрібнення / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 35-36. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wpcontent/uploads/sites/13/10.pdf>
  5. Олексієнко В.О., Петриченко С.В. Аналіз параметрів ротора малогабаритної зернової молоткової дробарки / Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного за загальною редакцією д.т.н. професора Надикто В.Т. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В. 2019. –Частина 1. – с. 112 – 115.
  6. Курочка І.В., Мовчан М.О., Рябенко А.С., Олексієнко В.О. Огляд сучасних технологій подрібнення зернової сировини в комбікормовій промисловості / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернетконференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 138-139. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/48.kurochka-i.v.-movchan-m.o.-rjabenko-a.s.-oleksiyenko-v.o.ohljad-suchasnyh-tehnolohijpodribnennja-zernovoyi-syrovyny-v-kombikormovij-promyslovosti.pdf>

**УДК: 638.124:620.91**

## **ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОБРОБЦІ ПРОДУКТІВ БДЖІЛЬНИЦТВА**

**Харченко О.М. аспірант, Сиромятніков П.С. доцент,  
Гавриленко О.В. студент**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна*

*У статті розглянуто сучасні енергозберігаючі технології, що застосовуються в обробці продуктів бджільництва.*

**Вступ.** Енергозбереження є ключовим завданням сучасного бджільництва, спрямованим на підвищення ефективності виробництва. Сонячна енергія пропонує перспективу зниження енергетичних витрат, однак її впровадження

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 потребує детального вивчення теплових процесів.

Сучасні дослідження зосереджені на різних аспектах бджільництва: вибір датчиків для контролю мікроклімату у вуликах [1], вплив температури на збір пилку медоносними бджолами [2], екологічні методи боротьби з варроатозом [3] та оптимізація роботи відцентрових воскотопок [4]. Розроблено автоматичні системи підгодівлі бджіл [5], досліджено зимівлю в багатоматкових вуликах [6], а також вплив гумінових препаратів на життєдіяльність бджіл [7]. Особливу увагу приділено моніторингу міського бджільництва [8], відновленню наукового напрямку бджільництва [9] та впливу акарицидів на маток [10].

**Мета дослідження** полягає у вивченні теплових процесів у воско-топках, що працюють на сонячній енергії, з метою підвищення енергоефективності технологій обробки продуктів бджільництва та створення рекомендацій для зменшення теплових втрат.

**Матеріали та методи.** Досліджено теплові процеси у воско-топці на сонячній енергії. Матеріал — бджолиний віск ( $\rho=920 \text{ кг/м}^3$ ,  $C_p=2000 \text{ Дж}$ ,  $k = 0.2 \text{ Вт}$ ). Умови:  $T_{env}=300 \text{ К}$ ,  $G=800 \text{ Вт/м}^2$ ,  $\theta=30^\circ$ . Математична модель враховувала теплопоглинання, випромінювання, теплопровідність, фазові переходи та адіабатичні зміни. Дані збиралися за допомогою термопар і калориметрів. Розрахунки у Python з параметрами:  $\tau=60 \text{ с}$ ,  $h_{fg}=2260000 \text{ Дж/кг}$ ,  $\dot{m}=0.02 \text{ кг/с}$ .

**Результати.** Процес теплопередачі в системі "сонячна воско-топка – бджолиний віск" описується рівнянням (1):

$$\int_V \left( \rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T \right) dV = \int_A [\alpha G \cos(\theta) - \varepsilon \sigma (T^4 - T_{env}^4)] dA + \int_V \left( k \nabla^2 T + \frac{1}{\tau} (Q_{cond} + Q_{conv} + Q_{rad}) \right) dV + \int_A (\eta_{eff} \cdot \dot{m} \cdot h_{fg}) dA - \int_V \frac{\partial}{\partial t} \left( \rho \frac{\partial u^2}{2} + \frac{\rho \cdot P}{\gamma - 1} \right) dV - \int_V \frac{\partial}{\partial x} (\rho u \cdot \nabla T) dV \quad (1)$$

де  $\rho$  – густина матеріалу,  $\text{кг/м}^3$ ;

$c_p$  – питома теплоємність,  $\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ ;

$T$  – температура,  $\text{К}$ ;

$u$  – швидкість потоку тепла,  $\text{м/с}$ ;

$t$  – час,  $\text{с}$ ;

$\alpha$  – коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання;

$G$  – інтенсивність сонячного випромінювання  $\text{Вт/м}^2$ ;

$\varepsilon$  – коефіцієнт тепловипромінювання;

$\sigma$  – стала Стефана-Больцмана,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ ;

$k$  – коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;

$\nabla^2 T$  – лапласіан температури;

$Q_{cond}$ ,  $Q_{conv}$ ,  $Q_{rad}$  – теплові потоки через теплопровідність, конвекцію та радіацію,  $\text{Дж}$ ;

$\eta_{eff}$  – ефективність теплопередачі;

$\dot{m}$  – масова витрата,  $\text{кг/с}$ ;

$h_{fg}$  – прихована теплота плавлення,  $\text{Дж/кг}$ ;

$P$  – тиск,  $\text{Па}$ ;

$\gamma$  – показник адіабати.

Формула теплового балансу враховує основні процеси, що відбуваються в системі. Теплопоглинання описує кількість енергії, яка надходить від сонячного випромінювання, залежно від кута падіння променів, поглинаючої здатності поверхні, а також різниці температур між продуктом і навколишнім середовищем. Тепловипромінювання визначає втрати тепла через випромінювання згідно із законом Стефана-Больцмана, де різниця четвертих ступенів температур відіграє ключову роль. Теплопровідність забезпечує передачу тепла від продукту до навколишнього середовища через матеріал. Теплопередача описує загальну кількість енергії, переданої через конвекцію, випромінювання та теплопровідність за певний час. Прихована теплота враховує енергію, необхідну для фазових переходів, наприклад, плавлення воску. Адіабатичні зміни пояснюють втрати тепла через зміну тиску та температури в системі. Формула поєднує ці компоненти для визначення загального теплового балансу.

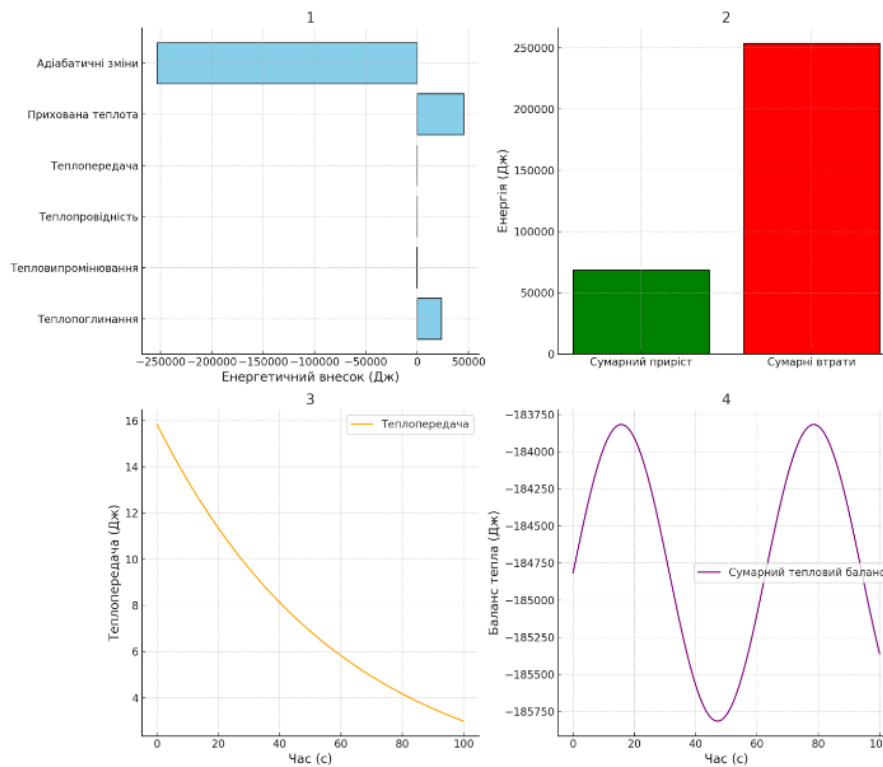


Рис.1. – 1) Розподіл джерел теплового балансу; 2) Прирости та втрати тепла; 3) Динаміка передачі тепла в часі; 4) Сумарний тепловий баланс у часі

На першому графіку показано розподіл енергетичних компонентів. Теплопоглинання становить 74880 Дж (39.5%), тепловипромінювання – -90528 Дж (47.8%), теплопровідність – 8 Дж (0.004%), теплопередача – 16.7 Дж (0.009%), прихована теплота – 45200 Дж (23.9%), а адіабатичні зміни – -184816 Дж (97.6%). Ці дані показують, що основними джерелами втрат є тепловипромінювання та адіабатичні зміни.

Другий графік порівнює прирости та втрати тепла. Сумарний приріст тепла становить 120496.7 Дж (64.6%), тоді як сумарні втрати тепла – -275344 Дж (147.6%). Це вказує на те, що втрати значно перевищують прирости, свідчачи



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 про низьку енергоефективність системи.

На третьому графіку зображено динаміку теплопередачі. На початку процесу вона становить 16.7 Дж, але поступово зменшується через релаксацію потоків енергії. Після 100 секунд процес теплопередачі майже припиняється, досягаючи значення близького до нуля.

Четвертий графік відображає сумарний тепловий баланс системи. Втрати досягають максимуму -184816 Дж, що є домінуючим фактором у загальному балансі. Динаміка балансу включає коливання, спричинені зовнішніми впливами, такими як нестабільність теплопоглинання.

Результати моделювання вказують на необхідність оптимізації енергозберігаючих технологій в обробці продуктів бджільництва, зокрема зменшення теплових втрат через випромінювання та підвищення ефективності теплопередачі. Це дозволить підвищити енергоефективність системи і якість кінцевого продукту.

**Висновок.** Дослідження виявило основні джерела теплових втрат у воско-топках на сонячній енергії та підтвердило доцільність їх використання. Запропоновані рекомендації спрямовані на підвищення енергоефективності, зменшення витрат і покращення якості продукції. Результати можуть бути використані для вдосконалення технологій обробки продуктів бджільництва.

#### **Список використаних джерел**

1. Мікла, І. А., & Галич, І. В. (2020). Вибір датчика температури мехатронної системи дистанційного контролю бджолоїної сім'ї.
2. Сенчук, Т. Ю., & Жукорський, О. М. (2024). Вплив температурних умов середовища на динаміку збору бджолоїної обніжки та пилку квіткового медоносними бджолами.
3. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., Белих, О. В., & Харченко, О. М. (2024). Видалення бджолоїного розплоду як біометод контролю варроатозу.
4. Сиромятников, Ю. М., & Сиромятніков, П. С. (2024). Оптимальна частота обертання ротора відцентрової воскотопки АВВ-100.
5. Сиромятников, Ю. М., Харченко, О. М., & Белих, О. В. (2024). Розробка автоматичної системи підгодівлі колоній медоносних бджіл.
6. Сиромятников, Ю. М., Сиромятніков, П. С., & Геворкян, Г. Л. (2024). Особливості зимівлі бджіл у багатоматковому вулику.
7. Сиромятников, Ю. М. (2023). Дія гумінового препарату «Kalnini 1» на динаміку життя бджіл у дослідних клітках. Сучасні тенденції розвитку галузі тваринництва: світовий та національний виміри, 232-234.
8. Сиромятников, Ю. М., & Белих, О. В. (2023). Система моніторингу міського бджільництва.
9. Шабля, В. П., & Сиромятников, Ю. М. (2021). Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка.
10. Сиромятников, Ю. М., Шабля, В. П., & Медведєва, Ю. В. (2021). Вплив акарицидів на масу бджолиних маток.

## ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА У ПОЛІМЕРНИХ РУКАВАХ

**Кобзар О.Ю., здобувач ВО, магістр Харченко Ф.М., к.т.н., доцент;  
Калнагуз О.М., ст. викладач**

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою дослідження є опис технологічних прийомів та обладнання для зберігання зерна. Описані методи зберігання та вимоги до операції.*

Цей спосіб зберігання зерна добре відомий в Україні, і багато аграрних господарств вже успішно застосовували його в своїй роботі. Одна з основних вимог для такого способу — наявність рівної площадки, де можна розмістити полімерні рукава з зерном. Площадка може бути як ґрунтовою, так і заасфальтованою, головне, щоб була рівна, щоб там не накопичувалася волога в ямах. Найчастіше в якості таких площадок використовують прибрані поля біля елеваторів.

В один полімерний рукав, в залежності, від його розмірів, може вміщатися до 200-250 т зерна. Сам рукав — це довгий тришаровий мішок. Зовнішній білий шар UV-стабілізований, він протягом 18 місяців відображає сонячне проміння. Внутрішній шар рукава чорний, він вміщає в себе протиконденсатні компоненти, його основна задача — оптимально розподілити та зберегти температуру всередині. Максимальні строки зберігання в такому рукаві — 24 місяці, зазвичай рекомендують не більше 18 місяців.

В полімерних рукавах можна зберігати як кормове, так і продовольче зерно. Головне, закладати його на зберігання сухим та чистим, дотримуючись стандартів. Такий спосіб зберігання не передбачає фумігації, тож важливо перевірити зерно на наявність шкідників.

Ще одна необхідна умова такого способу зберігання — наявність машин для пакування та розпаковки полімерних мішків. Пакувальні машини мають прийомний бункер, куди засипають зерно, яке в подальшому за допомогою шнеку подається в рукав. Шнек працює від ВВП трактора через редуктор. Для розпаковки потрібна буде інша машина — після того, як рукав відкриють, вона буде намотувати мішок на ролик та вивантажувати зерно. Після цього рукав потрібно утилізувати, їх не використовують повторно.

Машини для пакування та розпаковки полімерних рукавів випускали на «Заводі Кобзаренко». Таку техніку аграрії не тільки купували, а й брали в оренду у спеціалізованих компаній.

В цілому, зерно у полімерних рукавах зберігається рекомендований термін без істотних втрат якості. Розмір втрат залежить від дотримання технології наповнення й вивантаження зерна, безпечних умов зберігання. До останніх відносять пошкодження рукавів через негоду, гризунів та птахів.

Рекомендації щодо безпеки зберігання в зернових рукавах [1,2].

Кукурудза, соєві боби та пшениця, що зберігаються у силосних мішках, повинні мати вологість відповідно 15%, 13% та 12% або нижче. Соняшник і ріпак

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 слід зберігати з вологістю нижче 10%. Краще помилятися в консервативний бік і зберігати сухіші, ніж вологіші зернові, олійні культури та бобові. Кукурудза, висушена за допомогою високотемпературної сушарки, повинна бути охолоджена до температури навколишнього середовища перед упаковкою в рукав, щоб тепло не затримувалося в мішку під час його герметизації. В іншому випадку конденсат на нижній стороні рукава може призвести до розвитку грибків та передчасного псування зерна.

Зернові рукави не слід перевантажувати; більшість мішків розтягуються приблизно на 10%, і надмірне заповнення може призвести до розриву мішків, особливо при їх розвантаженні. Контролюйте розтягування рукава за допомогою лінійки, яка входить до комплекту зернового рукава ТМ Harwell. Крім того, достатня довжина вільного краю на кінцях рукава необхідна для належної герметизації мішків на початку та в кінці заповнення.

Якість зерна слід регулярно контролювати вздовж кожного мішка з використанням технології зондування CO<sub>2</sub>, а мішки, у яких спостерігається збільшення CO<sub>2</sub> між двотижневими показаннями, слід призначити для більш раннього вивантаження, ніж мішки зі стабільними показниками CO<sub>2</sub>.

Перед тим, як проколоти рукав для вимірювання температури зерна або взяття зразка для проби необхідно попередньо поперечно заклеїти місце проколу скотчем. Після взяття зразка, поздовжньо заклейте отвір ремонтним скотчем [3]. Зернові рукави слід регулярно оглядати на предмет пошкодження гризунами. Зауважте, що сніговий покрив може приховувати проколи, тому сніг слід очищати з рукавів, щоб ефективно оцінити можливі пошкодження.

Для різних типів сушарок можуть використовуватися різні схеми теплових насосів. Використання для сушіння зерна альтернативних джерел сушіння, зокрема сонячної енергії в теплонасосній системі, значно підвищує ефективність цієї установки. Також представлена комплексна схема утилізації відпрацьованого теплоносія в теплообмінниках, економайзері та тепловому насосі, яка комплексно вирішує питання утилізації теплоносія в камерній сушарці. У барабанній сушарці передбачена утилізація відпрацьованого теплоносія в теплообмінниках і тепловому насосі, підвищуючи температуру сушильного агента на вході в сушарку. Для сушіння рослинної сировини в двозонній тунельній сушарці розроблена теплонасосна схема з двома температурними рівнями теплоносія для сушіння матеріалу при різних температурах у зонах сушарки [4].

Серед зернових культур зернові культури мають безперечні переваги – високі показники харчової та кормової насиченості. Зерно зберігається тривалий час без втрати товарних якостей, тобто використовується для формування резервних і стратегічних запасів, доставка здійснюється більшістю видів транспорту, також є важливим ресурсом для харчової та переробної промисловості. Мета – аналіз поточної ситуації та розробка практичних рекомендацій щодо вдосконалення технологій зберігання зерна як важливого сегменту зернопродуктової галузі соціально-економічної системи. Методи – статистико-економічний, системний та порівняльний аналіз, логічне узагальнення. Результати – накопичення, розміщення, переробка та зберігання

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зернових ресурсів, їх використання та забезпечення ефективного функціонування зернопродуктового підкомплексу покладено на хлібоприймальні та зернопереробні підприємства. Зберігання зернових продуктів, як і багатьох інших товарів, потребує достатньо оснащеної матеріально-технічної бази та висококваліфікованого персоналу, що володіє знаннями та досвідом у цій сфері [5].

### **Висновок.**

Отже розвиток виробництва зерна суттєво залежить від технології вирощування та транспортування, що в свою чергу може вплинути на якість зерна. На даний час використання новітнього обладнання для очищення, або сортування дозволяє якісне збереження сільськогосподарського зерна в зерносховищах тривалий термін

### **Список використаних джерел**

1. Майя Муха. Альтернативні способи зберігання зерна — традиції та сучасність [Електронний ресурс] / Майя Муха // Головний елеваторний сайт країни. Elevatorist.com. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://elevatorist.com/blog/read/776-alternativni-sposobi-zberigannya-zerna--traditsiyi-ta-suchasnist>.
2. Технологія зберігання зерна в поліетиленових рукавах. [Електронний ресурс] // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/tehnologiya-zberigannya-zerna-v-polietylenovyh-rukavah-shho-vazhlyvo-vrahuvaty/>.
3. Paziuk, Vadym. (2020). Energy efficient technology of drying and storage of seeds of grain crops with the use of heat pumps. Engineering, Energy, Transport Aic. 138-146. 10.37128/2520-6168-2020-2-15.
4. Paziuk, Vadym & Tokarchuk, Oleksii & Shapovaliuk, Serhii. (2024). Heat pumps as an energy-efficient means of grain drying. engineering, energy, transport AIC. 33-40. 10.37128/2520-6168-2024-1-4.
5. Mizanbekova, S. & Kaiyrbayeva, A. & Beisenova, G. (2024). Grain storage and processing: main trends in grain market. Problems of AgriMarket. 93-101. 10.46666/2023-4.2708-9991.09.

## ОГЛЯД МАШИН ДЛЯ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Ліфінцев В.В., здобувач ВО, магістр Харченко Ф.М., к.т.н., доцент;  
Калнагуз О.М., ст. викладач**

*Сумський національний аграрний університет*

*Метою проведеного огляду є доцільність удосконалення ґрунтообробного знаряддя, для передпосівного обробітку, яке дозволить збільшити кількість виконання технологічних операцій за один прохід агрегату тим самим зменшити ущільнення ґрунту.*

Для якісного обробітку ґрунту, при підготовці до посіву, ґрунтообробні агрегати повинні рівномірно обробляти верхній шар ґрунту; після проходження таких агрегатів, повинен бути розпушений посівний шар.

Авторами роботи 1 запропоновано культиватор для передпосівного обробітку ґрунту який придатний для роботи в нашій Лісостеповій зоні, а саме Сумській області, який своєю конструкцією дозволяє руйнувати грудки з великою міцністю ґрунту (за рахунок переднього ущільнюючого котка), тим самим підвищує якість обробленої ділянки після проходження такого знаряддя. При розробленні культиватора для зони засушливого Лісостепу, де чорноземні ґрунти мають недостатню вологість і тому при обробітку такого ґрунту утворюються грудки підвищеної міцності, які при шарнірному закріпленні коромисел до рами, як у попередньому варіанті, при накопчуванні, наприклад, лівого кінця першого котка на грудку підвищеної міцності, він буде підніматись угору, а його правий кінець залишиться на поверхні ґрунту [1].

В роботі 2 авторами описаний роторний культиватор який складається з: корпусу машини з механізмом приєднання; переднього та заднього щитків; механізму руйнування поверхні ґрунту; коробки передач з механізмом конічної шестерні та обертових лопатей [2].

В роботі 3 авторами запропоновано культиватор з додатковим обладнанням для подрібнення верхнього шару ґрунту, тим самим за один прохід робити дві операції підготовлюючи якісно так зване посівне ложе. Він складається з подрібнювального котка як активного блоку та культиваторних зубців як пасивного блоку. Пристрій має наступні основні компоненти; рама, лапи культиватора і подрібнювальний коток, що складається з центрального і периферійного валів, на яких розташовані диски. Граблини культиватора були встановлені на основній рамі, а подрібнювальний ролик був прикріплений до заднього кінця рами за допомогою підшипників. Подрібнювальні лопаті були приварені до дисків таким чином, щоб сила удару подрібнювала ґрунт. Таким чином, сила, що прикладається подрібнювачем до грудки, рівномірно розподіляється на валу, який використовується для утримання подрібнювального валика. Пульверизатор призначений для розбивання великих грудок, що утворилися під час обробітку ґрунту, а знаряддя кріпилося до трактора за допомогою триточкової навіски. Під час роботи зубці культиватора

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 відкривають борозну, а коток розрізає та подрібнює ґрунт за оптимальних умов для обробки [3].

Автором роботи 4 зроблено розробку та виготовлення потрібного комбінованого знаряддя для обробки ґрунту, яке може завершити підготовку ґрунту за один прохід для трактора в полі, цей комбінований багатоопераційний агрегат для обробіток ґрунту складався з трьох пристроїв, зібраних в одному знарядді: відвальний плуг, жорсткий лапами та вирівнювальною дошкою, кількість застосовуваних операцій обробітку ґрунту була необов'язково з трьома рівнями: одиночний обробіток (оранка), подвійний комбінований обробіток (оранка + боронування) та потрібний комбінований обробіток ґрунту (оранка + боронування + вирівнювання), другий фактор – глибина оранки (20 і 25 см) [4].

Авторами роботи 5 описано про доцільність розробки агрегату для комбінованого обробітку ґрунту який дозволить двом або більше різним ґрунтообробним знаряддям, що працюють на полі, одночасно з метою обробки ґрунту зменшити кількість часу на виконання операції. Передбачалося, що таке обладнання призведе до значної економії часу, палива та енергії. Це також знизило б вартість експлуатації. Відбулося ефективне та потенційне зниження ущільнення ґрунту, витрат праці та палива, економія часу та скорочення багаторазового обробітку ґрунту за один прохід. Звичайні методи обробітку ґрунту стають дедалі дорожчими з точки зору витрат часу, палива та обладнання, а також спричиняють більше пошкодження та ущільнення ґрунту через більшу кількість проходів, необхідних для звичайних знарядь під час підготовки посівного ложа [5].

### **Висновок.**

Отже проведений патентний та літературний огляд показав про доцільність вдосконалення машин для передпосівного обробітку ґрунту, які повинні за один прохід виконувати декілька операцій; для зменшення кількості проходів по полю та людських ресурсів.

### **Список використаних джерел**

1. Культиватор для передпосівного обробітку ґрунту: пат. 117851 Україна : А01В49/02, А01В61/04. № u 2016 07782 ; заявл. 14.07.2016; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 9. 5 с.
2. Радіонов Д. Культиватори для передпосівного обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / Д. Радіонов // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2018. Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/10785-kultyvatory-dlia-peredposivnoho-obrobitku-gruntu.html>.
3. Zhang, Yang & Lin, Haihua & Sun, Chengmeng. (2021). Application of Technology-Effict Matrix and TRIZ In Innovative Design of Rotary Cultivator. Journal of Physics: Conference Series. 1802. 032001. 10.1088/1742-6596/1802/3/032001.
4. Wako, Husen & Olaniyan, Adesoji. (2024). Design and Development of a Tractor-Drawn Cultivator with a Pulverizing Attachment. American Journal of Smart Technology and Solutions. 3. 25-33. 10.54536/ajsts.v3i2.3337.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

5. Alkhafaji, Ayad. (2020). Designing and testing of triple combination tillage implement. Plant Archives. 20. 2363-2367.
6. Prem, Manjeet & Swarnkar, Swarnkar & Kantilal, Vyas & Jeetsinh, Pargi & Chitharbai, Khodifad. (2016). Combined Tillage Tools– A Review. Current Agriculture Research Journal. 4. 179-185. 10.12944/CARJ.4.2.07.

УДК 631

## ОГЛЯД КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИХ ЖАТОК

**Костиленко О.О., здобувач ВО, магістр Сіренко Ю.В., PhD., доцент;  
Горовий М.В., Калнагуз О.М., ст. викладачі**

*Сумський національний аграрний університет*

*Наведений огляд кукурудзозбиральних жаток дасть можливість зорієнтуватись для кращого вибору необхідної жатки. Вибрати для необхідної ширини захоплення та якості подрібнення стебел кукурудзи та листя.*

Щоб підготувати поле після збирання кукурудзи на зерно до посіву наступної культури необхідно якісно та ретельно подрібнити стебла кукурудзи та листя. Для виконання такої операції всі світові виробники жаток для збирання кукурудзи пропонують та рекламують свої конструкції жаток для більш ефективного подрібнення не зернової частини кукурудзи.

Жатки для збирання кукурудзи нині виготовляють Geringhoff, Fantini, Capello, Moresil, STARA SA, Case IH, John Deere, ARGUS, Dominoni, PowerStream, Olimac, FrancoFabril, Гомсельмаш, НВП Херсонський машинобудівний завод тощо [4].

Німецький виробник Geringhoff кукурудзяних жаток Mais Star\* SC; Rota Disc та PCA (рис. 1) пропонує інноваційні рішення для сільського господарства, при вирощуванні кукурудзи на зерно, що дозволяє забезпечувати найвищу продуктивність та високу надійність. Жатка Mais Star має горизонтальний подрібнювач і ножі, які добре подрібнюють роторами та двосторонніми ножами, що дозволяє пришвидшити процес гниття кукурудзяних залишків. Дана подрібнювальна система забезпечує якісне, а саме головне рівномірне подрібнення з подальшим розкиданням по рядку, що забезпечує чистоту поля. Дана конструкція має привід в якому відсутні ланцюги та ремені, що в свою чергу знижує вібрацію конструкції. Модель Geringhoff MSSC представлена жатками з захватом 4; 5; 6; 8 та 12 рядків.

Ще однією з вискоелективних жаток від вищеописаного виробника Geringhoff є жатка моделі Rota Disc (рис. 1). Під час роботи стебла кукурудзи вертикально зрізаються (завдяки різаку), а залишки кукурудзи в подальшому подрібнюються та ефективно (якісно) розподіляються по полю. Дана жатка має можливість автоматично керувати по рядку, цим самим утримує комбайн і жатку по рядку кукурудзи; також автоматичне керування висотою скошування. Сенсори які розташовані понизу жатки дозволяють зменшити пошкодження об поверхню поля. Дана модель Geringhoff Rota Disc представлена жатками з

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
захватом 4; 5; 6; 7; 8; 9; 12 та 16 рядків.



Рис. 1. Модельний ряд жаток Geringhoff

Всі жатки випускаються з жорсткою рамою або з можливістю складання, для транспортних перевезень. Так якщо жатка має жорстку раму то позначення буде R; якщо складна рама – F (приклад Geringhoff Rota Disc RD 600 F).



Рис. 2. Модельний ряд жаток CAPELLO



На полях України під час збирання кукурудзи на зерно присутні жатки італійської фірми Капелло (Capello) модельного ряду: Capello Quasar та CAPELLO Diamant (рис. 2).

Як описано в джерелі 6 жатка Quasar легко справляється з будь-якими умовами — чи то полегла кукурудза, занадто суха або занадто волога, навіть збирання взимку в мінусову температуру відбувається без будь-яких ускладнень. Зазначимо також, що подрібнювач стебел інтегрований у редуктор і є цілісним механізмом, що гарантує високу якість подрібнення за низьких енерговитрат. За допомогою спеціального перемикача стеблоподрібнювач можна вимкнути окремо для кожного рядка [6]. Регулювання качановідокремлювачів відбувається з кабіни комбайна простим натисканням кнопок оператором комбайна та мають шість різних параметрів.

Ще одним із популярних в аграріїв елементом для збирання кукурудзи є також жатка італійського виробника – Dominoni (Доміноні) рис. 3.



Рис. 3. Модельний ряд жаток Dominoni

Жатки фірми Dominoni представлені двома серійними моделями серій Rock і Kaiman. Обладнання жатки, а саме робочих вальців п'ятьма ребрами (виготовленими з зносостійкої сталі - як запевняє виробник) дозволяє краще захоплення стебел кукурудзи незалежно від умов збирання. Для кращого подрібнення стебел подрібнювачі встановлюють на лівій стороні вальців що втягують стебла Великий діаметр різання гарантує більшу швидкість цього процесу — забезпечує відмінне зрізування навіть із ножами після тривалого використання [6]. Жатки Dominoni Rock мають ширину захоплення 6; 8; 12 та 24 рядків, з можливістю збирання при міжрядді 45...75 см, та навіть 56 см.

#### **Висновок.**

Отже незалежно від жаток для збирання потрібно щоб всі ланки під час виконання технологічної операції збирання працювали правильно та злагоджено. Адже затягування процесу збирання призведе до збільшення вологості зерна в качані, або навіть потрапляння посівів кукурудзи під заморозки. Всі вищеописані явища призведуть до погіршення якісних показників зерна, що в подальшому вплине на вартість зерна.

### Список використаних джерел

1. Огляд кукурудзяної жатки Geringhoff Mais Star\* SC [Електронний ресурс] // Сайт <https://bas.ua/>. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://bas.ua/posts/category/news/geringhoff-mais-star-sc>.
2. Geringhoff rota disc [Електронний ресурс] // Сайт <https://bas.ua/>. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://bas.ua/posts/category/news/geringhoff-rota-disc-1>.
3. Geringhoff Corn Heads I System Comparison I English [Електронний ресурс] // сайт [www.youtube.com](http://www.youtube.com). – Режим доступу до ресурсу: <https://www.youtube.com/watch?v=35ueaJKqeBw&t=42s>.
4. Думич В. Жатки для збирання кукурудзи [Електронний ресурс] / В. Думич, Т. Ролько // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9720-zhatky-dlia-zbyrannia-kukurudzy.html>.
5. Гринько Ю. Спеціалізація жаток: під конкретну культуру [Електронний ресурс] / Ю. Гринько, Д. Харитоновна // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур.. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/spetsializatsiya-zhatok-pid-konkretnu-kulturu/>.
6. Черкас В. Актуальні моделі кукурудзяних жаток і їх ефективно застосування [Електронний ресурс] / В. Черкас // Сайт \"Агрономія сьогодні\" - агрономічний довідник для фермерів та агрономів. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronomy.com.ua/statti/1257-aktualni-modeli-kukurudzianikh-zhatok-i-ikh-efektyvne-zastosuvannia.html>.

Секція 3



**ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИННО-  
ТРАКТОРНОГО ПАРКУ**

## МАТЕРІАЛЬНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ПРИ ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВІДСТАНИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ

Анікєєв О.І. доцент, к.т.н, Власенко В.О., Солдатенко Ю.І. магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі приведено енергетичну оцінку комплексів машин при різних технологіях внесення твердих органічних добрив*

Якість роботи машин по внесенню добрив не завжди задовольняє агрохімічним вимогам, а найчастіше вимоги є занадто заниженими. Так, нерівномірність внесення гною  $\pm 25\%$ , значить, що на одних ділянках поля доза буде завищена, на інших занадто занижена. Високі дози добрив приводять до полеглості рослин (зерново-колосові), створення високих концентрацій солей в ґрунті, великих втрат газоподібного азоту, вимивання його з ґрунту атмосферними опадами.

При цьому знижується якість продукції і не підвищується врожай сільськогосподарської культури [1]. Ось чому потрібна постійна екологічна оцінка всіх прийомів і технологій, які застосовуються в сільському господарстві, особливо з використанням хімічних засобів.

Швидке зростання цін в останнє десятиріччя на паливо, електроенергію, машини, добрива спонукає усвідомити, що виробництво сільськогосподарської продукції – це в основі своїй, енергетична проблема. Тенденція зростання енергоємності сільськогосподарської продукції обумовлює необхідність розробки широких заходів щодо енергозбереження в аграрному виробництві. Ключовими питаннями цієї проблеми є зниження енергоємності технологічних процесів.

Енергоємність комплексів машин визначається при прямоочній і перевалочній схемах доставки добрив і трьох схемах організації процесу внесення: потокова, перевантажувальна і двофазна.

Енерговитрати що припадають на одиницю роботи комплексу машин визначаються [2]:

$$C_{\text{АЕ}} = \sum_{j=1}^{z_0} \frac{\sum_{i=1}^k G_i \cdot E_i}{W_j} + q_j \cdot E_n, \quad (1)$$

- де  $G_i$  – маса  $i$ -ї машини  $j$ -го агрегату, кг;  
 $E_i$  – енергетичний еквівалент  $i$ -ї машини  $j$ -го агрегату, МДж/кг·рік;  
 $W_j$  – продуктивність  $j$ -го агрегату, т/год;  
 $G_j$  – питома витрата палива енергетичними засобами  $j$ -го агрегату, л/т;  
 $k$  – кількість машин в агрегаті;  
 $z$  – кількість агрегатів, що складають комплекс машин;  
 $E_n$  – енергоємність 1л палива, МДж/л.

Витрати енергії на навантаження і буртування 1т добрив залежить від схеми їхньої доставки. Так, при прямоочній схемі доставки навантаження здійснюється один раз, при перевалочній схемі – добрива навантажуються двічі: з гноєсховища і з бурту, крім того гній укладається в бурти на поле за допомогою бульдозера або навантажувача.

Із аналізу роботи причепів-розкидачів по потоковій і перевантажувальній схемі внесення при прямоочній і перевалочній схемі доставки добрив встановлено, що енерговитрати на одиницю роботи зростають зі збільшенням вантажопідйомності розкидача і відстані перевезення. На малих відстанях перевезення енергоємність процесу по обох технологіях приблизно однакова. Зі збільшенням відстані перевезення перевантажувальна технологія стає менш енергоємною, ніж потокова, причиною тому є значно більша продуктивність автомобілів на перевезенні вантажів у порівнянні з відповідними тракторними агрегатами. За перевантажник прийнятий автомобіль ГАЗ-САЗ-3502. Вантажопідйомність цього автомобіля не дозволяє реалізувати можливості розкидача РОУ-6 і особливо ПРТ-10-1, у результаті чого енергоємність процесу значно вище ніж у розкидача РПН-4.

Енерговитрати на транспортну роботу, що виконується автомобілями менші ніж тракторами з причепами. Автомобіль КамАЗ-55102 є найменш енергоємним транспортним засобом. Найбільш енергоємним є трактор Т-150К з причепом ОЗПП9554.

Енергозберігаючою технологією є двофазна. Перевантажувальна технологія дозволить відмовитись від перевалочної схеми доставки добрив, за рахунок чого скоротити втрати азоту в атмосферу.

### **Список використаних джерел**

1. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с
2. ДСТУ 3682-98 Енергозбереження. Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг.
3. Мельник В.І. Збірник методик з використання машин в землеробстві. / В.І. Мельник, А.Г. Чигрин, О.І. Анікєєв, С.А. Чигрина, / – Х.: ТОВ «Планета-Прінт» – 2020, 257 с.

## ОСНОВИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Циганенко М.О. к.т.н., доц., Бурлака В.О., Коваленко О.О. магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто елементи технологічного процесу транспортування вантажу за маятниковим маршрутом. Запропоновано звернути увагу на прості транспортних засобів в очікуванні завантаження чи розвантаження.*

Технологічний транспортний процес – це сукупність дій, пов’язаних із переміщенням вантажу без зміни його фізико – механічних властивостей.

Установлюється маршрут перевезення, дається характеристика кожної із ділянок цього маршруту, довжина, тип і умови покриття, рельєф, швидкість руху з вантажем і без нього [1, 2].

Найбільш розповсюдженим варіантом роботи транспортного засобу є перевезення вантажів на маятникових маршрутах із завантаженим пробігом в одну сторону. Такий маршрут можна розглядати як систему, що складається з навантажувального та розвантажувального пунктів та транспортних зв’язків.

Транспортний процес складається з послідовно виконуваних елементів; транспортних, навантажувальних, розвантажувальних, допоміжних і простої по організаційних та технічних причинах. Кожний із зазначених елементів транспортного процесу у свою чергу складається з ряду операцій і робіт, що виконуються в ході підготовки транспортного засобу і вантажу, або при транспортуванні, навантажувально-розвантажувальних роботах. Визначений перелік встановлює послідовність виконання операцій на об’єктах і на маршруті в загалом [3, 4, 5, 6]. Як приклад розглянемо технологічний процес при перевезенні врожаю зерна від комбайну на тік зображений на рисунку 1.

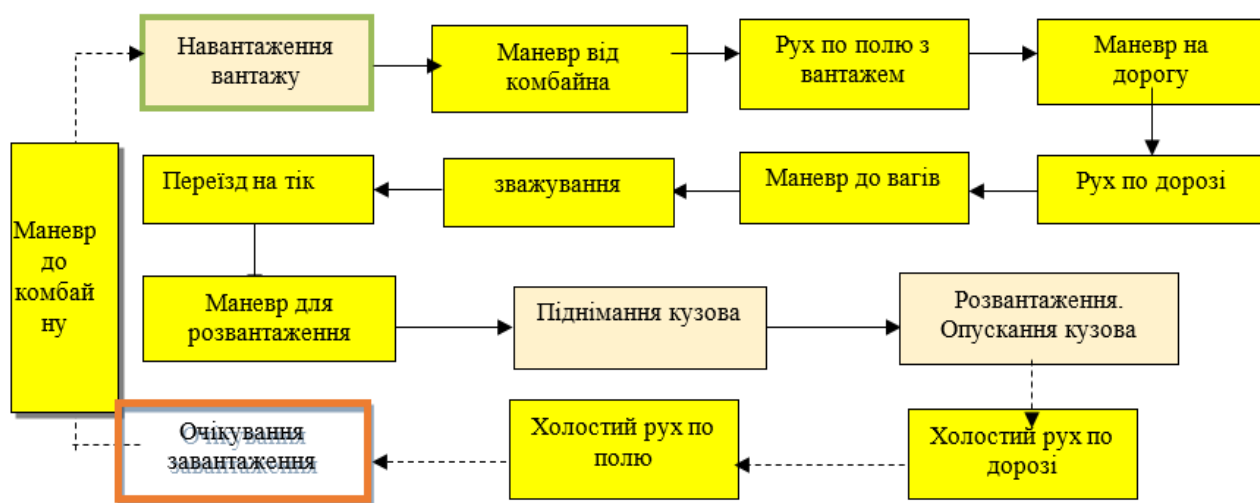


Рис. 1 - Схема технологічного процесу транспортування зерна від комбайну

На схематичному зображенні транспортного процесу виділено як елемент

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 очікування завантаження, що вказує на недостатньо якісну організацію процесу транспортування. Необхідно виконати організаційні заходи по зменшенню даного елемента технологічного процесу.

Процес транспортування врожаю під час збирання є допоміжною операцією, а збирання головною і задача транспортних засобів виключити простої збиральних машин при цьому необхідно звести до мінімуму час очікування завантаження.

### Список використаних джерел

1. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. – Харків. : 2009. – 172с.
2. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
3. Артёмов М.П. Вплив складу транспортного комплексу на процес збирання зернових культур / Артёмов М.П., М.О. Циганенко // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків. 2019. – С. 95-102.
4. Циганенко М.О., Жила В.І. Артёмов М.П., Анікеев О.І., Романащенко О.А. Методичне обґрунтування організації практичних занять з дисципліни «технологічні системи сільськогосподарських перевезень» на основі віртуальних підприємств / М.О. Циганенко, В.І. Жила, М.П. Артёмов, О.І. Анікеев, О.А. Романащенко // Управління та інновації в освіті: досвід, проблеми та перспективи. – Міжнародна науково-практична конференція. – Одеса, Україна: Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського, 2022. – Р. 180 - 185. (Україна)
5. Збирання зернових та ранніх олійних культур у 2019 році у Запорізькій області: [Рекомендації виробництву] / [Шевченко І. А., Поляков О. І., Журавель В. М. та ін.] // Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, Департамент агропромислового розвитку Запорізької обласної державної адміністрації. Запоріжжя : ІОК НААН, 2019. 28 с.
6. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. 49-54.

## АНАЛІЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ НАПРЯМОМ РУХУ

**Кусков М.А. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є прилади які призначені для використання в технологіях точного землеробства.*

Останнім часом у сфері АПК дедалі частіше звучить термін "Точне землеробство" (Precision agriculture). Точне землеробство – це комплексна високотехнологічна система сільськогосподарського менеджменту, що включає технології глобального позиціонування (GPS), географічні інформаційні системи (GIS), технології оцінки врожайності (Yield Monitor Technologies), змінного нормування (Variable Rate Technology), дистанційного зондування землі (ДЗЗ) і спрямована на отримання максимального кількості якісної та найдешевшої сільськогосподарської продукції без порушення норм екологічної безпеки. Як видно з визначення, «Точне землеробство» включає цілий комплекс технологій, використання яких неодноразово підтвердило свою ефективність. Невід'ємною частиною систем точного землеробства є системи паралельного та автоматичного водіння. Прийнято виділяти 3 типи таких систем: системи паралельного водіння, що підрулюють пристрої та пристрої автопілотування. Системи паралельного водіння (курсказівники, агронавігатори) вимагають активної постійної участі механізатора у процесі управління. Їх робота будується за наступним принципом: програма управління отримує поточні координати з навігаційного GPS/ГЛОНАСС приймача, обчислює відхилення засобу, що рухається, від заданої траєкторії і «підказує» механізатору на дисплеї пристрою в яку сторону необхідно обертати кермо для мінімізації відхилення від потрібної траєкторії. Як правило, подібні системи не дозволяють отримувати точність паралельного водіння менш ніж  $\pm 0,3$  м. У зв'язку з цим спектр польових робіт, що виконуються з використанням даних систем паралельного водіння, дуже обмежений. Приклади пристроїв: Outback S-lite (малюнок 1.5 ) , Outback S3, Trimble-250, Trimble CFX-750, TeeJet Matrix 430, TeeJet Centerline 220, Topcon System 350, Leica MojoMini , Leica mojo3D, ГлоНАШ Пілот, Ag Leader Compass ГлоНАШ, Ag Leader.

У разі підрулюючого пристрою завдання вирівнювання транспортного засобу на потрібну траєкторію руху здійснюється не механізатором, а спеціальним пристроєм, який, як правило, кріпиться на кермо. Використання таких пристроїв дозволяє позбутися недоліків людського чинника управління, оскільки з ланцюжка управління виключається психомоторна реакція людини. Приклади підрулюючих пристроїв: Trimble EZ-Pilot, Trimble AgGPS EZ-Steer (малюнок 2) , TeeJet UniPilot Pro, Leica QuickSteer.





Рисунок 1 – Система паралельного керування Outback S-lite



Рисунок 2 – Підрулюючий пристрій Trimble AgGPS EZ-Steer

Системи автопілотування є подальшим розвитком підрулюючих пристроїв. Керуючі впливи для мінімізації відхилення від заданої траєкторії, що виробляються навігаційним контролером, через клапан, що управляє, вводяться безпосередньо в гідравлічну систему управління ходовою частиною трактора, виключаючи інертність і люфт рульового управління. На додаток до трактора встановлюється спеціальний датчик кута повороту коліс. Така система забезпечує максимальну точність (відхилення  $\pm 2$  см) руху маршрутом без втручання механізатора. Приклади автопілотів: TeeJet FieldPilot (малюнок 3) , Trimble Autopilot, Ag Leader SteerCommand, Outback E-drive VSI, Leica mojoXact.



Рисунок 3 – Пристрої автопілотування TeeJet FieldPilot

Варто скасувати, що з трьох типів пристроїв, призначених для використання в технологіях точного землеробства, вітчизняного виробництва можна зустріти в основному системи паралельного водіння: «Агронавігатор» АЕРСОЮЗ м. Новосибірськ, «Commander» КСМ-Інтех м. Казань, "ГлоНАШ Пілот" ЛАБСОЛЮТ м. Москва. Тільки зовсім недавно було представлено підрулюючі пристрій російського виробництва EFT Auto Wheel компанії EFT AGRO, який має високу вартість - більшу, ніж у імпортованих систем зі схожими характеристиками.

Однак використання систем паралельного та автоматичного водіння неможливе без використання супутникових радіонавігаційних систем (СРНС, GNNS), тому що саме від точності визначення поточного місця розташування залежить точність польових робіт, що проводяться. СРНС є комплексом технічних засобів, що складається з трьох сегментів: орбітального угруповання навігаційних космічних апаратів, наземного комплексу управління та навігаційної апаратури користувачів системи. В даний час тільки дві супутникові системи можуть забезпечити повне та безперервне покриття земної кулі – GPS (Global Positioning System, США) і ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система, Росія). Крім них існують системи, що знаходяться на етапі свого розвитку: Galileo (Євросоюз), BeiDou (Китай), QZSS (Японія), IRNSS (Індія). Для проведення польових робіт важливим стає питання точності визначення координат поточного розташування. Під час передачі радіосигналу з супутника він піддається спотворенням. Спотворення можуть бути пов'язані з впливом іоносфери, впливом нижніх шарів атмосфери, багатопроневі, а також перешкоди на шляху сигналів. Ґрунтуючись на показаннях Російської системи диференціальної корекції та моніторингу (СДКМ) для ГЛОНАСС похибка в середньому становить 4-7 м., для GPS - 3-6 м., а при спільному використанні двох систем одночасно похибка знаходиться в межах 35 м. Однак такої точності недостатньо для використання в системах паралельного водіння та автопілотування. Для досягнення дециметрової та сантиметрової точності необхідно використовувати методи диференціальної корекції (постпроцесинг, Precise Point Positioning (PPP), Differential Global Positioning System (DGPS), Real Time Kinematic (RTK). Основним підходом підвищення точності в системах точного землеробства є використання режиму Real Time Kinematic (RTK, «Кінематика реального часу»).

RTK – це сукупність прийомів і методів отримання планових координат та висот точок місцевості сантиметрової точності за допомогою супутникової системи навігації за допомогою отримання поправок з базової станції, які приймає апаратура користувача під час зйомки. Схематично принцип роботи в RTK представлений на малюнку 4. Для функціонування режиму RTK необхідно два навігаційних приймача, що підтримують роботу в даному режимі, що працюють паралельно. Перший з них – ровер (Rover), встановлюється безпосередньо на колісній машині, другий - базова станція (Base station), є нерухомою і встановлюється на точці з відомими координатами.



Рисунок 4 – Принцип роботи у режимі RTK

Базова станція може бути постійно чинною або тимчасово встановленою в районі польових робіт. У процесі роботи базова станція передає за допомогою радіо модему або пристрою GSM зв'язку поправну інформацію на ровер. Як правило, поправки передаються у форматі RTCM. Ровер у свою чергу об'єднує дані своїх вимірювань з інформацією, що коригує, від базової станції для точного визначення свого поточного розташування. Ефективна відстань до розташування базової станції – менше 30 км, далі точність вимірювань починає значно зменшуватися.

#### Список використаних джерел:

1. Радіонов О.В., Алфьоров О.І., Тарельник Н.В., Постолатій В.В., Кусков М.А. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Підвищення надійності асинхронних електродвигунів для сільськогосподарського виробництва шляхом впровадження магніторідинних герметезаторів. 2024. Вип 1 (88). С. 126 – 133.
2. Калінін Є.І., Петров Р.М., Кусков М.А. *Матеріали ІХ міжнародної науково – технічної конференції з нагоди 115-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена – кореспондента Васгніл, віцепрезидента Уасгн Крамарова Володимира Савовича (1906 – 1987)*. Алалітичний огляд досліджень у галузі діагностування машин та їх систем в експлуатації. 2022. с. 388 – 390.
3. Бойко Р.В., Кусков м. А., Антощенков р. В. *Матеріали науково – практичної конференції «Молодь та технічний прогрес в АПВ»*. Розробка та оцінка системи напівактивної підвіски для тракторів. 2023. с. 321- 322.

## ВИТРАТИ ПОТУЖНОСТІ ДВИГУНА НА НАСОСНІ ХОДИ У ВІДКЛЮЧЕНОМУ ЦИЛІНДРІ ЯК ФАКТОР ЙОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ

Молодан А.О. д.т.н., проф., Дубінін Є.О. д.т.н., проф.,  
Полянський О.С. д.т.н., проф.

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Артьомов М.П. д.т.н., професор, Пушкаренко О.Ю. аспірант

*Харківський державний біотехнологічний університет*

*Метою цього дослідження є встановлення обсягу роботи, необхідної для переміщення компонентів у відклученому циліндрі, щоб стиснути визначену кількість газу в межах заданих початкових та кінцевих параметрів стиснення.*

В експлуатації автотракторних двигунів можливі випадки роботи з виключеною подачею палива одного або декількох циліндрів без втручання у рухомі елементи ГРМ, а також із втручанням. Деяка частина індикаторної потужності, що розвивається в циліндрах двигуна, витрачається в самому двигуні на власні потреби і не може бути використана споживачем. Цю потужність називають потужністю механічних втрат  $N_{\text{мв}}$ . Дана потужність витрачається на подолання тертя  $N_{\text{тер}}$ , привід всіх допоміжних механізмів  $N_{\text{доп. мех}}$ , що забезпечують нормальну роботу двигуна, і на здійснення процесів газообміну в двигуні  $N_{\text{ГО}}$ , тобто

$$N_{\text{мв}} = N_{\text{тер}} + N_{\text{доп. мех}} + N_{\text{ГО}}. \quad (1)$$

У разі ж відключення одного з циліндрів двигуна механічні втрати зростають на величину насосних втрат цього циліндра [1]

$$N_{\text{мв}} = N_{\text{тер}} + N_{\text{доп. мех}} + N_{\text{ГО}} + N_{\text{ц}-i}. \quad (2)$$

де  $N_{\text{ц}-i}$  – потужність, яка витрачається на переміщення поршня і подолання насосних ходів у відклученому циліндрі.

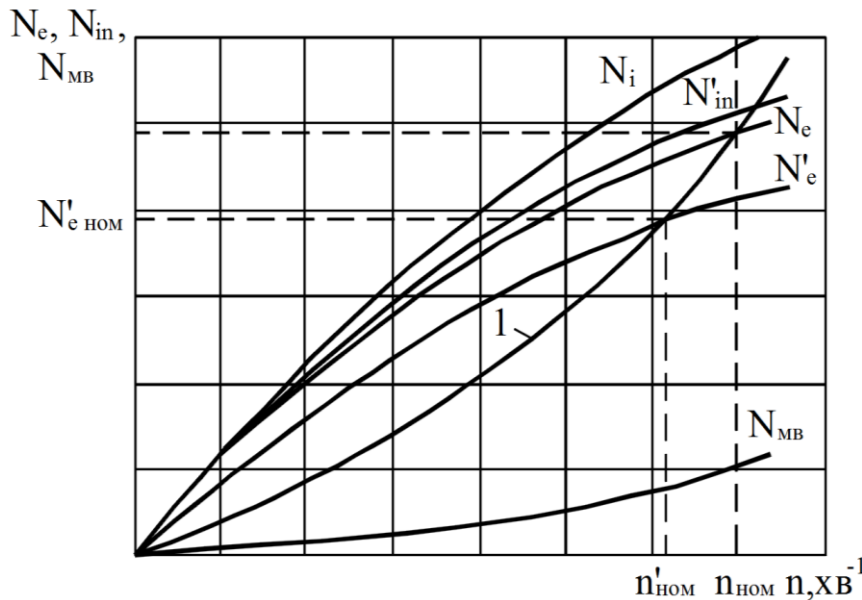
Припинення подачі заряду в циліндри здійснюється шляхом зупинки клапанного механізму. Основним вузлом в системі відключення клапанів є блокувальний механізм з електромагнітним або гідравлічним приводом, який забезпечує можливість розриву кінематичного зв'язку між деталями газорозподільного механізму. Однак застосування цього способу пов'язане зі значними ускладненнями механізму газорозподілу і системи управління, а також викликає проникнення масла в робочі порожнини циліндрів.

При тому, що індикаторна потужність рівномірно розподіляється між циліндрами, можна визначити індикаторну потужність двигуна при вимкненій подачі палива до одного циліндра [2]

$$N'_{in} = (i'_{ц} - 1)N_{in\ ц} = \frac{i'_{ц} - 1}{i'_{ц}} N_{in}, \quad (3)$$

де  $N_{in\ ц}$  – індикаторна потужність одного циліндра,

$$N_{in\ ц} = \frac{N_{in}}{i''_{ц}}. \quad (4)$$



1 – навантажувальна характеристика автотракторного двигуна

Рис. 1. Теоретичні криві потужності автотракторного двигуна при вимкненій подачі палива до одного циліндра

За обчисленими значеннями потужності  $N_{in}$  для різних обертів колінчастого валу двигуна можна побудувати зовнішню індикаторну характеристику при роботі  $(i'_{ц} - 1)$  циліндрів двигуна [3].

При вимкненій подачі палива в один циліндр потужність механічних втрат двигуна зменшується внаслідок зменшення втрат тертя в цьому циліндрі внаслідок зниження максимального тиску циклу. Зазначене зменшення потужності механічних втрат не представляє істотного значення, роботу двигуна з виключеною подачею палива в один циліндр допускаємо із збереженням колишньої залежності  $N_{MB} = f(n)$ . Маючи криві  $N_{in} = f(n)$  і  $N_{MB} = f(n)$ , неважко побудувати криву  $N_e = f(n)$ , розраховуючи ординати кривої  $N_{MB}$  з ординат кривої  $N_{in}$ . Крива  $N_e$  являє собою зовнішню характеристику двигуна при роботі  $(i''_{ц} - 1)$  циліндрів двигуна. Точка перетину цієї кривої з кривою 1 двигуна визначає допустиме число обертів  $n_{ном}$  і відповідну потужність  $N_{e\ ном}$  при роботі двигуна з виключеною подачею палива в один циліндр. З іншого боку індикаторна потужність відключеного циліндра

$$N_{in\ x} = N_e - N_e (i_{ц}^{i-1}), \quad (5)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність двигуна при роботі всіх циліндрів;  
 $N_e (i_{ц}^{i-1})$  – ефективна потужність при роботі двигуна з одним вимкненим циліндром.

Індикаторна потужність двигуна визначається як сума індикаторних потужностей окремих циліндрів

$$N_{in} = \sum_1^{i_{ц}''} N_{in\ x}. \quad (6)$$

Якщо у циліндр припинена подача палива, а поршень продовжує працювати вхолосту, то при цьому слід враховувати додаткові втрати енергії, що витрачаються на рух поршня і пов'язаних з ним механізмів.

Втрати потужності складаються з наступних складових:

$N_1$  – втрати на переміщення власне поршня із зчленованими з ним механізмами;

$N_2$  – втрати на стиск повітря в циліндрі (насосні ходи).

Величину потужності, необхідну на подолання переміщення відключеного циліндра із зчленованими з ним механізмами, можна отримати з рівняння

$$N_1 = \frac{N_{in\Delta}}{\eta_m} (1 - \eta_m), \quad (7)$$

де  $N_{in\Delta}$  – індикаторна потужність відключеного циліндра;

$\eta_m$  – механічний ККД на подолання тертя у відключеному циліндрі.

Потужність тертя залежить від температури мастила і числа обертів. Підвищення температури мастила знижує його в'язкість і зменшує роботу тертя. При підвищенні числа обертів колінчатого валу потужність тертя в різних вузлах змінюється по-різному. В цілому по циліндру робота тертя зростає приблизно пропорційно збільшенню числа обертів колінчастого валу в 1,5-1,8 рази.

Потужність, що розвивається досліджуваним циліндром, визначають з допомогою оцінювання додаткової потужності привода в режимі номінальної частоти обертання колінчастого вала АТД.

Якщо досліджуваний циліндр справний, то при роботі він розвиває номінальну ефективну потужність [4]

$$N_{e\ 1\ n} = N_{мв} - N_{мв} / i_{ц}'' - N_{дод\ 1\ n}, \quad (8)$$

де  $N_{мв}$  – потужність механічних втрат двигуна на номінальному режимі;

$N_{дод\ 1\ n}$  – додаткова потужність привода при роботі на одному циліндрі;

$i_{ц}''$  – число працюючих циліндрів двигуна.

При відхиленні значень показників від номінальних рівняння (8) має вигляд

$$N_{e1} = N_{MB} - N_{MB} / i_{\text{ц}}'' - N_{\text{дод1}}, \quad (9)$$

Віднімаючи з рівняння (8) рівняння (9), отримуємо

$$N_{e1н} - N_{e1} = N_{\text{дод1}} - N_{\text{дод1н}}. \quad (10)$$

Таким чином, відхилення ефективної потужності одного циліндра від номінального значення дорівнює відхиленню додаткової потужності від її номінального значення. Отже,  $\Delta N_{e1} = N_{\text{дод1}} - N_{\text{дод1н}}$ .

Номінальна додаткова потужність

$$\begin{aligned} N_{\text{дод1н}} &= N_{MB} - N_{in1н} = N_{MB} \left[ 1 - N_{inн} / (i_{\text{ц}}'' \cdot N_{MB}) \right] = \\ &= N_{MB} \left[ 1 - 1 / (i_{\text{ц}}'' \cdot N_{MB} / N_{inн}) \right] = N_{MB} \left\{ 1 - 1 / \left[ i_{\text{ц}}'' \cdot (1 - \eta_{\text{м.н}}) \right] \right\}, \end{aligned} \quad (11)$$

Пропонується спосіб відключення де  $\eta_{\text{м.н}}$  – номінальне значення механічного ККД двигуна.

У практиці досліджень для оцінювання роботи окремого циліндра використовують [2, 3] ступінь додаткової потужності при забезпеченні номінального режиму по частоті обертання  $\delta_{\text{дод1н}} = N_{\text{дод1н}} / N_{eн}$ .

З урахуванням того, що  $N_{\text{мв.н}} / N_{eн} = 1 / \eta_{\text{м.н}} - 1$ , отримуємо  $\delta_{\text{дод1н}} = \left\{ 1 - 1 / \left[ i_{\text{ц}}'' \cdot (1 - \eta_{\text{м.н}}) \right] \right\} \cdot (1 / \eta_{\text{м.н}} - 1)$ .

Найважливішою умовою отримання надійних результатів при діагностуванні двигунів з допомогою безгальмівних методів навантаження є дотримання теплового режиму. Температура охолоджуючої води і масла в картері повинна бути не чижіше 75 °С, так як температурний режим мастильної системи і системи охолодження визначає рівень механічних втрат двигуна. Для чотиритактних дизелів при використанні безгальмівного навантаження довантаження двигуна може бути здійснена шляхом дроселювання газів на випуску з двигуна. Цю додаткову навантаження можна отримати як для відключених, так і для працюючих циліндрів установкою на випускному трубопроводі пристрою з дросельної заслінкою і манометром. Перед заслінкою для зменшення коливань протитиску встановлюють ресивер.

Крім гальмових і безгальмівних методів навантаження двигунів при перевірці потужностних показників застосовують метод розгону двигуна до максимальної частоти обертання холостого ходу при різкому збільшенні подачі палива.

Незважаючи на безперечні переваги, складні і дорогі стаціонарні стенди для діагностування двигунів спільно з установками не завжди економічно виправдано, особливо, коли здійснюється діагностування окремих агрегатів, механізмів і систем двигунів, тобто створюються локальні системи діагностування.

У разі використання парціального методу навантаження, створювана при відключенні групи непрацюючих циліндрів, недостатня для забезпечення номінальної частоти обертання колінчастого вала. Цей недолік методу усувають

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 застосуванням пристроїв, що довантажують. В якості цих пристроїв використовують або гальмівні пристрої стану, або внутрішні споживачі потужності транспортної установки (трактори, тепловози тощо).

Потужність вимірюють на прогрітому двигуні. Розгін здійснюється різким відкриттям дросельної заслінки або рейки насоса подачі палива від мінімально стійкої частоти обертання колінчастого вала холостого ходу до максимального. Процес одного виміру триває не більше 5 с, а з урахуванням допоміжного часу близько 3 хв. Прилад досить точний [4], різниця у визначенні потужності на стенді і з допомогою приладу не перевищує 3%.

Для виміру потужності, що розвивається окремими циліндрами, спочатку здійснюють розгін двигуна для визначення повної потужності. Потім відключають циліндр, потужність якого потрібно виміряти, і повторюють розгін. По різниці показань між першим і другим розгонами визначають індикаторну потужність у відключеному циліндрі.

В результаті проведених досліджень отримана залежність для визначення потужності, що витрачається на насосні ходи у відключеному циліндрі [3]

$$N_{i_{\text{ц}}-1} = \frac{-\frac{b}{b-1} RT_1 \left[ \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{(b-1)/b} - 1 \right] \cdot V_1 \cdot \Delta i_{\text{ц}} \cdot n}{1000 \cdot \rho} \quad (12)$$

де  $b$  – показник політропи  $b = \frac{c - c_p}{c - c_v}$ , який для адіабатного процесу

приймається рівним показнику адіабати  $k = c_p / c_v$  ;

$c$  – молярна теплоємність;

$T_1, T_2$  – температура газу на всмоктуванні та нагнітанні відповідно;

$R$  – питома газова постійна суміші, Дж/(кг·К);

$V_1$  – обсяг газу, що надходить в один відключений циліндр за один хід всмоктування;

$\Delta i_{\text{ц}}$  – число відключених циліндрів;

$n$  – частота обертання колінчастого вала автотракторного двигуна з відключеними циліндрами;

$\rho$  – щільність газу, що надходить в один відключений циліндр за один хід всмоктування.

Очевидно, що при відключенні циліндрів при незмінному положенні органів управління двигуна індикаторний тиск з відключеними циліндрами буде дорівнювати частині індикаторного тиску стандартного автотракторного двигуна.

### Висновок

Визначена індикаторна потужність двигуна при вимкненій подачі палива до одного циліндра із зчленованими з ним механізмами при отриманні деякій кількості газу при заданих параметрах початку і кінця стиснення у відключеному циліндрі.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Отримане значення потужності, що витрачається на насосні ходи у відключеному циліндрі, та визначено, що при відключенні циліндрів при незмінному положенні органів управління двигуна індикаторний тиск у відключеному циліндрі буде дорівнювати частині індикаторного тиску стандартного автотракторного двигуна.

### Список використаних джерел

1. Molodan A. 2018. Change of power and mechanical losses of a wheel vehicle engine with cylinders cutout / A. Molodan, O. Polyansky, M. Potapov // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2018. Vol.20. No.1. 99-103.
2. Heywood, John B. Internal Combustion Engine Fundamentals. New York: McGraw-Hill Education, 1988. – 930 p.
3. A. Molodan. Change in power and fuel consumption when engine cylinders are partially disabled in a wheeled vehicle / A. Molodan, Y. Dubinin, O. Polyanskyi, M. Artomov, O. Pushkarenko // Central Ukrainian Scientific Bulletin: Technical Science. Кропивницький, 2024. № 8(39) part II, 2023. С. 150-158. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8\(39\).2.150-158](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.8(39).2.150-158).
4. A. Molodan, Changes in engines energy indicators when the cylinders are disconnected in the unloaded mode of operation / Andrii Molodan, Yevhen Dubinin, Oleksandr Polyanskyi, Mykola Potapov, M. Poltavskyi, M. Krasnokutskyi // Central Ukrainian Scientific Bulletin: Technical Science. – Кропивницький, 2023. – № 7(38) part I, 2023. – С. 110-119. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7\(38\).1.110-119](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.110-119)

УДК 631

## ЗНАЧЕНІСТЬ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ ВИРОЩУВАННІ С.Г. КУЛЬТУР ТАКИЙ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ

**Бабаєв Р.В. магістрант, Анікєєв О.І. доцент, к.т.н.**

*Державний біотехнологічний університет*

*При визначенні економічної ефективності технологій сільськогосподарського виробництва, поза увагою залишається багато важливих чинників таких як енергоємність і екологічність сільгоспвиробництва, тобто поза увагою залишається рівень негативного впливу механізованого сільгоспвиробництва, перш за все, на ґрунт і витрати не поновлюваної енергії, енергетичний аналіз дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонасичення на одиницю площі.*

Особлива необхідність в енергооцінці виникла в сучасних умовах ринкових відносин в сільськогосподарському виробництві, коли має місце нестабільність в ціновій оцінці, як процесу виробництва, так і продукції цього виробництва, при відсутності паритету цін між засобами і результатами виробництва.

Ряд авторів праць з енергетичної оцінки механізованих технологій в рослинництві стверджують, що при визначенні економічної ефективності технологій сільськогосподарського виробництва, комплексів машин і окремих агрегатів поза увагою залишається багато важливих чинників. Найважливіші із них – енергоємність і екологічність сільгоспвиробництва, тобто поза увагою залишається рівень негативного впливу механізованого сільгоспвиробництва, перш за все, на ґрунт і витрати не поновлюваної енергії.

За даними вчених сенс енергетичної оцінки полягає в тому, що ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої не поновлюваної енергії. При виборі агрегатів порівнюють кількість витраченої кожним з них не поновлюваної енергії на виконання одиниці роботи в однакових умовах.

Крім того, енергетичний аналіз дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонасичення на одиницю площі.

На основі вищезазначених даних встановлено ось такі межі сумарного енергонавантаження за рік на 1 га:

1. відносно оптимальна – до 15 ГДж;
2. допустима 15...30 ГДж/га;
3. поза 30 ГДж/га екологічно недопустима.

Враховуючи те, що при розробці ресурсозберігаючих технологій необхідно дбати і про здешевлення сільгосппродукції, актуальним є питання аналізу складових енерговитрат, як по видах, так і по операціях.

У зв'язку з цим виникає необхідність енергетичного аналізу та оцінки технологічних процесів виробництва, в першу чергу, провідних сільгоспкультур та ефективності використання машинно-тракторних агрегатів (МТА), що виконують механізовані операції.

Енергетична оцінка технологій і засобів механізації, надає можливість визначення більш об'єктивніших, стабільніших показників ефективності витрат матеріально-енергетичних ресурсів при машиновикористанні.

### **Список використаних джерел**

1. Мельник В.І. Збірник методик з використання машин в землеробстві. / В.І. Мельник, А.Г. Чигрин, О.І. Анікеєв, С.А. Чигрина, / – Х.: ТОВ «Планета-Прінт» – 2020, 257 с.
2. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.
3. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артьомов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

## ОСОБЛИВОСТІ КОТКУВАННЯ ТА ТЕНДЕНЦІЇ ЇХ РОЗВИТКУ

Русанов О.В. магістрант, Анікєєв О.І. доцент, к. т. н.

*Державний біотехнологічний університет*

*Визначення технологічних особливостей коткування та тенденції розвитку сучасних котків з метою їх впровадження в господарства України.*

У більшості господарств України користуються застарілою ґрунтообробною і посівною технікою. Використання простих плугів, дискових агрегатів, культиваторів радянського виробництва вимагає проведення операції коткування. Таку операцію можна виконувати різними видами котків в залежності від умов та типу ґрунту.

Мета дослідження – визначення технологічних особливостей коткування та тенденції розвитку сучасних котків з метою їх впровадження в господарства України.

Коткування — одна з основних технологічних операцій, в результаті виконання якої ущільнюється насіннєвий шар ґрунту, вирівнюється поверхня поля, що сприяє збереженню вологи в посушливих умовах, зменшуючи фізичне випаровування ґрунту. [1]

В залежності від типу ґрунту використовують легкі, середні і важкі котки. Кращі результати досягаються з використанням середніх котків. В залежності від цілей можуть застосовуватись гладкі циліндричні, кільчасті, кільчасто-шпорові котки.

Закордонні фірми пропонують широкий вибір котків, які можуть використовуватись як самостійно так і у складі агрегату. У закордонних котках використовуються інноваційні технології і сучасні матеріали, що робить їх більш продуктивними та універсальними.

Проведені дослідження показали, що українські виробники виготовляють конкурентоспроможні машини для коткування. А тому потрібно продовжувати налагодження власного виробництва котків, піднімаючи технічний рівень наявного типорозмірного ряду вітчизняних котків.

На ринку техніки з'являється все більше новітніх технологій прикочування ґрунту. Широкий спектр котків, що їх пропонують зарубіжні виробники, мають достатню надійність, якісно виконують технологічний процес, високопродуктивні та зручні в експлуатації.

Поверхня поля перед початком весняно-польових робіт є пронизаний ґрунтовими каналами родючий шар ґрунту з безліччю різного роду нерівностей.

Для якісного проведення посіву зернових культур та забезпечення дружних сходів необхідно вирівняти поле, створити ущільнене ложе для насіння, виключити втрати ґрунтової вологи. Комбінованих пристроїв і робочих органів, здатних проводити ці операції, недостатньо. Крім того, конструктивно-технологічні параметри і режими роботи не передбачають їх застосування на полях з підвищеною вологістю.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

У результаті інформаційного пошуку, теоретичних, лабораторних і польових експериментальних досліджень встановлено, що один з найбільш прийнятних варіантів вирішення проблеми - використання спіральних котків.

Самоочищення спірального котка відбувається внаслідок зсуву і відриву налиплого ґрунту. Робоча поверхня - спіраль, виконана у вигляді еластичної пустотілої труби, обертається навколо осі, розташованої під кутом до напрямку руху агрегату. Ділянка труби, котра контактує з полем, прогинається і робоча площа збільшується, в результаті чого на вологий ґрунт надається щадний вплив. При припиненні контакту цієї ділянки спіралі з поверхнею поля поперечний переріз труби з еліпсоподібної перетворюється в кругле. Зміна його форми забезпечує відшарування налиплого ґрунту від поверхні котка.

Це робить коток універсальним. Допускає його використання на всіх видах ґрунтів з різною вологістю, та робить виконання операції більш швидкісним та якісним. [2]

Сьогодні кожен виробник ґрунтообробних агрегатів пропонує до їх базового оснащення той або інший набір котків, які можна поєднувати з бороною чи культиватором для виконання конкретних польових операцій. Це дуже зручно, і вже в момент вибору та замовлення борони чи культиватора можна окреслити корисний функціонал двох-трьох модифікацій котків та додатково їх замовити. Це вийде в помірні гроші, а головне, дасть змогу уникнути помилкових агротехнічних рішень [3].

### **Список використаних джерел**

1. <https://growex.ua/blog/kotkuvannya-dobre-chi-zle>
2. [http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/TiTAPK/2010\\_5/5\\_10\\_s15.pdf](http://base.dnsgb.com.ua/files/journal/TiTAPK/2010_5/5_10_s15.pdf)
3. <https://agrobusiness.com.ua/local/file/234/000/kotkuvannya.pdf>
4. Мельник В.І. Збірник методик з використання машин в землеробстві. / В.І. Мельник, А.Г. Чигрин, О.І. Анікеєв, С.А. Чигрина, / – Х.: ТОВ «Планета-Прінт» – 2020, 257 с.

**УДК 629.083**

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ДИНАМІЧНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ В РЕЖИМІ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ**

**Пушкаренко О.Ю. аспірант, Артьомов М.П. д.т.н., професор**

*Проведено дослідження роботи мобільного агрегату за допомогою вимірально-реєстраційного комплексу при зміні технічного стану двигуна.*

Забезпечення надійності і динамічної стабільності сільськогосподарських агрегатів є однією з найважливіших умов їхнього ефективного використання. Під час експлуатації цих агрегатів, як показують численні дослідження, 30-75% відмов припадає на автотракторні двигуни. Тому забезпечення працездатного

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
стану автотракторних двигунів – це своєчасне виявлення й попередження відмов, що виникають у процесі експлуатації. Зростання енергонасиченості, вдосконалення й ускладнення конструкцій мобільних енергетичних машин обумовлюється високими вимогами до ефективності їх роботи на різних режимах навантаження, раціонального використання потужності автотракторних двигунів й зниження витрати палива[1].

Одним із заходів забезпечення динамічної стабільності колісних машин та потужності на їх ведучих колесах з одночасним зниженням витрати палива є робота автотракторного двигуна в режимі контролю технічного стану роботи циліндрів двигуна. Цій проблемі приділено увагу недостатньо, відсутні дослідження процесу навантаження і методу керування системами автотракторні двигуни, які впливають на надійність і динамічну стабільність колісної машини, та методи діагностування.

Як відомо, згідно основних законів механіки, рух відбувається під дією зовнішніх сил, тому що внутрішні сили, що діють на агрегат, взаємно врівноважуються і не можуть викликати його переміщення. Рух агрегату можливий при наявності дотичної сили  $T$  тяги трактора і сил опору руху.

Механічні системи функціонують у відповідності до законів механіки і тому в теоретичних дослідженнях необхідно використовувати закони і принципи механіки

Поєднання методу відключення частини циліндрів і новітніх технологій контролю та діагностування технічного стану елементів колісних машин дозволить забезпечити необхідний рівень технічних характеристик, що і визначає актуальність і перспективність наукових досліджень.

Огляд засобів контролю роботи циліндрів і циклів дозволяє зробити ряд висновків:

- відносно прості конструкції, що дозволяють відключати циліндри мають ряд недоліків. Основними з яких є низька швидкодія (що не дозволяє відключати цикли) і відключення циліндрів групами (як правило тільки половини всіх циліндрів).

- практично засоби, що використовуються для відключення циліндрів досить складні, дорогі і тому знаходять застосування виключно на великих двигунах.

- засоби, що дозволяють здійснити ефективне відключення циліндрів і циклів, знаходяться на стадії науково-дослідницьких і конструкторських робіт.

Проведення динамічних і кваліметричних випробувань мобільних машин стикаються з цілою низкою проблем, що обумовлені недосконалістю існуючих методів проведення цих випробувань. Особливі труднощі при проведенні випробувань сільськогосподарської техніки виникають з вимірюваннями таких параметрів, як потужність двигуна, тягове зусилля, тяговий ККД, швидкість руху і зусилля на гаку. Також певний інтерес в процесі руху мобільних агрегатів викликають лінійна та кутова швидкості, сили опору та ін.

Для визначення силових характеристик МСА пропонується використовувати метод парціальних прискорень, розроблений з метою спрощення проведення експериментальних випробувань і розрахунку

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 динамічних показників агрегату[2]. Результати проведених випробувань за допомогою вимірювально-реєстраційного комплексу представлені на рис.1.

Щоб забезпечити якісний процес контролю динаміки агрегату необхідно встановити таку кількість датчиків, яка дасть змогу контролювати усі напрямки осей ступенів вільності мобільного агрегату. Для визначення тягової динаміки використовуємо математичну модель, що розроблена авторами [2].

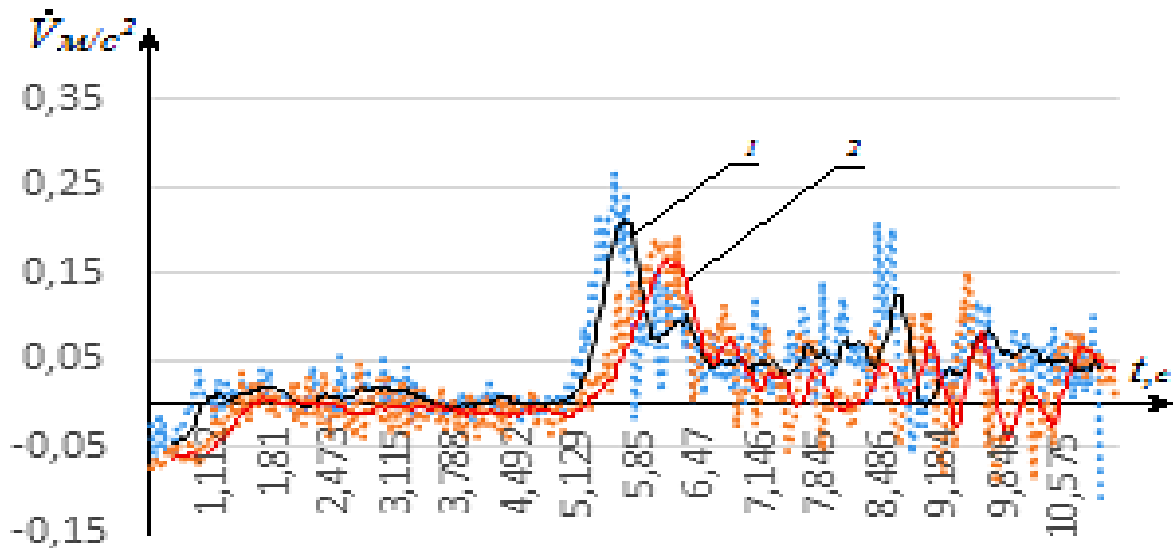


Рис. 1. Експериментально виміряні прискорення руху мобільного агрегату:  
1 – технічно справний двигун; 2 – відключена одна форсунка

Припустимо, що відомі прискорення в двох контрольних точках  $M_1$  і  $M_2$  трактора є функціями часу на інтервалі  $(0, t_0)$ . Такі вхідні дані можуть бути отримані в результаті експериментальних вимірювань. Координати точок  $M_1$  і  $M_2$  також вважаються відомими щодо системи координат  $(\bar{x} \bar{0} \bar{y})$ , жорстко пов'язаної з рухомим мобільним агрегатом. Позначимо компоненти прискорень в цих точках наступним чином: точка  $M_1$  –  $a_{x1}, a_{y1}$ , точка  $M_2$  –  $a_{x2}, a_{y2}$ . Ці компоненти вимірюються відносно нерухомої системи координат, в якій розглядається рух агрегату. Потрібно з цими вхідними даними за допомогою системи рівнянь представленої в роботі [2], що моделює рух мобільного агрегату, визначити силові характеристики, як функції часу.

Система рівнянь з роботи [2], є суттєво нелінійною та у цьому випадку можливе тільки числове її рішення за допомогою комп'ютера. У конкретному випадку система рівнянь була вирішена відносно другої похідної узагальнених координат  $\ddot{\xi}, \ddot{\eta}, \ddot{\psi}_1, \ddot{\psi}_2$  та перетворена у систему диференціальних рівнянь першого порядку.

Для вирішення складеної системи рівнянь скористаємось методом Рунге-Кутта з автоматичним вибором кроку розрахунку. Наступним завданням стає визначення тягових зусиль на ведучих колесах трактора і потужності двигуна в процесі роботи агрегату.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступну задачу з

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 визначення додаткових витрат енергії і палива на рух мобільного агрегату при використанні механічного приводу ведучих коліс. Для визначення додаткових витрат енергії, обумовленої коливаннями тягової сили проводимо розрахунок за формулою

$$\Delta W = \frac{A_p}{\pi} \cdot S, \quad (1)$$

де  $A_p$  - амплітуда коливань тягової сили на ведучих колесах;  
 $S$  - відстань пройдена агрегатом.

При цьому амплітуда коливань тягової сили мобільного агрегату

$$A_p = \frac{A_{Mi} \cdot j_M \cdot j_{тр} \cdot u_k \cdot u_0}{r_0}, \quad (2)$$

де  $A_{Mi}$  - амплітуда коливань індикаторного крутного моменту;  
 $r_0$  - динамічний радіус ведучих коліс.

$$A_{Mi} = 0,5 \cdot \overline{M_i} \cdot k_1, \quad (3)$$

де  $\overline{M_i}$  - середнє значення індикаторного крутного моменту, що визначається зовнішнім навантаженням на мобільний агрегат;  
 $k_1$  - коефіцієнт нерівномірності крутного моменту.

$$k_1 = 0,08 + \frac{14,44}{i_{ц}}, \quad (4)$$

де  $i_{ц}$  - кількість циліндрів автотракторних двигунів.

При всіх працюючих циліндрах автотракторних двигунів індикаторний крутний момент двигуна

$$M_i' = \overline{M_i} + 0,5 \cdot \overline{M_i} \cdot k_1' \cdot \sin\left(\frac{\overline{\omega_e}}{2} \cdot i_{ц}' \cdot t\right), \quad (5)$$

де  $\overline{\omega_e}$  - середнє значення частоти обертання колінчастого валу;  
 $i_{ц}'$  - число всіх циліндрів автотракторного двигуна;  
 $t$  - час.

Деяка частина індикаторної потужності, що розвивається в циліндрах двигуна, витрачається в самому двигуні на власні потреби і не може бути використана споживачем. Цю потужність називають потужністю механічних втрат  $N_{мв}$  кВт. Дана потужність витрачається на подолання тертя  $N_{тер}$  привід всіх допоміжних механізмів  $N_{доп-мех}$  забезпечують нормальну роботу двигуна, і на здійснення процесів газообміну в двигуні  $N_{го}$  тобто[4]

$$N_{\text{мв}} = N_{\text{тер}} + N_{\text{доп. мех}} + N_{\text{ГО}} \quad (6)$$

**Висновок.** Експериментально виміряні за допомогою вимірювально-реєстраційного комплексу, прискорення агрегату(рис.1) 1 – технічно справний двигун; 2 – відключена одна форсунка. На основі аналізу проведених вимірювань робимо висновок про те, що у випадку відключення однієї форсунки двигуна, прискорення агрегату відбувається повільніше і за величиною на 27% менше, що також впливає на потужність двигуна.

### Список використаних джерел

1. Артёмов М.П. Динамічна стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів: Автореф. дис. доктора техн. наук: 05.05.11 / Артёмов Микола Прокопович ; Харківський національний технічний ун-т сільського господарства ім. Петра Василенко. - Харків., 2014. – 44 с.
2. Лебедев А.Т., Артёмов М.П. Обґрунтування ефективності використання ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів моделюванням парціальних прискорень / А.Т. Лебедев, М.П. Артёмов // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук.пр. / ДНУ УкрНДПВТ ім.Л.Погорілого – Дослідницьке, 2013. – Вип. 17(31),кн.2. – С.280 – 293.
3. Артёмов М.П., Шуляк М.Л., Колеснік І.В., Козлов Ю.Ю. Вплив коливання швидкості руху МТА на надійність технологічної операції / М.П.Артёмов, М.Л.Шуляк, І.В.Колеснік, Ю.Ю.Козлов // Вісник ХНТУСГ ім.П. Василенка. Випуск161. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2015. – С34 – 41.
4. Молодан А.О. Наукові основи забезпечення надійності і функціональної стабільності колісних машин в режимі відключення частини циліндрів: Автореф. дис.доктора техн. наук: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту; Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – Харків., 2021. – 45с.

УДК 631.1

## ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ ТРАНСПОРТУ ПІД ЧАС МАСОВОГО ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВРОЖАЮ

Циганенко М.О. к.т.н., доц., Коваленко О.О. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто елементи оптимізації процесу транспортування масових вантажів під час збирання врожаю. Запропоновано деякі елементи, які зможуть сприяти зниженню витрат та трудомісткості процесу транспортування.*

У сучасному сільськогосподарському виробництві транспортне забезпечення відіграє ключову роль, особливо в піковий період збору та



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 транспортування врожаю, коли дефіцит транспортних засобів стає особливо відчутним. Щоб подолати цю проблему, важливо максимально ефективно використовувати вантажопідйомність наявного транспорту. Більша вантажопідйомність транспортних засобів дозволяє досягати вищого коефіцієнта використання вантажопідйомності, що сприяє зменшенню витрат та підвищенню ефективності всього транспортного процесу.

Досягнення необхідних обсягів перевезень та зростання ефективності автотранспорту можливі завдяки впровадженню інноваційних методів транспортування, таких як:

- Раціоналізація маршрутів – оптимізація маршрутів транспорту дозволяє скоротити час у дорозі та зменшити споживання палива.

- Використання великих вантажівок – застосування більш містких транспортних засобів дозволяє зменшити кількість рейсів.

- Комбіновані перевезення – використання мультимодальних рішень (поєднання автотранспорту, залізниці тощо) допомагає ефективніше організувати логістику.

- Застосування сучасних технологій управління автопарком – автоматизація обліку та управління транспортом підвищує ефективність експлуатації, дозволяє контролювати витрати та прогнозувати завантаженість.

Правильна організація системи збору врожаю здатна значно підвищити економічну ефективність всього процесу. Вона дозволяє знизити загальну трудомісткість завдяки оптимізації навантажувально-розвантажувальних робіт, скоротити витрати на транспортування та збирання врожаю. Ефективно організована система забезпечує не лише мінімізацію витрат на ресурсах, але й підвищення продуктивності праці.

Основні елементи, які сприяють зниженню витрат та трудомісткості, включають:

- Автоматизація завантаження та розвантаження – застосування механізованих і автоматизованих систем для вантажних операцій допомагає значно знизити ручну працю та підвищити швидкість обробки.

- Скоординоване управління транспортом та збиральними машинами – завчасне планування та узгодження роботи транспорту і збиральної техніки зменшує час простою та збільшує коефіцієнт використання техніки.

- Використання навантажувально-розвантажувальної техніки – застосування спеціалізованої техніки для обробки великих обсягів продукції дозволяє скоротити час на вантажні операції.

- Оптимізація логістики збору та перевезень – ефективне планування маршрутів доставки дозволяє забезпечити своєчасний вивіз продукції та зменшити затрати на паливо та обслуговування транспорту.

Такі заходи дозволяють аграрним підприємствам не тільки підвищити ефективність збору та перевезення врожаю, але й забезпечити вищу конкурентоспроможність на ринку за рахунок зниження собівартості продукції.

За різних умов вибір типу і марки транспорту залежить від технології збирально-транспортних робіт, і врахування того, що масові перевезення доцільно виконувати автомобілями середньої та великої вантажності (5-10т) на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 середні та великі відстані, а на невеликі відстані найбільш економічними є трактори з причепами. Аналіз тривалості транспортного циклу автомобілів показує, що основні резерви підвищення їх продуктивності – зменшення витрат часу на виконання операцій навантаження і розвантаження.

### **Список використаних джерел**

1. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. – Харків. : 2009. – 172с.
2. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
3. Артёмов М.П. Вплив складу транспортного комплексу на процес збирання зернових культур / Артёмов М.П., М.О. Циганенко // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків. 2019. – С. 95-102.
4. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.
5. Мельник В.І. Збірник методик з використання машин в землеробстві. / В.І. Мельник, А.Г. Чигрин, О.І. Анікєєв, С.А. Чигрина, / – Х.: ТОВ «Планета-Прінт» – 2020, 257 с.
6. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

**УДК 631.1**

## **ТЕХНІЧНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕБІЙНОЇ РОБОТИ ЗБИРАЛЬНОЇ ЛАНКИ**

**Циганенко М.О. к.т.н., доц., Гнатюк Н.Р., Четверик І.О. магістранти**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто організаційні заходи забезпечення безперебійної роботи технологічного процесу збирання врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача та збільшити при цьому продуктивність збиральних машин.*

Збирання врожаю – найбільш відповідальний період технології вирощування зернових культур. Головним завданням при виконанні збиральних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
робіт є виконання технологічного процесу на високому якісному рівні – без втрат вирощеного врожаю та якомога з найменшими затратами коштів та у відповідний строк. Цього можна досягти чітким плануванням і високою організацією збиральних робіт [1, 2].

Як перевага прямого комбайнування є менша залежність від загрози дощу. Хлібна маса після дощу швидко сохне і через декілька години можна продовжувати збирання, тоді як для підсихання намочених дощем валків потрібно 1–2 доби, або і більше [2, 3, 4].

Підвищення експлуатаційної продуктивності комбайна можливе за умови поліпшення організації робочого часу зміни. Природно, число вивантажень зерна зростає також в два рази. Унаслідок частих вивантажень час основної роботи протягом зміни зменшується, і коефіцієнт використання експлуатаційного часу досягає всього лише 0,65-0,70. На його зменшення впливають також значні непродуктивні витрати часу зміни, пов'язані з очікуванням і розвантаження зерна із комбайна в автотранспорт з подальшим його транспортуванням на тік традиційним способом. Цей показник використання робочого часу зміни можна значно підвищити при використанні спеціалізованих бункерів-перевантажувачів зерна [3, 4, 5], місткість яких складає від 16 до 50 м<sup>3</sup> (рис. 1, 2) і вивантаженню зерна комбайном без переривання основного технологічного процесу - комбайнування і обмолоту.

Для безперебійної роботи комбайна необхідно забезпечити його обслуговуванням транспортного засобу, щоб виконувалася залежність:

$$W_k \cdot n_k \leq W_{tr} \cdot n_{tr} \quad (1)$$

В розрахунках при забезпеченні безперебійної роботи комбайнів в залежності від вибраної марки при виборі транспортного засобу основним показником за яким здійснюється вибір це об'єм бункера ( $V_b$ ) не повинен перевищувати об'єм кузова ( $V_k$ ). Ідеально коли  $V_b = V_k$ .



Рис. 1. Розвантаження бункера комбайна в бункер – накопичувач



Рис. 2. Завантаження транспортного засобу із бункера – накопичувача

Кількість транспортних засобів необхідних для обслуговування одного комбайна можна визначити порівнюючи час ( $t_b$ ) заповнення бункера комбайна

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 та час ( $t_{об.мз}$ ) обертуту транспортного засобу. Дані показники визначаються за відомою методикою із дисципліни «Технологічні системи сільськогосподарських перевезень» [4].

За традиційною схемою збирання зернових для обслуговування групи із годинною продуктивністю 15...20 т/год необхідно 7...9 автомобілів середньої вантажопідйомності в межах 4,5...6 т. Тоді як при застосуванні бункера-перевантажувача їх кількість зменшується що найменше на 3 автомобілі.

Застосування таких бункерів в збиральному загоні дозволяє підвищити продуктивність кожного комбайна на 22-25 % і тим самим скоротити строки збиральних робіт.

### Список використаних джерел

1. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. – Харків. : 2009. – 172с.
2. <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8913-ratsionalni-sposoby-zbyrannia-ozymykh>
3. Збирання зернових та ранніх олійних культур у 2019 році у Запорізькій області: [Рекомендації виробництву] / [Шевченко І. А., Поляков О. І., Журавель В. М. та ін.] // Інститут олійних культур Національної академії аграрних наук України, Департамент агропромислового розвитку Запорізької обласної державної адміністрації. Запоріжжя : ІОК НААН, 2019. 28 с.
4. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, №2 (10), – 2018. с. 87-93.

УДК 631.331.420

## ЕТАПИ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ВЕНТИЛЯТОРІ ВИСІВНОГО АПАРАТУ

Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський А.П. аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто етапи застосування програмного комплексу ANSYS для чисельного моделювання газодинамічних процесів, що відбуваються в пневматичній сівалки блочного типу з індивідуальними відцентровими радіальними вентиляторами (ІВРВ).*

Використовуючи новітні технології проектування суттєво змінюють спосіб підходу до дослідження та аналізу параметрів повітряного потоку в проточній частині індивідуального відцентрового вентилятора (ІВРВ) висівного апарату [0]. Використовуючи програмний комплекс ANSYS на етапі проектування можна оцінити роботу та конструктивні переваги ІВРВ проти

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 використання централізованого, одного відцентрового вентилятора (ВРВ) для всієї пневматичної сівалки точного висіву.

У ході дослідження були запропоновано такий підхід. Для проведення розрахунків було запропоновано спрощення повітряного потоку, тобто нехтуємо реальними та складними умовами потоку повітря всередині пневматичної системи сівалки. Крім того, не забуваємо, що метод аналітичного проектування має достатню точність лише в області номінальної робочої точки вентилятора. Зауважимо, що характеристика вентилятора при різних значеннях витрати повітря наближена. За допомогою числового методу можливо визначити та оцінити поведінку повітряного потоку вздовж проточної частини пневматичної системи у різних робочих точках. Тому досліджуваний простір повітряного потоку розбивається на кінцеві ділянки та визначаються механічні властивості повітря. До розрахунку залучаються основні математичні рівняння та далі рішення проводять за допомогою інструкції. Таким чином, чисельне рішення описується приблизно до реальних умов потоку повітря. Завдяки цьому процесу точність рішення залежить від вибраних налаштувань та дискретності області рішення. Процес чисельного розрахунку перебігу повітряного потоку всередині пневматичної системи поділено на такі етапи: формування геометрії вузлів, що приймають участь у роботі; графічне зображення вузлів; вибір моделі турбулентності; тимчасова дискретизація з визначенням розв'язуваних систем рівнянь; власне, рішення рівнянь та остаточна перевірка та інтерпретація результатів.

На результати моделювання впливає створена геометрія досліджуваного вузла, обрана модель турбулентності, просторова та тимчасова дискретизація перед реальним розв'язанням систем рівнянь.

Геометрію досліджуваного повітряного об'єму ІВРВ отримуємо з тривимірної моделі САПР. На першому етапі, обсяг повітряного потоку, що проходить через модель досліджуваного вузла пневматичної системи, витягується за допомогою логічного віднімання. Цей процес проілюстрований на рисунку 1, а з використанням робочого колеса та на рисунку 1, б з використанням спірального корпусу (равлика).

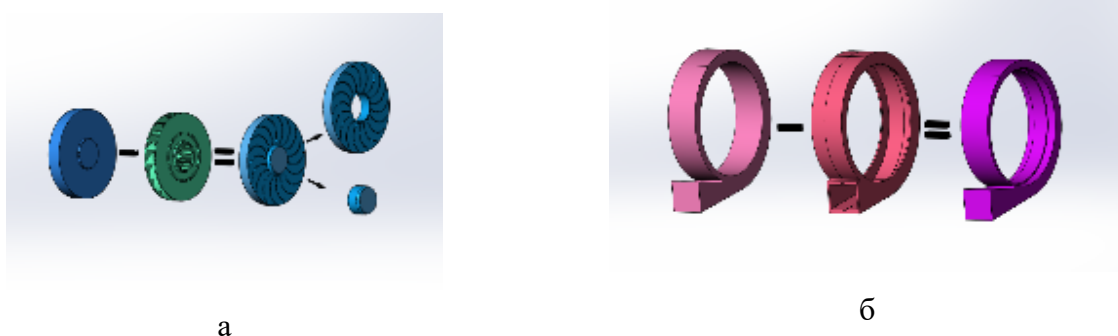


Рис. 1. Логічне віднімання об'єму повітряного потоку з об'єму вузла, що спостерігається для створення моделі: а – робочого колеса; б – спіральний корпус равлика.

Першим кроком, є створення закритого твердого тіла, створеного на основі геометрії робочого колеса ІВРВ. Для створення закритого твердого тіла усі вхідні

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 та вихідні отвори робочого колеса закриті, а внутрішні порожнини заповнені. Потім робиться віднімання геометрії робочого колеса з замкнутого твердого тіла. Результат цієї арифметичної операції є простір, через який проходить повітряний потік, рис. 1, а.

Другим кроком, є створення закритого твердого тіла, створеного на основі геометрії спірального корпусу. Результат цієї арифметичної операції є простір, через який проходить повітряний потік всередині спірального корпусу (равлика), рис. 1, б. Такій процедурі піддаються й інші компоненти ІВРВ. Виконується процедура таким чином, щоб домени з'єднання повітряних контурів були геометрично однаковими.

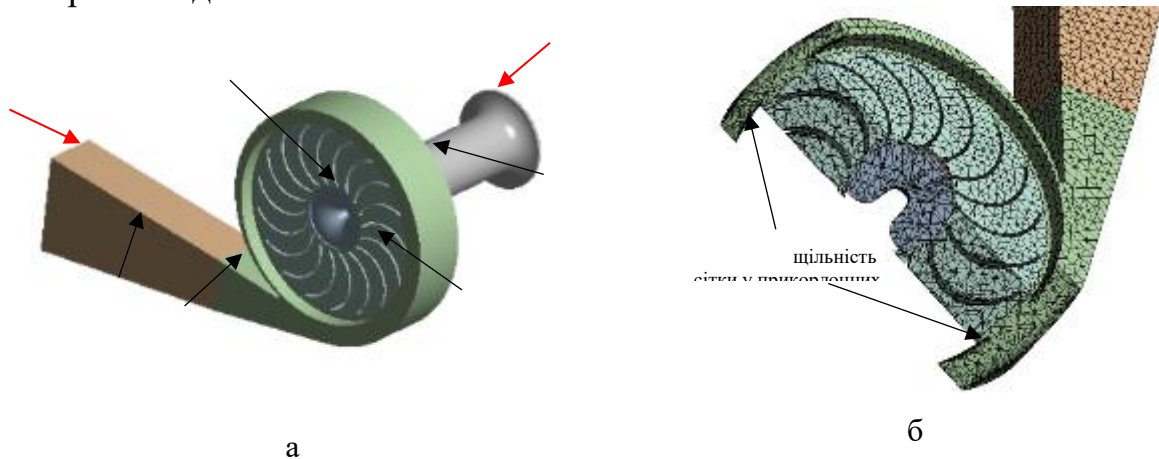


Рис. 2 . а – розрахункова область руху повітряного потоку; б – вид сітки робочої області ІВРВ. 1 – вхідний патрубок; 2 – перехідна деталь РК; 3 – РК; 4 – спіральний корпус (равлик); 5 – вихідний патрубок; INLET – вхідна, гранична поверхня; OUTLET – вихідна, гранична поверхня.

Для точного розрахунку параметрів повітряного потоку область розрахунку повинна бути розширена за рахунок спеціального проектування вхідного та вихідного патрубків (включаючи додаткові обсяги повітря), щоб мати можливість досягти необхідних граничних умов. Результируюча область руху повітряного потоку вздовж проточної частини ІВРВ показана на рисунку 2.

Витрата повітряного потоку вентилятора, що поступає в систему через поверхні - INLET і OUTLET однаковий, згідно закону збереження маси. Після створення досліджуваної області руху повітряного потоку створюється сітка створених об'ємів рис. 2, б. Топологія сітки поділяється на структуровану та неструктуровану. Переваги неструктурованої сітки в тому, що вона найпростіша. Задаються необхідні граничні умови, щоб було розрахувати систему рівнянь Нав'є – Стокса. Щільність сітки в прикордонних шарах збільшена, щоб мати можливість точніше визначати змінні повітряного потоку в цій області. Для вирішення рівнянь Нав'є – Стокса необхідно задати граничні умови. З цією метою на краях розрахункової області – на поверхнях INLET та OUTLET задаємо змінні повітряного потоку. Загалом необхідно уважно стежити за тим, щоб було зроблено правильний вибір збіжності процедури рішення та вказано правильну кількість граничних умов. Неправильно задані граничні умови або призводять до переривання розрахунку, або до фізично непридатних результатів. При

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

проектуюванні стикаємося з «умовою прилипання» – в областях повітряного потоку, що безпосередньо межують з геометрією. Це означає, що повітряний потік знаходиться в безпосередній близькості від стіни та рухається зі швидкістю стінки. За наявності суцільної стінки швидкість перебігу повітряного потоку на стінці падає до нуля. Усе це призводить до турбулентності. У рівняння Нав'є – Стокса тиск  $P$  використовується лише як похідна. Тому необхідно визначити переважний тиск в одній точці ділянки потоку. Найбільш поширеними моделями турбулентності є модель  $k - \varepsilon$ , модель  $k - \omega$  та модель  $k - \omega SST$  (Shear Stress Transport) [Помилка! Джерело посилання не знайдено.]. Ці моделі містять емпіричні константи, які можемо вибрати при розрахунку. Модель  $k - \varepsilon$  підходить для опису турбулентності, розташованої далеко від стін. Опис турбулентності біля стін – модель  $k - \omega$ , вона дає найкращі результати. Для чисельного розрахунку вентиляторів  $k - \varepsilon$ -модель придатна лише для досліджень в області номінальної робочої точки. Моделювання ІВРВ проводилося використанням виключно моделі турбулентності повітряного потоку  $k - \omega - SST$ . Модель турбулентності  $SST - k - \omega$  поєднує в собі моделі  $k - \varepsilon$  і  $k - \omega$  і використовує модель  $k - \omega$  в шарах, близьких до стіни, і модель  $k - \varepsilon$  в шарах, віддалених від стінки [3]. Використовуючи програмний комплекс ANSYS CFX, поставивши граничні умови проводимо розрахунки для отримання характеристик поведінки повітряного потоку в пневматичній системі. Результати аналізу та розрахунку показали, що головним недоліком вентилятора є зниження ККД при нерозрахункових режимах. При зменшенні витрати повітряного потоку в проточній частині вентилятора РК обтікається з позитивним кутом атаки, а при збільшенні витрати з негативним кутом атаки. В результаті при збільшеному витраті, статичний тиск зменшується швидше за природне зниження тиску у зв'язку з нахилом характеристики вентилятора. При зменшеній витраті повітряного потоку статичний тиск спочатку зростає не так швидко, як зростає теоретичний натиск, а потім починає зменшуватися, що викликає неприпустиме, відбувається замикання потоку повітря. Отже, важливим завдання є розширення зони економічної та сталої роботи ВРВ. При зміні стану мережі, що вимагає більшої чи меншої витрати повітряного потоку, характеристика вентилятора змінювалася б таким чином, щоб на новому режимі економічність вентилятора була якомога більшою, а межа замикання потоку повітря та межа максимальної витрати віддалялися якнайдалі від розрахункового режиму.

### Список використаних джерел

1. Пугачов П.В. Розрахунок та проектування лопатевих гідромашин. Розрахунок в'язкої течії в лопатевих гідромашинах з використанням пакета ANSYS CFX: навч. посібник/П.В. Пугачов, Д.Г. Свобода, А.А. Жарківський. – СПб.: Вид-во Політехн. ун-ту, 2016. -120 с.
2. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // La Recherche Aerospatiale. – 1994. – N 1. – P. 5–21.
3. ANSYS CFX-Solver Theory Guide. Release 15.0 November 2013 Published in the U.S.A. 2013-372 p.

## СИЛОВИЙ АНАЛІЗ ПОВІТРЯНОГО ПОТКУ В МІЖЛОПАТКОВОМУ КАНАЛІ РОБОЧОГО КОЛЕСА ВЕНТИЛЯТОРА

Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський О.П. аспірант

Державний біотехнологічний університет

*Розглянуто перебіг повітряного потоку в криволінійному міжлопатковому каналі вентилятора. Сили інерції та тиску що діють на повітряний потік в проточній частині пневматичної системи.*

На сьогоднішній день гостро стоїть проблема підвищення продуктивності та ефективності роботи пневматичних сівалок точного висіва для підвищення врожайності просапних культур. Для забезпечення високої точності висіву треба досягти стійкого дозування насіння та швидкості посіву, цього можна досягти за рахунок якісної роботи відцентрового радіального вентилятора (ВРВ). Для покращення якості роботи пневматичної системи сівалки слід більш ретельно підходити до проектування ВРВ [1]. Розглянемо перебіг повітряного потоку в криволінійному каналі використовуючи дві системи координат. Декартова система координат  $z, r$  в якій вісь  $z$  спрямована вздовж осі симетрії каналу (вісь обертання РК), вісь  $r$  спрямована вздовж радіуса РК, вісь  $u$  ортогональна осям  $z$  та  $r$  (рис. 1, а). Криволінійної системи координат  $sn$ , розташованої в радіальній площині (на площині  $uor$ ), де вісь  $n$  розташована у напрямку руху повітряного потоку та ортогональна до неї вісь  $s$ .

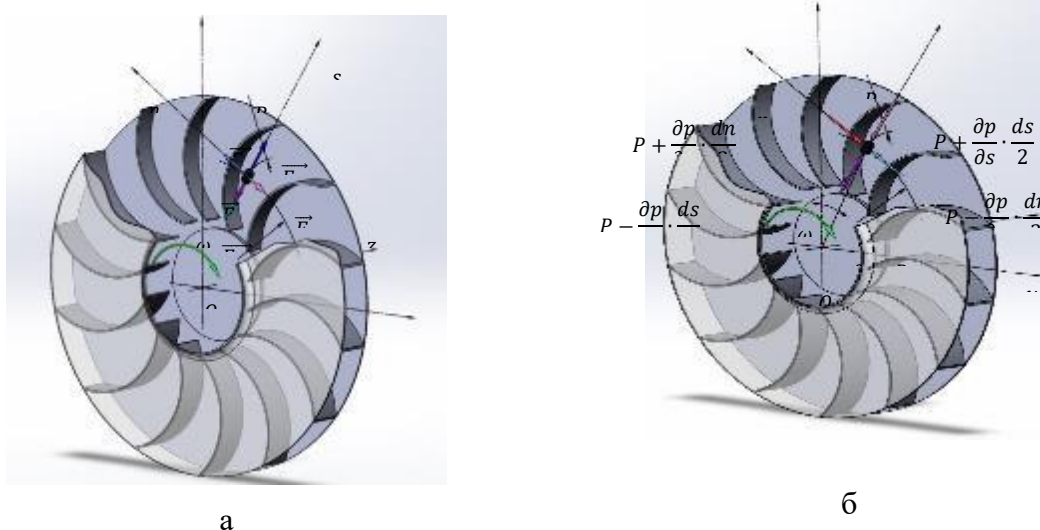


Рис. 1. а – схема впливу сил інерції на повітряний потік на виділений об'єм у міжлопатковому каналі; б – схема сил, що діють на виділений об'єм повітряного потоку виділеного об'єму в міжлопатковому каналі

Для встановлення закономірностей перебігу повітряного потоку розглянемо умову рівноваги частинки повітряного потоку при русі в круговій решітці, що обертається, схема течії повітряного потоку показана на рисунку 1, а [2]. У міжлопатковому каналі виділяємо елементарний об'єм повітряного потоку



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
масою:

$$dm = \rho dn ds db, \quad (1)$$

де  $\rho$  – щільність повітряного потоку, кг/м<sup>3</sup>;  
 $dn$  – розміри частинки у напрямку осі  $n$  ;  
 $ds$  – розміри частинки у напрямку осі  $s$  ;  
 $db$  – розміри частинки у напрямку осі  $z$ .

На виділений обсяг повітряного потоку діє чотири види сил інерції:

– сила інерції, пропорційна прискоренню чи уповільненню потоку у напрямку руху  $\vec{F}_{lf}$ ;

– відцентрова сила, пропорційна доцентровому прискоренню при русі в каналі по криволінійній траєкторії  $\vec{F}_{kk}$ ;

– відцентрова сила, пропорційна доцентровому прискоренню при обертанні з окружною швидкістю  $\vec{F}_c = dm \frac{U^2}{r}$ ;

– сила інерції, пропорційна коріолісовому прискоренню  $\vec{F}_k = dm 2\omega W$ .

На виділений об'єм повітряного потоку діють сили тиску –  $\vec{P}_{in}$  и  $\vec{P}_{out}$ , а також бічні сили вздовж осі  $s$  див. рис. 1, б [3]. Сума сил інерції, що діє на виділений об'єм, врівноважується сумарною силою тиску на її поверхнях з умови рівноваги частинок повітряного потоку під дією сил інерції та градієнтів тиску:

$$d\vec{P}_\partial = d\vec{F}_{kk} + d\vec{F}_k + d\vec{F}_c, \quad (2)$$

Швидкість перебігу повітряного потоку в міжлопатковому каналі, швидкість транзитного потоку, визначали при позитивному напрямку осі  $s$  від передньої до задньої поверхні лопаток, за умови рівноваги в цьому напрямку:

$$\frac{\partial P}{\partial s} ds dn db = \rho ds dn db \left[ \frac{W^2}{R} + \frac{U^2}{r} \cos \beta - 2\omega W \right]. \quad (3)$$

де  $\frac{\partial P}{\partial s} ds$  – різницю тиску на поверхні  $dn db$ .

Перетворюючи рівняння (1.03) градієнт тиску по осі  $s$  :

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial s} = \frac{W^2}{R} + \frac{U^2}{r} \cos \beta - 2\omega W, \quad (4)$$

Рівняння рівноваги у напрямку руху, у напрямку осі  $n$ :

$$\frac{\partial P}{\partial n} ds dn db = \rho ds dn db \left[ \omega^2 r \sin \beta - W \frac{dW}{dn} \right]. \quad (5)$$

де  $\frac{\partial P}{\partial n} dn$  – різницю тиску на поверхні  $ds db$ .

Рівняння руху виділеного об'єму повітряного потоку вздовж каналу РК, переписали з погляду руху від внутрішнього діаметра до зовнішнього вздовж осі  $n$ :

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial n} = \omega^2 r \sin \beta - W \frac{dW}{dn}, \quad (6)$$

де  $\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial n} = dh_p$  – питома робота стиснення повітряного потоку при переміщенні її до периферії на відстань  $dr$  ;

$\omega^2 r = dh_u$  – динамічний натиск від обертання РК;

$W \frac{\partial W}{\partial n} = dh_d$  – динамічний натиск у відносному русі [2].

Вирішуючи рівняння (3) та (4) визначили рівняння для відносної швидкості вздовж осі  $s$  :

$$\frac{\partial W}{\partial s} = 2\omega - \frac{W}{R}, \quad (7)$$

Аналізуючи отримані рівняння (4) і (5) можна зробити висновки про поведінку повітряного потоку під час руху вздовж проточної частини каналу.

Рівняння Бернуллі для відносного руху в інтегральному вигляді набуває вигляду:

$$\frac{P_2 - P_1}{\rho_{cp}} = \frac{W_1^2 - W_2^2}{2} + \frac{U_2^2 - U_1^2}{2} + h_\gamma, \quad (8)$$

Повний тиск у відносному русі:

$$P_v = P_{sv} + \rho_{cp} \frac{W^2}{2}. \quad (9)$$

Отже, для якісного проектування ВРВ та пневматичної системи сівалки важливе значення займає розуміння процесів, що відбуваються в міжлопатковому каналі вентилятора, як впливають сили інерції, відцентрові сили та сили тиску.

### Список використаних джерел

1. Anderson, J. D. Jr. (1995). Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. New York: McGraw-Hill.
2. Kornev N. Mathematical Modeling of Turbulent Flows. Rostock, 2013, 121 p.
3. S. L. Dixon, C. A. Hall, Fluid mechanics and thermodynamics of turbomachinery, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 30 Corporate Drive, Suite 400, Burlington, MA 01803, USA, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford, OX5 1GB, UK: Sixth edition, 2010.

УДК 631.362.3

## КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ СУМІШЕЙ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ

Мельник В.І. д.т.н., проф., Ільїн О.А. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено методи аналізу якості сумішей матеріалів з їх характеристикою та запропоновано спосіб для аналізу*

Відбувається поділ на дві групи методів, за допомогою яких проводиться кількісний аналіз зразків суміші сипучих матеріалів, склад яких визначають пропорції ключового інгредієнта.

*Першу групу методів складають гравіметричні методи, вони створені для*

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 невимушеного проведення аналізу кінцевого продукту без попереднього розчинення. Інші методи цієї групи (кондуктометричні, фотографічні, радіометричні та ін) застосовують в окремих випадках, тому що мають велику похибку.

*Друга група*, до неї відносять методи, в яких використовується попереднє розчинення змішаного продукту певної рідини. У цю групу входять потенціометричні, оптичні, гравіметричні, кондуктометричні, хімічні та інші методи аналізу вибірок.

Перша група методів застосовують досить рідко, так як вони використовуються для специфічних сумішей.

*Гравіметричні методи.* Суть гравіметричних методів полягає у поділі відібраної проби суміші на початкові компоненти та вимірювання їх за обсягом чи масою. У тому випадку, якщо гранули мають великі розміри (більше 2 мм) та їх відношення до одного з інгредієнтів можна визначити за зовнішніми параметрами (формою, кольором), тоді суміш поділяють вручну. Але поділ суміші вручну набагато складніший, якщо суміш складається з дрібнодисперсних інгредієнтів. Розділити суміш сипких матеріалів можливо використовуючи розсівання на ситах, магнітне поле, повітряні сепаратори. Просіювання на ситах використовують у тому випадку, якщо гранули основного інгредієнти складають фракцію та розрізняються за розмірами. При аналізі порції суміші невеликої маси даний спосіб розсівання практично не підходить. Інший спосіб поділу застосовується, якщо один з інгредієнтів суміші є магнітні властивості.

Ще один спосіб поділу суміші застосовується, коли один з інгредієнтів складається з гранул суттєво різняться масою від гранул інших інгредієнтів, у разі застосовують повітряні сепаратори, переважно годиться для зернистих матеріалів. Так ось суть гравіметричних методів полягає у розчиненні проби суміші у певній рідині, та в подальшому визначенні кількості компонента, що залишилися в розчині або в залишку. Дані методи трудомісткі, так як пробу необхідно розчинити, фільтрувати, висушити, зважити і не мають високої точності.

*Хімічні способи.* Найбільш поширений метод титрування, серед хімічні методи. Суть даного методу полягає в тому, що спеціальний реагент (титрант) суворо реагує з основним інгредієнтом суміші, який знаходиться в розчині, за рівнянням:



де  $A$  - ключовий компонент;  
 $B$  – реагент (титрант);  
 $C$  та  $D$  – продукти реакції.

У такому порядку проходить аналіз проби суміші методом титрування. Зі встановленої частини суміші, віднімають навішування, залежно від складу основного інгредієнта, його пропорції в суміші, похибки аналізу та і т.д. Далі відібрані навішування розчиняються в окремій ємності у певній кількості

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 розчинника. У тому випадку, якщо в суміші присутні інгредієнти які не розчинилися, то цей розчин необхідно фільтрувати. З ємностей відбирають певну кількість відфільтрованого розчину, перекладають у спеціальну ємність та проводять титрування. Потім в ємність потроху додають титрант або його розчин доки кількість компонентів А і В у суміші не стане рівним співвідношення з стехіометричним рівнянням формули. На даний момент, називається кінцевою точкою титрування, знаходиться за непрямыми ознаками, по зміні кольору введеного в розчин індикатора, висаджування осаду. З кількості застосованої кількості титранта на аналіз, розраховуються пропорції складу основного інгредієнта в суміші.

*Кондуктометричні методи.* Метод заснований на властивостях розчинів пропускати електричний струм і визначається розчинена у воді речовина (електроліт). Це пояснюється рівнем електропровідності, яка залежить від концентрації та призначення розчиненої речовини. У тій частині розчину, в якій знаходиться між електродами, вимірюється електропровідністю зворотнопропорційною опором  $R$ .

В результаті аналізу досліджень розроблено триприладовий спосіб.

Фотометр, він складається з наступних процесів, зразок проби встановлюють під вимірювальний блок, він складається з трьох фотометричних приладів, вони визначають оптичні щільності і далі перетворюють в електричні сигнали, які реєструються приладами. Дані сигнали характеризують однорідність суміші.

У той же час, розташування над одним пробовідбірником трьох фотометричних приладів викликають складності. Також, якщо вологість суміші становить понад 25 %, то для правильного визначення однорідності суміші необхідно обчислити оптичну площину по всій площі пробовідбірника. Тоді для оптимального використання потрібно обернути пробовідбірники при фотометрії. Він полягає в тому, що під прилад фотометрії встановлюють пробовідбірник і при цьому його обертаючи і далі реєструють електричні сигнали розсіювання та за значеннями різниці максимального та мінімального оцінюють однорідність суміші.

Запропоновано спосіб, що дозволяє визначити якість змішування сипких матеріалів, що різняться за кольором, безпосередньо в процесі виробництва після вивантаження із змішувача. Визначення якості змішування сипких матеріалів здійснюється порівнянням гістограм яскравості цифрового зображення поверхні фактичної досліджуваної суміші та «еталонного» зображення. Як критерій оцінки відмінності зображень використовується квазівідстань перетинів гістограм Свейна Балларда:

$$S = \left[ 1 - \left( \sum_{i=1}^n \min(x_i, y_i) / \sum_{i=1}^n x_i \right) \right] \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість рівнів яскравості;

$x_i, y_i$  – кількість пікселів  $i$ -го рівня яскравості для гістограм  $x, y$ .

Отримують чорно-біле цифрове зображення поверхні шару «еталонної» суміші та за допомогою програмного забезпечення (ПЗ) розраховують

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 гістограму та заносять її в базу даних (БД). За тих же умов (експозиція тощо) отримують чорно-біле цифрове зображення поверхні шару фактичної суміші в умовах виробництва та за допомогою того ж ПЗ проводять порівняння його гістограми з «еталонною» гістограмою з БД за рівнянням (3). ПЗ дозволяє розділяти фактичне зображення на будь-яке однакове число частин (осередків)  $k$  з урахуванням умов і вимог виробництва.

$$V_c = \frac{100}{S_{cp}} \sqrt{\sum_1^k (S_i - S_{cp})^2 / (k - 1)}, \quad (3)$$

де  $k$  – число частин (осередків);  $S_i$  - відмінність  $i$ -ої гістограми фактичного зображення частини (комірки) від «еталонної» гістограми критерієм квазі відстані перетинів гістограм Свейна-Балларда;

$$S_{cp} = \sum_{i=1}^n S_i / k \quad \text{– середнє арифметичне значення відмінностей.}$$

Отриманий результат із використанням коефіцієнта неоднорідності  $V_c$  дозволяє визначити якість змішування сипких матеріалів у процесі виробництва безпосередньо після розвантаження суміші.

### Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника ДукаТ-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
- теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.
8. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.
  9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаек Е.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О. Ковалишин С.Й. Идентифікація енерговитрат зерновых пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.
  10. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаек // Інженерія природокористування. — 2015. —№ 1 (3). — С. 123-127.
  11. Харченко С. О., Анікеев О. І., Циганенко М. О., Антощенко Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаек Е. А., Сорокотяга Г. В. Оцінка якості роботи борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 180 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2017. С. 274-282.
  12. Харченко С.О., Гаек Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин/ Харченко С.О., Гаек Е.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. –Харків:ХНТУСГ, 2013. – С.87-92.
  13. Мельник, В. І., Калюжний, О. Д., Рідний, Р. В., Колодяжний, І. О. (2019). Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив.
  14. Kornienko, S., Pascenco, V., Melnik, V., Kharchenko, S., & Khramov, N. (2016). Developing the method of constructing mathematical models of soil condition under the action of a wedge. Восточно-Европейский журнал передовых технологий, (5 (7)), 34-43.

## **ЗБИРАННЯ БІНАРНИХ ПОСІВІВ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ**

**Колісник О.С. магістрант, Пахучий А.М. к.т.н., доцент,  
Дьяконов С.О. к.т.н. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Бінарні посіви зернових культур, тобто сумісні посіви двох видів рослин, вимагають особливого підходу до збирання. Метод обчисування стає перспективним варіантом, оскільки дозволяє зберегти якість зерна та максимально знизити втрати навіть у складних агрономічних умовах.*

На сьогодні сільгоспвиробники в будь-якому аграрному регіоні прагнуть ощадливо використовувати посівні площі, при цьому зменшуючи витрати на засоби захисту рослин, мінеральні добрива та накопичувати органіку в ґрунті. Використання бінарних або багатокомпонентних посівів, які дають хороший результат при різних технологіях вирощування сільгоспкультур, є одним із способів досягти цього.

Бінарні посіви – технологія вирощування на одній площі одночасно двох і більше сільськогосподарських культур. Ґрунт при бінарних посівах краще укритий і затінений, не перегрівається в умовах жаркого літа, а це означає, що краще працюють корисні ґрунтові організми. Технологія сумісної культивування кількох культур сприяє підвищенню врожайності та більш ефективному використанню ресурсів.

Для збереження родючості ґрунту доцільно вирощувати змішані агроценози бобових і злакових культур, що утворює щільний ценоз, продуктивність якого стабільна за роками і може перевищувати врожайність компонентів у монокультурі. Найвищу продуктивність рослин у змішаних посівах можна отримати за відповідної площі листової поверхні, оптимального ходу її формування, на що впливає раціональне використання елементів мінерального живлення. Найсуттєвішим ценозо-об'єднуючим чинником виступають взаємовідносини та взаємодія між рослинами і умовами середовища і, насамперед їхні конкурентні зв'язки, які виникають у боротьбі за виживання при сумісному виростанні їх на обмеженій території й обмежених життєвих ресурсах.

Одним із найскладніших етапів обробітку зернових культур у змішаних посівах є збирання. Це пов'язано з тим, що одночасно необхідно зібрати культури з різними технологічними властивостями.

Зернобобові культури легко вимолочуються, їх зерна більші і сильніше схильні травмування, лущення. А зернова колосова культура потребує «жорсткіших» режимів обмолоту, зерно дрібніше і менш схильне травмуванню. Готовність до збирання бобово-злакових посівів визначають за рівнем зрілості бобових рослин, коли побуріє більше 90% бобів при вологості насіння в них 16...18%.

В даний час не випускаються зернозбиральні комбайни, які повною мірою могли б повністю забезпечити якісне збирання бінарних посівів. Одним із варіантів обмолоту таких культур може бути обчісування рослин на корені. На відміну від традиційної жнивarki принцип дії якої передбачає скошування (зрізання) рослин, обчісується тільки зернову частину рослин, не порушуючи цілісності стебел.

Обчісуючі жнивarki не є універсальними пристроями для збирання врожаю і підходять тільки для певних типів зернових культур. Зернові культури з колоссями обробляються такими жниварками з високою ефективністю та мінімальними втратами. Однак бобові культури і схожі на них обробляються з втратами, які можуть досягати до 10%, що робить їх збирання обчісувальними жниварками умовно допустимою. Просапні культури, такі як соняшник і кукурудза, взагалі не можуть бути прибрані за допомогою обчісуючих жниварок.

Принцип роботи обчісування рослин заснований на тому, що обмолот рослин здійснюється у відкритому просторі. Після обмолоту зерна, що відокремилися, (насіння) не вступають у контакт з стеблами, що залишилися, а переміщуються в закриту частину жнивarki в певному напрямку. Це дозволяє мінімізувати втрати зерна під час збирання. Якщо суцвіття рослин розташовані вздовж всього стебла (бобові культури) чи некомпактно, то відокремилися після обчісування зерна з нижньої частини стебла при польоті зіштовхуються зі стеблами верхніх ярусів і можуть значно відхилитися від заданого напрямку, що призведе до суттєвих втрат зерна.

Обчісуюча жнивarka має занадто малу відстань між зубцями гребінок барабана, у цьому випадку більше великі боби в порівнянні з колосовими культурами не можуть якісно обчісуватися. Гребінки при цьому під час контакту з бобами порушують їх цілісність і вільне зерно потрпляє на поверхню поля як втрати. У зв'язку з цим для збирання бінарних посівів зернових та бобових культур потрібно детально дослідити фізико-механічні властивості можливих бінарних посівів з урахуванням конструктивно-режимних параметрів обчісувальних жниварок.

### **Список використаних джерел**

1. Козаченко О.В., Дьяконов С.О., Гончаров В.В., Пахучий А.М. Дослідження режимних параметрів обчісуючого барабану жнивarki. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. 2019. Вип.199. С.388-396.
2. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, №1 (107), 2020. 64- 69
3. A. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Viktor Ryndiaiev, Sergey Dyakonov, Mykola Stashkiv. Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1(112)). 2021. – p. 61–75.



## СПІЛЬНИЙ ПОСІВ КАРТОПЛІ ТА КВАСОЛІ

Станіславенко А.В., аспірант

Державний біотехнологічний університет

*Вирощування спільних культур — це сільськогосподарська практика, яка об'єднує кілька культур на одній ділянці, щоб раціонально використовувати простір, покращити здоров'я ґрунту та природним чином контролювати шкідників. Картопля та квасоля є популярним вибором для спільної посадки через їх взаємодоповнюючі принципи вирощування та взаємну вигоду. Ця стаття проведе вас через методологію спільного посіву картоплі та квасолі, охоплюючи міжряддя, обладнання, техніку посадки, переваги, проблеми та методи збору врожаю для цього підходу спільного посіву.*

Технічні умови посіву.

Під час спільного посіву картоплі та квасолі збереження оптимальної конфігурації має вирішальне значення для досягнення переваг спільного посіву, одночасно зменшуючи конкуренцію за ресурси. Картопля та квасоля мають різні моделі росту та вимоги, тому дуже важливо ретельно спланувати відстань, глибину та густоту посадки.

Рядки картоплі: садіть рядки картоплі на відстані 70-80 см. один від одного. Відстань між лунками має бути приблизно 30 см. Ця відстань забезпечує достатньо простору для розвитку бульб картоплі під землею та дає достатньо місця для росту рослин квасолі без занадто тісної конкуренції за воду та поживні речовини. Відстань також забезпечує достатньо сонячного світла для кожної рослини картоплі.

Ряди квасолі: квасолі потрібно сіяти між рядами картоплі, залишаючи проміжок між картоплею та квасолею 35-40 см. та висаджувати квасолі на відстані 10-13 см. одна від одної. Посадка квасолі між рядами картоплі максимізує простір і гарантує, що кожен тип рослин матиме достатній простір для вирощування.

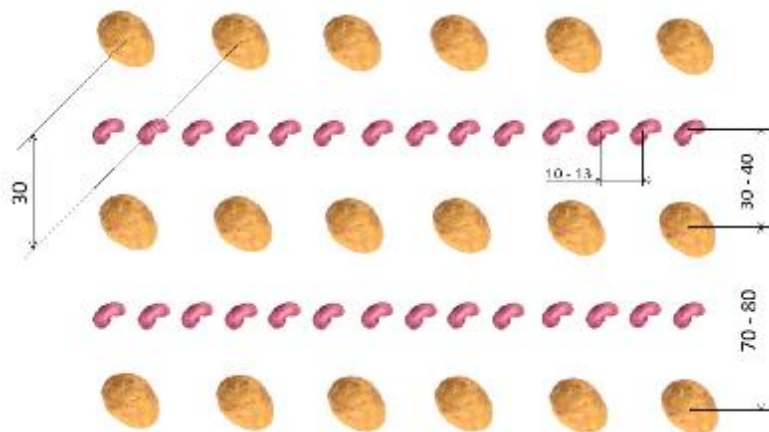


Рис. 1. Схема спільного посіву картоплі та квасолі

Кожна культура має різні вимоги до глибини через структуру коренів і особливості росту. Дотримання належної глибини та розміщення гарантує, що кожна рослина зможе добре прижитися та мати доступ до необхідних поживних речовин. Посадка картоплі має бути на глибину 10-15 см. Така глибина дозволяє картоплі міцно закріпитися в ґрунті та забезпечує простір для розвитку бульб. Оптимальна глибина посадки бобів має бути приблизно 2-5 см. Бобам потрібна менша глибина, оскільки вони не розвивають підземних бульб. Неглибока посадка також дозволяє бобам швидко прорости і почати фіксувати азот у ґрунті на ранніх стадіях росту [1].

Плюси спільного посіву.

– Здоров'я ґрунту: боби є азотфіксаторами, збагачуючи ґрунт азотом, що корисно для рослин картоплі, які потребують високого рівня азоту [2].

– Боротьба зі шкідниками: квасоля допомагає відлякувати деяких шкідників, які атакують картоплю, наприклад попелицю та колорадського жука [2]. Аромат і природні сполуки, які виробляє квасоля, можуть зробити територію менш привабливою для цих шкідників.

– Здоровіші рослини: здоровіші рослини, як правило, більш продуктивні, оскільки природний азот із квасолі та затінена земля з картоплі створюють середовище, яке мінімізує стрес для кожної культури.

Мінуси спільного посіву.

– Поширення хвороби: і квасоля, і картопля можуть бути чутливі до фітофторозу, грибкового захворювання, яке швидко поширюється у вологих умовах. Після появи фітофтороз може переходити від рослини до рослини, особливо при щільному розміщенні рослин [2].

– Комплексне збирання: Оскільки квасоля та картопля дозрівають у різний час, збирання може бути трудомістким.

– Боби для розвитку вимагають великої кількості корисних речовин і в боротьбі за них виявляються сильнішими картоплі, що позначається і на розмірі, і на смакових якостях бульб [2].

Етапи посадки картоплі та квасолі.

Ранньою весною спочатку слід садити картоплю, коли температура ґрунту сягне приблизно 7-10°C. Для великих ділянок ідеально підійде картоплесаджалка Grimme GL 32E або Standen T2. Ці машини автоматизують посадку, закладаючи бульби на правильну глибину та відстань. Зачекайте приблизно 2-3 тижні після посадки картоплі, перш ніж висаджувати квасолю. Це дозволяє рослинам картоплі прижитися, не будучи затіненими рослинами квасолі під час росту. Використовуючи сівалки Monosem NG Plus 4 або MaterMass MSO можна висівати квасолю, дотримуючись зазначеної глибини посадки та відстань міжряддя. Важлива регулярна прополка, особливо на початкових стадіях, коли обидві культури приживаються.

Етапи збору врожаю.

Збір врожаю здійснюється поетапно, враховуючи різні строки дозрівання бобів і картоплі. Боби, зазвичай, досягають стиглості раніше — приблизно через 90-100 днів після посадки. Їх слід починати збирати, коли бадилля картоплі почне жовкнути та підсихати, що є ознакою майже повного дозрівання бульб. Це

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дозволить уникнути перешкод у дозріванні картоплі та забезпечить оптимальні умови для збору врожаю кожної культури в потрібний час. Для збору бобів можна використовувати зернозбиральний комбайн, такий як Охво ВН100. Картопля готова до збирання приблизно через 100-120 днів після посадки, залежно від сорту. Для сортів основного сезону зачекайте, поки листя повністю відмирає, щоб отримати максимальний урожай. Для збирання врожаю картоплі можна використовувати картоплезбиральний комбайн, наприклад Grimme SE 75/85-55 або компактний картоплезбиральний комбайн Spedo.

Як висновок, можна сказати, що спільна посадка картоплі та квасолі може бути продуктивним і ефективним підходом у садівництві за умови правильного розподілу, догляду та часу. Хоча цей метод пов'язаний із певними труднощами, він може призвести до оздоровлення ґрунту, покращення боротьби зі шкідниками та підвищення врожайності.

### Список використаних джерел

1. <https://fryd.app/en/magazine/mixed-cultivation-with-potatoes-what-goes-well-with-potatoes>
2. <https://mebel-project.zt.ua/po%D1%94dnane-viroshhuvannya-kartopli-i-kvasoli-z-chim-mozhna-saditi-kvasolyu-na-odnij-gryadczi>

УДК 631.358:633

## АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ

Волошин А.С. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано технології збирання зернових культур методом обчисування, які мають значний потенціал для підвищення ефективності агропромисловості. Вони дозволяють скоротити витрати, зберегти природні ресурси та забезпечити сталість аграрного виробництва.*

Збирання врожаю зернових культур, яке завершує процес їх вирощування, є однією з найбільш ресурсозатратних операцій сучасних агротехнологій. На цей етап припадає 31–50% енергетичних витрат і 45–60% трудових затрат від загального обсягу виробничих витрат. Для забезпечення якісного збору зерна у встановлені строки та з мінімальними втратами необхідно впроваджувати сучасні технології збирання та використовувати відповідне технічне обладнання.

Характерною особливістю збирання зернових колосових і зернобобових культур є обмежений оптимальний період виконання робіт, який становить 7–10 діб після досягнення повної стиглості зерна. Своєчасність збору врожаю у встановлені строки є критично важливою, адже затримка неминуче призводить до суттєвих втрат.

Найбільш поширеною є традиційна технологія збирання це процес, при якому вся вирощена маса зрізається, обмолочується комбайном, зерно

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 збирається, солома подрібнюється та рівномірно розподіляється по полю. Однак цей метод є одним із найенергоємніших через значне навантаження на комбайн.

Перевагою цієї технології є те, що вона реалізується в одному технічному засобі – комбайні. Подрібнена соломиста маса залишається для подальшого її загортання в ґрунт ґрунтообробними знаряддями. Інші ж комбайнові технології збирання зернових з урахуванням усіх операцій, що виконуються при збиранні соломи більш енергоємні.

Одним із напрямків удосконалення технологій збирання культур є впровадження технології обчисування. Останніми роками активно ведуться роботи зі створення обчисувальних жаток, які встановлюються на комбайни для реалізації цієї технології як в Україні так і за кордоном.

Налагоджено серійне виробництво однобарабаних обчисувальних жаток англійською компанією Shelbourne, які широко використовуються у США та Канаді. У цих країнах популярні двопільні сівозміни, а кліматичні умови сприяють вирощуванню рівномірного хлібостою зернових культур, що стало основою для впровадження обчисувальних жаток, адаптованих до збирання однотипних культур. Це дозволяє виконувати весь обсяг робіт зі збирання з високою ефективністю.

В Україні ТОВ "Укр.Агро-сервіс" є одним із провідних виробників сільськогосподарської техніки в Україні, включаючи обчисувальні жниварки двобарабанного типу. Її діяльність зосереджена на створенні сучасних, ефективних і адаптованих до українських кліматичних умов рішень для аграрного сектора. Необхідність створення адаптивної трансформованої обчисувальної жатки обумовлена різноманітністю природно-кліматичних умов у зонах вирощування зернових культур в Україні, а також широким асортиментом зернових культур, які значно відрізняються за геометричними параметрами та фізико-механічними характеристиками.

Аналіз попередніх досліджень показав, що питання обґрунтування параметрів і режимів роботи обчисувальних пристроїв, а також розробка рекомендацій щодо їх раціонального використання за різних характеристик хлібостою і кліматичних умов отримали недостатню увагу.

Основними перевагами збирання рослин на корені медом обчисування є:

- мінімізація втрат зерна - обчисування дозволяє забирати зерно без надмірного впливу на колос, що скорочує втрати навіть за умов нерівномірного хлібостою;

- покращення стану ґрунтів коли пожнивні залишки рівномірно розподіляються по полю, що сприяє збереженню вологи та структури ґрунту. Підвищується кількість органічної маси для наступних циклів випрошування сільськогосподарських культур.

- адаптація процесу збирання до різних культур. Жниварки можуть бути використані для різних зернових культур, таких як пшениця, ячмінь, овес, льон олійний, сорго та інші.

- економічна ефективність процесу збирання методом обчисування. Зменшення витрат на збирання зернових завдяки меншому споживанню пального. Зниження навантаження на комбайн за рахунок збирання лише

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зернової частини, а не всієї маси рослини.

Використання обчісувальних жниварок в Україні має великий потенціал, особливо на тлі збільшення попиту на ресурсозберігаючі та екологічно дружні технології. За підтримки держави та активного впровадження локального виробництва таких жниварок можна очікувати їхнє поширення серед більшості агропідприємств.

### **Список використаних джерел**

1. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчісуючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.
2. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. с.64-69.
3. Сисолін П.В., Коваль С.М., Іваненко І.М. Машини для збирання зернових культур методом обчісування колосків КОД». 2010. ISBN 978-966-1508-34-6

**УДК 631.358**

## **ВПЛИВ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ОБЧІСУЮЧОГО ПРИБОРУ НА ЯКІСТЬ ЗБИРАННЯ**

**Колісник О.С. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Забезпечення оптимальних режимних параметрів при збиранні сільськогосподарських культур методом обчісування дозволяє накопичити ґрунтову вологу на полях, підвищити продуктивність збирального процесу, зменшити залежність від погодних умов, підвищити якість збирання.*

Істотною різницею між технологією збирання комбайнами «класичного» компоновання та технологією збирання методом обчісування є те, що при обчісуванні стерня залишається на полі та вирішує питання вологозбереження. В південних областях України де навесні відчувається дефіцит вологи, цей спосіб особливо актуальний. Поля де використовувався метод обчісування рослин на корені можуть успішно оброблятися дискуванням (подвійним проходом агрегатів), або при необхідності засіватися наступними культурами із застосуванням сівалок прямого посіву без попередньої обробки ґрунту. У цьому випадку стеблестої захищає ґрунт від розігріву сонячними променями та випаровування вологи.

Пожнивні залишки формують ґрунтозахисне покриття. Воно протистоїть ерозії ґрунту, що зберігає вологу, перешкоджають розвитку бур'янів. Мульча з поживних залишків створює різницю температур – повітря та верхнього шару ґрунту, що зумовлює появу конденсату на поверхні поля (так званий «сухий

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 полив»), при цьому виконує роль температурного стабілізатора і дозволяє повітря легко циркулювати у системі «грунт – атмосферне повітря».

Збирання зернових культур методом обчисування рослин є комплексною технологією збирання і обробки врожаю з підготовкою ґрунту. Така технологія передбачає виконання лише чотирьох основних агротехнічних операцій: внесення гербіцидів (гліфосатів) перед посівом (з осені чи навесні); посів насіння спеціальною сівалкою для прямого посіву, не руйнуючи поверхні поля; внесення гербіцидів з вегетації та збирання. Ще одна перевага збирання обчисуванням рослин – підвищення продуктивності та зниження залежно від погодних умов, принципова можливість літнього або осіннього обробітку ґрунту за рахунок скорочення термінів збирання.

Процес збирання рослин на корені методом обчисування та удосконаленням режимів роботи пристроїв барабанного типу вивчалися багатьма вченими які досліджували процеси, що відбуваються при обчисуванні зернових культур, рису, люпину, сорго. Аналіз виконаних досліджень та винаходів вказує на відсутність режимних параметрів які здатні якісно виконувати технологічний процес збирання зернової частини врожаю з високою ярусністю, пониклістю, полеглістю та різною за висотою стеблової частини.

Виконаний аналіз досліджень в напрямку адаптації режимних параметрів жниварок обчисуючого типу вказує на доцільність проведення подальшої роботи з обґрунтування параметрів процесу, що забезпечить підвищення показників якості. В обчисуючих пристроях не достатньо обґрунтовано геометричну форму гребінки жниварки обчисуючого типу виходячи з умови забезпечення подачі стеблової маси до обчисуючого барабану та режими його роботи при збирання зернових культур.

Метою дослідження є визначення перспективних напрямків підвищення ефективності технологічного процесу збирання жнивваркою обчисуючого типу її режимних параметрів, що враховує технологічні параметри роботи комбайна і фізико-механічні властивості сільськогосподарських культур що збираються. Одним з можливих варіантів зниження енергоємності процесу роботи обчисуючих робочих органів є дослідження режимних параметрів обчисуючого барабану та бітер-відбивача.

Основні втрати в обчисуючих жнивварка це втрати вільним зерном, що подаються за ходом рух під нижній обріз бітер-відбивача. При цьому регулювання положення нижньої кромки передньої стінки не усувають даних втрат, оскільки при опусканні її нижче за осі барабана погіршуються умови обчисування рослин і відповідно підвищувалися втрати неочесаним колосом.

Тому при обґрунтуванні обчисуючого пристрою необхідно розробити спосіб усунення втрат зерна викидом уперед. Для цього було запропоновано кілька конструктивних рішень, спрямованих на посилення та використання автономного повітряного потоку, що створюється при обертанні обчисуючого барабану та бітер-відбивача.

Проведеними дослідженнями встановлено режимні параметри обчисуючого барабану та бітер-відбивача на утворення повітряного потоку та максимальну швидкість руху повітря. Лабораторні дослідження пристрою для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 обчислювання показали, що при оптимальних його параметрах загальні втрати зерна знижуються до 0,85...1,0%.

### **Список використаних джерел**

1. Козаченко О.В., Дьяконов С.О., Гончаров В.В., Пахучий А.М. Дослідження режимних параметрів обчисуючого барабану жнивarki. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ. 2019. Вип.199. С.388-396.
2. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчисуючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.
3. Pakhuchyi A Experimental Substantiation of the Rational Parameters for a Reaping Machine of the Comb Type for Harvesting Oil Flax Seeds Kozachenko O., Pakhuchyi A., Shkregal O., Sorokin S, Dyakonov S., Gusarenko N, Kadenko V. // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. Vol 5, № 1 (107), 2020. С. 64 – 69.

**УДК. 631.31**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЗМЕНШЕННЯ ВПЛИВУ КОЛІСНИХ РУШІЙ ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ ТРАКТОРІВ НА ҐРУНТ**

**Усіченко Д.В. магістрант, Артьомов М.П. д.т.н., професор**

*Розглянуто вплив рушіїв машинно-тракторних агрегатів на ущільнення ґрунту, а також можливості для зниження шкідливого впливу ущільнення на родючість*

Встановлено, що при вирощуванні сільськогосподарських культур близько 30 технологічних операцій виконуються мобільними агрегатами в полі. Площа їх слідів становить 100–200 % від площі поля. Колеса і гусениці машин деформують ґрунт ущільнюючи і розпилюючи його та утворюючи сліди. Наслідком цього є зниження урожайності сільськогосподарських культур, погіршення структури ґрунту, збільшення затрат енергії і палива на обробіток ущільненого ґрунту.

Аналіз різних способів обробітку ґрунту показує, що на сьогодні це самий трудомісткий процес. Фізико-механічними властивостями ґрунту є його структурний стан, щільність, твердість, пористість (загальна, міжагрегатна і окремих агрегатів). Від цих властивостей залежить водо- і повітропроникність, волого- і повітроємність. Вони визначають потенціальну і ефективну родючість ґрунту. В результаті маємо середнє зниження урожайності сільськогосподарських культур на 15–25 % та після роботи трактора МТЗ-80 на 1га поля утворюється 14–15 т пилу. Збільшення питомого опору ґрунту, витрат енергії на його обробіток і витрати палива досягають 18%. Особливе місце серед способів зниження шкідливої дії ходових систем на ґрунт займає поліпшення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 показників взаємодії коліс і гусениць із ґрунтом оскільки це впливає ще й на тягово-зчіпні властивості тракторів[1].

Останнім часом у зв'язку із збільшенням маси тракторів і підвищенням рівня шкідливої дії їх ходових систем на ґрунт, ставиться під сумнів перспективність цих машин. Розвиток технічного забезпечення сільського господарства базується на застосуванні широкозахватних агрегатів. Збільшення ширини захвату причіпних машин призводить до збільшення їх конструктивних мас. Збільшення конструктивних мас сучасних МТА в свою чергу викликає збільшення питомого тиску на опорну поверхню, що в свою чергу призводить до ущільнення ґрунту та його руйнування при перевищенні певного критичного значення.

Зниженню рівня шкідливої дії ходових систем МТА на ґрунт і підвищення ефективності використання його родючості, а також генетичного потенціалу рослин сприяє застосуванню інтенсивних технологій вирощування різних культур.

Площа контакту - це частина колеса або шини, що контактує з ґрунтом, і є важливим фактором для визначення параметрів впливу з боку сільськогосподарського агрегату на оброблюваний ґрунт. «Статична площа контакту» - це зона контакту між шиною та жорсткою або деформованою поверхнею, коли шина завантажена статично, без руху вперед. Площа контакту шини обчислюється шляхом ділення навантаження на одне колесо на тиск накачування шини. „Контактний тиск” на межі ґрунт-шина – це навантаження на вісь розділене на площу поверхні контакту між ґрунтом та машиною і є хорошим показником потенційного ущільнення сільськогосподарських ґрунтів.

Як свідчать експериментальні випробування швидкість агрегату носить коливальний характер і відповідно зміну сил опору на величину  $\Delta P_{оп}$ , яку можна представити залежністю

$$\Delta P_{оп}(t) = \Delta P_{оп} \sin \mu t, \quad (1)$$

де  $\mu$  – частота зміни сили опору.

Коливання сили опору  $\Delta P_c$  відбувається в широких межах і може досягати  $(2...3)P_{оп}$  [2]. Спираючись на раціональну формулу землеробської механіки для розрахунку опору плуга можливо визначити величину  $\Delta P_{оп}$ .

При розрахунках величини впливу від колісного рушія на ґрунт основною трудностю є складна геометрична форма колеса. У загальному випадку опорна поверхня пневматичних коліс, що мають відповідний протектор, складається з виступів і западин різних конфігурацій. При цьому лінія перетину в радіальній площині, що проходить через вісь обертання колеса, і зовнішню поверхню протектора ненавантаженої зовнішніми силами шини має кінцевий радіус.

Для спрощення застосування математичного апарату навантаження від колісних рушіїв на ґрунт можна представити як періодичні (гармонійні) [4], що виникають при русі на вирівняних полях. У початковий момент руху мобільної машини виникають ударні навантаження від колеса на ґрунт, що виникають внаслідок падіння колеса з деякої висоти нерівності, при цьому в початковий



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 момент часу ( $t = 0$ ) механічні напруження стрибком зростають від нуля до максимуму  $\sigma_m$ , а потім змінюється за рівняннями

$$\sigma = \sigma_m \cdot \left(1 - \frac{t}{\theta}\right), \quad \text{при } 0 \leq t \leq \theta;$$

$$\sigma = 0, \quad \text{при } 0 \geq t, t \geq \theta, \quad (2)$$

де  $\sigma_m$  – максимальне напруження в зоні контакту рушія з ґрунтом, Па;  
 $\theta$  – напівперіод коливань, с<sup>-1</sup>.

Вирішуючи рівняння (2), отримаємо зміну відносної деформації ґрунту від діючих ударних (динамічних) навантажень рушіїв.

Залежно від місця та способу застосування тиску, ущільнення може бути горизонтальним та вертикальним, поверхневим та глибоким, безперервним та локальним, розроблено схему збереження родючості ґрунту рис.1.

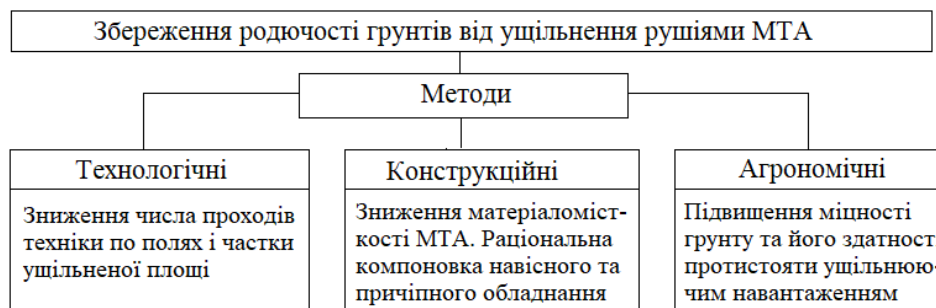


Рис. 1. Методи та способи зменшення ущільнення ґрунту рушіями МТА

Зазвичай відрізняється поверхнєве ущільнення, яке виникає через вплив коліс відносно технології на поверхню ґрунту. Його можна віднести до ущільнювача бічних стінок і дно насінневого руслу, які трапляються при посіві в занадто вологому, надмірно пластичному ґрунті [4].

Крім того, у верхньому горизонті ґрунту є ущільнення, спричинене впливом робочих органів механізмів обробітку ґрунту. Поєднання прогресивного горизонтального руху та вертикального навантаження (ваги) знаряддя та механізмів призводить до «стискання» ґрунту на межі обробленого та необробленого ґрунту. При цьому виникає так звана "плужна підощва". Ущільнення утворює не тільки плуг - диски та культиватори, також створюють "ущільнену" підощву. Наявність плужної підощви посилює подальше ущільнення верхнього шару ґрунту, оскільки ґрунт «подрібнюється» між колесами та твердою основою пухкої підощви[4].

Таким чином, результати досліджень показали, що ступінь ущільнюючого впливу ходових систем на ґрунт можна оцінити за допомогою величини щільності верхнього горизонту, природи розподілу стиснення ґрунту по глибині та висотою ущільнюваного шару. У той же час, збільшення кількості осей у сільськогосподарських машинах призвела до зниження рівня стискання верхнього шару ґрунту. Однак, вибираючи техніку та кількість осей на ній, тип

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
грунту слід враховувати за ступенем зміцнення.

### Список літератури:

1. Електронний ресурс: <https://app.agro-online.com/70583/details/>
2. Надикто В.Т. Перспективи впровадження колійної системи землеробства на Україні / Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ.: НУБіП 2006. № 92. С. 38 – 43.
3. Курской В.С. Вплив ходових систем на ущільнення ґрунту / В.С.Курской, С.М.Замойський, Ю.М.Білик, В.О.Герасименко, Перникова А.В. // Вісник СНАУ, Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 1 (47), 2022. С.16 – 19.
4. M. Artiomov, D.Klets, V.Boldovskyi, A.Makovetskyi, K.Kostyk The influence of the driving speed and vertical acceleration of the mobile machine on the change of soil packing / International Journal of Engineering & Technology, 7 (4.3) (2018) P.179-184

УДК. 631.31

## ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТІЙКОСТІ РУХУ АГРЕГАТІВ

Целогородцев А.В., магістрант, Артьомов М.П., д.т.н., професор

*У статті розглянуто методи контролю стійкості руху машинно-тракторних агрегатів. Метод парціальних прискорень на основі багатокординатних датчиків, який розроблено останнім часом, є менш енергозатратним.*

Вивченню проблеми стійкості руху мобільних машин, як механічних систем присвячено велика кількість досліджень [1,2,3]. Машинно-тракторний агрегат (МТА) може мати властивість стійкого руху при виконанні технологічних операцій, або не мати. Чітке визначення стійкості руху механічної системи було визначено вченими, що розглядали машинні агрегати як механічні системи.

Визначальний вклад в теорію та практику вивчення стійкості руху внесли П.М. Василенко, Л.В. Погорілий, В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.Г. Євтенко, В.І. Кравчук, А.Т. Лебедев, В.Ф. Пащенко, В.Т. Надикто, М.П. Артьомов, R. Williford, J. Tullberg, та ін. вчені. Розроблені ними теоретичні залежності в тій чи іншій мірі описували рух агрегатів та вирішували окремі завдання.

У цих працях розглянуто стійкість різних машин і агрегатів із застосуванням рівнянь Лагранжа другого порядку [2],

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i, \quad (1)$$

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 де  $T, P$  - кінетична і потенціальна енергетичні моделі;  $q_i, \dot{q}_i$  - узагальнені координати і швидкість переміщення центру мас;  $Q_i$  - узагальнені сили.

При недостатній стійкості руху машинно-тракторного агрегату часом просто неможливо досягти високих техніко-економічних показників, а головним чином складно забезпечити агротехнічні показники застосування МТА, що ускладнює його використання або робить економічно недоцільним

Згідно викладених в дослідженнях положень, рух механічної системи називають стійким, якщо він мало сприйнятливий до зовнішніх, обмежених за значиною збурень. У зв'язку з цим проведення теоретичних та експериментальних досліджень руху трактора у складі машинно-тракторного агрегату, вибору найбільш раціональних конструктивних параметрів та інших елементів, здатних підвищити стійкість руху МТА, є актуальним завданням.

Враховуючи те, що за останні роки отримали розвиток вимірювальні системи на основі багатокоординатних датчиків інерції або акселерометрів, які дозволяють значно покращити і прискорити проведення динамічних випробувань мобільних машин, виникла ідея визначення активних і реактивних сил, що діють на мобільну машину, через прискорення. У цьому випадку відбувається заміна змішаної векторної суми сил в рівняннях динаміки на векторну суму прискорень. МТА, рухаючись по полю здійснюють рух у трьох площинах і керуванням може бути тільки плоскопаралельний рух з необхідною траєкторією і необхідними кінематичними характеристиками за рахунок управління кінематичними і динамічними параметрами коліс.

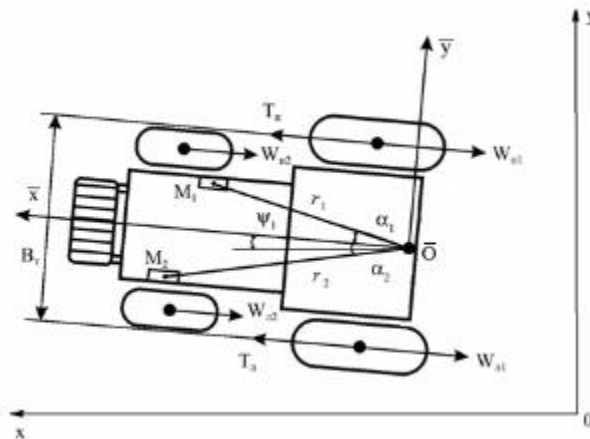


Рисунок 1. Розрахункова модель із розташуванням датчиків у контрольних точках  $M_1$  і  $M_2$  на тракторі

В роботі [4] запропонована система нелінійних диференціальних рівнянь, яка моделює плоскопаралельний рух МТА, як динамічної системи. Основними параметрами для контролю стійкості руху цієї динамічної системи обираємо:  $\psi_1$  - курсовий кут трактора по відношенню до осі  $Ox$  і  $\psi_2$  - кут відхилення прямої яка проходить через центр мас знаряддя і навіску в точці кріплення до трактору від дії зовнішніх навантажень і зміни прискорення.

Суть методу парціальних прискорень полягає в наступному. Припустимо,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
 що відомі прискорення в двох контрольних точках  $M_1$  і  $M_2$  трактора, де розташовані датчики, як функція часу на деякому інтервалі  $(0, t)$ . Такі данні можуть бути отримані за допомогою датчиків на основі акселерометрів. Координати точок  $M_1$  і  $M_2$  відомі по відношенню до системи координат, яка жорстко пов'язана з машинно-тракторним агрегатом. Наступним кроком є визначення залежностей, які дозволять провести розрахунки цього параметру за результатами вимірювання компонент прискорень  $\Delta a_x$  та  $\Delta a_y$ .

Введемо позначення для компонент прискорень в цих точках  $M_1 - a_{x1}, a_{y1}$ ,  $M_2 - a_{x2}, a_{y2}$ . Компоненти прискорень вимірюються відносно нерухомої системи координат, в якій аналізується стійкість руху МТА.

На основі загальних теорем кінематики плоскопаралельного руху абсолютно твердого тіла, отримуємо наступні залежності курсового кута  $\psi_1$  трактора, з визначених компонент прискорень в точках  $M_1$  і  $M_2$ .

$$\Delta a_x = \ddot{\psi}_1 [r_2 \sin(\psi_1 - \alpha_2) - r_1 \sin(\psi_1 + \alpha_1)] + \dot{\psi}_1^2 [r_2 \cos(\psi_1 - \alpha_2) - r_1 \cos(\psi_1 + \alpha_1)] \quad (2)$$

$$\Delta a_y = \ddot{\psi}_1 [r_1 \cos(\psi_1 + \alpha_1) - r_2 \cos(\psi_1 + \alpha_2)] + \dot{\psi}_1 [r_2 \sin(\psi_1 - \alpha_2) - r_1 \sin(\psi_1 + \alpha_1)],$$

де величини  $\alpha_1, \alpha_2, r_1, r_2$  відображають координати датчиків прискорень,  $\Delta a_x = a_{x1} - a_{x2}$ ,  $\Delta a_y = a_{y1} - a_{y2}$ . Після ряду перетворень рівняння (2) отримуємо диференціальне рівняння з якого визначимо курсовий кут трактора

$$\ddot{\psi}_1 = \sqrt{\frac{\Delta a_x^2 + \Delta a_y^2}{\Delta}} \sin(\psi_1 - \varphi), \quad (3)$$

де  $\Delta = \Delta_1^2 + \Delta_2^2$ ,  $\Delta_1 = r_2 \cos \alpha_2 - r_1 \cos \alpha_1$ ,  $\Delta_2 = r_2 \sin \alpha_2 + r_1 \sin \alpha_1$ ,

$$\varphi = \arctg \left( \frac{\Delta_1 \Delta a_x + \Delta_2 \Delta a_y}{\Delta_1 \Delta a_y - \Delta_2 \Delta a_x} \right).$$

Скориставшись введеними позначеннями, складемо систему нелінійних диференційних рівнянь другого порядку, які допоможуть визначити динаміку МТА. При використанні стандартних чисельних методів отримуємо її розв'язок. Такий підхід дає можливість в процесі руху МТА контролювати зміни  $\psi(t)$  від заданого напрямку та оцінювати стійкість руху агрегату.

Разом з курсовим кутом трактора, іншим важливим параметром за допомогою якого можливо контролювати стійкість руху МТА є кут відхилення  $\psi_2$  ґрунтообробного знаряддя. За результатами випробувань доведено, що запропонований підхід для дослідження стійкості руху МТА, представленого у вигляді двохмасової динамічної системи, яка моделює рух МТА, експериментальну методику дозволяє використовувати для визначення кутів відхилення агрегату в процесі його роботи, із забезпеченням необхідних параметрів руху.

**Висновок.** Відповідно до розрахунків стійкість руху ґрунтообробного знаряддя покращиться у випадку, якщо зменшити жорсткість з'єднувального

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вузла, або збільшити відстань від точки приєднання до центру мас знаряддя.

### **Список літератури.**

1. А.І.Бойко, Л.А.Савченко Перспективи підвищення стійкості руху машинно-тракторних агрегатів / Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин Вип.41 ч.1. Кропив-кий. ЦНТУ 2011. С.206 – 207.
2. В.М. Булгаков, В.В. Адамчук, В.Т. Надикто, Є.І. Ігнат'єв Теоретичне дослідження стійкості руху асиметричного гичкозбирального машинно-тракторного агрегату // Вісн. аграрної науки 2021, №10 (823). С.58 – 67.
3. Артьомов М.П. Методологія оцінки функціональної стабільності машинно-тракторного агрегату за критерієм стійкості руху // Вісник НТУ «ХП». 2013. № 29 (1002) С.58 – 64.
4. Артьомов М.П. Динамічна стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів. дис.доктора.техн.наук: 05.05.11 машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва/ Артьомов Микола Прокопович. – Харків, 2014. – 430 с.

### **УДК 631.31**

## **ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ З ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ЕНЕРГОНАСИЧЕНИХ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ**

**Целогородцев А.В. магістрант, Артьомов М.П. д.т.н., професор**

*Метою дослідження є експериментальне визначення впливу швидкості руху на стійкість при холостому ході в розворотній полосі мобільного комбінованого агрегату на базі енергонасиченого трактора.*

У світовій практиці в даний час розширення парку енергонасичених тракторів інтегральної схеми з усіма ведучими та керованими колесами, які здатні виконувати операції як частину широко комбінованих агрегатів машинних тракторів (МТА) з передньою і задньою навісками машин. Однак указані агрегати мають низьку стійкість руху, тому одним із пріоритетних завдань є підвищення стійкості руху МТА, в тому числі при криволінійному русі[1].

Експериментальні дослідження комбінованої навісної одиниці проводилися під час роботи на розворотній смузі різними способами (1 - передні колеса зміною кута повороту коліс у різних напрямках відносно остова трактора при вході в поворот на ділянці усталеного руху).

Було виявлено, що реалізація обертання в комбінованому методі сприяє рівномірному завантаженню мостів трактора, зменшення їх вертикальних прискорень на 31 - 65% та прискорення поступального руху МТА на 38-63% порівняно з традиційними методами. Результати вимірювання абсциси  $X$  та ординати  $Y$  кругового безпетльового повороту відповідної траєкторії, окресленої кінематичним центром, з різними методами руху на повороті, показали, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 комбінований спосіб повороту є оптимальним для збереження стійкості руху. Він забезпечив зменшення поперечного на 0,7 - 1,7 м та поздовжнього на 2,20 - 2,46 м зміщення комбінованого МТА порівняно з методом повороту передніми колесами відповідно на 0,27 - 0,53 м і на 0,6 - 0,9 м порівняно з методом повороту передніми та задніми керованими колесами. Площа поворотної смуги зменшилася в середньому на 28 та 10% відповідно.

Машинно-тракторні агрегати (МТА) під час роботи в польових умовах здійснюють щодня шлях значної довжини. При цьому робочі ходи супроводжуються та чергуються з холостими заїздами та поворотами. Такий або інший метод руху на поворотній смузі вибирається залежно від агротехнічних вимог тип і склад агрегату, а також розмір ділянок, на яких виконується робота. При чому у кожному способі руху на поворотній смузі закладені елементи кругового безпетельного повороту.

Криволінійний рух, що відбувається на поворотній смузі, є найскладнішим елементом кінематики агрегату так, як окремі його індивідуальні точки рухаються з різними швидкостями та описують різні траєкторії. Колісні МТА не може миттєво рухатися від прямолінійного руху до руху по дузі кола (зокрема не може здійснювати поворот на деформованому ґрунті з мінімально дозволеним радіусом  $R_T$ ) і від руху вздовж дуги кола до прямолінійного руху. Він проходить ділянки зі змінним радіусом кривизни від  $R = \infty$  до  $R = R_d$  на вході до повороту від  $R = R_d$ , до  $R = \infty$  - при виході з повороту. Найбільш динамічно завантаженими – є ділянки це "вхід в поворот" та "усталений поворот", отже, як правило в експериментальних дослідженнях вивчаються вказані етапи повороту. На поворотній смузі, особливо при вході в поворот, відбувається більш значне відхилення МТА від заданого шляху в інших ділянках поля руху внаслідок бічного відведення та ковзання шин, що також сприяє збільшенню його динамічного навантаження, ущільнення та руйнування структури ґрунту, зменшує родючість ґрунту для збільшення урожайності культур, необхідно зменшити площу ущільнення[2].

Очевидно, що для оцінки стійкості МТА недостатньо знати значення радіуса  $R_d$ , необхідно знати ще величини абсциси  $X$  та ординати  $Y$  поворотної смуги на якій агрегат може розвернутися.

Для того, щоб отримати повне уявлення про реальні робочі процеси, експериментальні дослідження комбінованого МТА необхідно проводити на базі інтегрального універсально-просапного трактора, з усіма керованими колесами в полі з деформованим ґрунтом, коли здійснюється поворот (рис.1) на поворотній смузі з піднятим знаряддям в транспортне положення. Траєкторія руху відповідала круговому безпетельному повороту.

Перевага комбінованих агрегатів над агрегатами одноцільового призначення дуже значуща. Вони забезпечують поєднання операцій для одного проходу агрегату, в результаті чого скорочуються строки роботи, їх якість підвищується, а витрати на робочий час та кошти скорочуються. Використання таких агрегатів дозволяє зменшити кількість проходів трактора по полю кілька разів і зменшити ущільнення ґрунту[3]. Продуктивність агрегату на основі колісного трактора з фронтальними та задніми навішуваними машинами на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 передпосівній обробці ґрунту та посіві збільшується на 30%, споживання палива на одиницю площі майже вдвічі порівняно з одноопераційним МТА. Поєднання операцій зменшує навантаження на ґрунт і допомагає збільшити урожайність на 4-7%.

Використання комбінованого широкозахватного МТА збільшує навантаження двигуна енергонасиченого інтегрального трактора з 55-65 до 80%, що дозволяє йому працювати в зоні оптимальних характеристик, при цьому підвищення продуктивності та споживання палива зменшується.

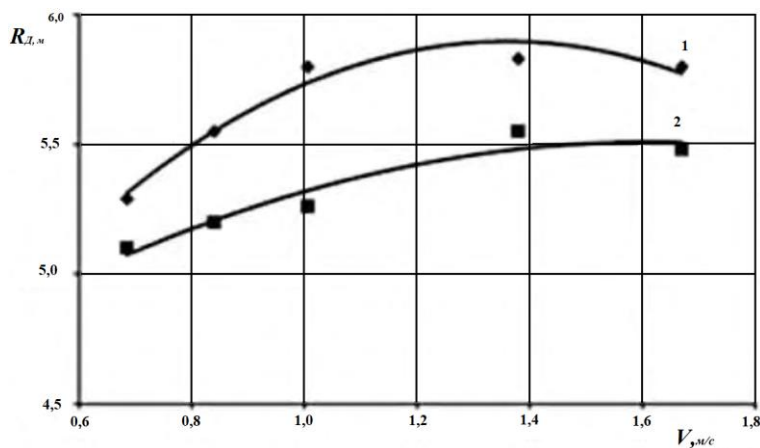


Рис. 1. Залежність фактичного радіусу повороту при повороті від швидкості руху: 1 - МТА; 2 - трактор

Використовуючи передні та задні системи навішування, навантаження більш рівномірно розподіляється між мостами трактора, але збільшення маси та геометричних властивостей призводить до значної зміни кінематичних та динамічних характеристик МТА, що впливають на стійкість його руху.

Особливо це видно при криволінійному русі по деформованому ґрунту на поворотній смузі, де існує більш значне відхилення від бажаної траєкторії руху, включаючи часто занесення, збільшення радіусу повороту та площу поворотної смуги[4].

**Висновок:** Перешкода для розширення використання агрегатів із передніми навісними системами полягає в тому, що вони не мають достатньої стійкості при криволінійному русі, тому одним із пріоритетних завдань є пошук способів підвищення їх стійкості при повороті.

### Список використаних джерел

1. Електронний ресурс <https://agrotimes.ua/article/yak-zbilshiti-efektivnist-traktora/> як збільшити ефективність МТА
2. Артёмов М.П. Методология оцінки функціональної стабільності машинно-тракторного агрегату за критерієм стійкості руху / М.П. Артёмов // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2013. – № 29 (1002). – С. 58–64
3. Пастухов М.М., Калінін Є.І. Підвищення керованості та стійкості руху МТА з фронтально навішеним знаряддям. / Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті: матеріали ХІХ Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
С. 58.

4. Артёмов М.П., Шуляк М.Л., Колеснік І.В., Козлов Ю.Ю. Вплив коливання швидкості руху МТА на надійність технологічної операції / М.П.Артёмов, М.Л.Шуляк, І.В.Колеснік, Ю.Ю.Козлов // Вісник ХНТУСГ ім.П. Василенка. Випуск 161. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2015. – С34 – 41.

**УДК 631.31**

## **НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА КАНАДИ**

**Чигрина С.А. старший викладач, Мельник В.І. д.т.н., професор**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто нові цифрові технології, що застосовують в одному із господарств Канади при вирощуванні овочевих культур.*

Цифрові технології є частиною нашого життя: комунікації, економіка, інформація та розваги. На даний момент вони також все більше присутні і в аграрному секторі. Майбутнє сільськогосподарського світу формується завдяки новітнім технологіям - дрони, автономні роботи, штучний інтелект, картографія та цифрові зображення. Штучний інтелект, наприклад, відкриває нові перспективи у точному землеробстві, робототехніці та інш. Розглянемо «цифрове» сільське господарство в Канаді, в якому застосовують новітню техніку і цифрову технологію при вирощуванні культур. Таку технологію вже називають «наступною сільськогосподарською революцією».

Одним з найбільших виробників овочів у Квебеку є господарство «Delfland», що знаходиться в місті Нап'єрвіль (Napierville, Québec) в 50 км на північ від Монреаля.

Це господарство співпрацює з великими роздрібними мережами, які встановлюють стислі терміни та високі стандарти якості для продукції.

Для дотримання строків та високих стандартів продукції в господарстві використовують дрони для отримання цифрових зображень полів, з наступною обробкою даних. Таким чином ведеться підрахунок та калібровка рослин салату. Далі, за допомогою штучного інтелекту можна отримати дані для оптимізації виробництва сільськогосподарських культур при збиранні врожаю, враховуючи потреби ринку.

Дану технологію можна застосовувати до вирощування багатьох овочевих культур. Завдяки дронам можна вирішити проблему із шкідниками кукурудзи, наприклад кукурудзяним метеликом (лат. *Ostrinia nubilalis*). З дронів розпилюють капсули, що містять трихограму (мікрохижаки, які знищують метелика).

Дрони, що оснащені десятилітровими баками, можуть також розкидати добрива, пестициди або насіння. Мета цієї технології - підвищення ефективності і обмеження забруднення. Технологія штучного інтелекту дозволяє дозувати кількість і визначати площу застосування продукції, що розпилюють.



В господарстві також використовують робот для догляду за посівами. Автономний робот на прізвисько «La Chèvre» (з фр. Козел) висмикує бур'яни та їхнє коріння (рис. 1а). Під металевим каркасом знаходяться три шарнірних важелі, керовані камерами, підключеними до технології штучного інтелекту, навченої виявляти бур'яни (рис. 1б).



а



б

Рис. 1 - Автономний робот «La Chèvre» на полі салату прополнює бур'яни

Діяльність роботу програмується віддалено, за допомогою алгоритмів. Він може працювати цілодобово, до 24 годин без перерви, завдяки гібридному двигуну.

Тривалість автономної роботи становить три-чотири години. Коли запаси вичерпані, у справу вступає дизельний двигун, який заряджає батарею приблизно за тридцять хвилин.

Робот може виконувати роботу п'яти-восьми осіб.

Поява нових технологій вимагатиме від фермерів упровадження нових навичок, зокрема, освоєння цифрових інтерфейсів, що супроводжують використання роботів і GPS.

### Список використаних джерел

1. Agriculture et Agroalimentaire Canada [електронний ресурс]. URL: <https://agriculture.canada.ca/fr/science/science-racontee/realisations-scientifiques-agriculture/aac-trouve-recette-parfaite-creer-varietes-ble-combinaison-technologie-collaboration-detude> (дата доступу: 16.11.2024).
2. Rességuier V. Révolution technologique en cours dans l'agriculture [електронний ресурс] // Radio-Canada. URL: <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1981754/agricole-nouvelles-technologies-nexus> (дата доступу: 16.11.2024).
3. Bégin G., Gravel S. Numérique : La nouvelle révolution agricole [електронний ресурс] // ICI TELE. URL: <https://ici.radio-canada.ca/tele/la-semaine-verte/site/episodes/614494/agriculture-futur-robot-intelligence-artificielle> (дата доступу: 16.11.2024).

## АВТОМАТИЗАЦІЯ І РОБОТОТЕХНІКА, ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН

**Чигрина С.А. старший викладач, Мельник В.І. д.т.н., професор**

*Державний біотехнологічний університет*

*Боротьба з бур'янами вручну коштує дорого, а використання агресивних хімікатів негативно впливає на якість ґрунту. Розглянуто технологію роботизованої прополки на прикладі господарства в Канаді. Ця технологія допомагає підвищити прибутковість, одночасно скорочуючи витрати на робочу силу і використання гербіцидів.*

Найбільш затратна технологічна операція при вирощуванні сільськогосподарських культур є прополка. У багатьох господарствах вона частково або повністю замінюється системою застосування гербіцидів. Але, ми розуміємо, що необережне застосування гербіцидів може погіршити якість саджанців (і майбутнього врожаю), і крім того, також має вартість.

Щоб підвищити продовольчу безпеку, збільшити виробництво продуктів харчування і вирішити трудові проблеми фермери провінції Британська Колумбія (Канада) мають доступ до нових технологій завдяки фінансуванню з боку урядів для розвитку свого бізнесу та збільшення виробництва.

У долині Фрейзер компанія Van Eekelen Enterprises Ltd. купила роботизовану прополку для польових овочів «Robot One», виробництва Pixelfarming Robotics (Нідерланди). «Robot One» (рис. 1) - це платформа машинного навчання, яку можна навчити розрізняти бур'яни та сільськогосподарські культури.

Навчання здійснюється з використанням інформації, введеної оператором, і машина запам'ятовує цю інформацію для майбутніх цілей ідентифікації. Після виявлення бур'янів машина може вибірково знищити їх за допомогою різних інструментів, якими вона оснащена.

Robot One допомагає фермерам перейти на відновлювальне землеробство. Це не тільки підвищує родючість ґрунту, але й покращує утримання води, зменшує ерозію та сприяє біорізноманіттю. Крім того, це також може призвести до більш стійких культур та вищих врожаїв.

Завдяки своїй гнучкій компоновці та орієнтації коліс робот може адаптуватися до всіх поширених розмірів міжрядь і типів грядки. Також може змінювати напрямок руху, щоб підтримувати навіть менші розміри грядки та ширину міжрядь за допомогою прикріплених інструментів L-Vow.

Використовуючи комп'ютерний зір і дані з двох GPS-приймачів, 10 керованих маніпуляторів (рис. 1б) можуть бути оснащені різними інструментами і незалежно регулюються по ширині міжрядь і робочій глибині з точністю до 2 міліметрів. Це дозволяє обробляти конкретні культури та боротися з бур'янами без застосування хімічних засобів. Можна використовувати і комбінувати різні інструменти. Мотика може бути замінена на стример, роторну борону, L-Vow

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 або CO<sub>2</sub>-лазер. Це економить час, поєднуючи кілька завдань за один прохід.



а



б



в



г

Рис. 1 - Сільськогосподарський робот «Robot One» розроблений для боротьби з бур'янами без хімікатів у великомасштабних середовищах

Robot One здатний виявляти і класифікувати рослини, а також створювати 3D-карту рельєфу місцевості за допомогою комп'ютерного зору (рис. 2). Використовуючи 4 стереоскопічні камери глибини (рис. 2б) та прогнознi моделі росту рослин, Robot One може рухати кожен окрему руку з точністю до міліметра і наближатися до рослини якомога ближче, не пошкоджуючи її. Це дозволяє обробляти конкретні культури та боротися з бур'янами без використання хімікатів. Робот оснащений 14 камерами комп'ютерного зору, сонячними панелями та опціональним гібридним розширювачем діапазону для роботи протягом усього дня.

Ущільнення ґрунту важкою технікою призводить до втрати врожайності, погіршення якості та зменшення запасів води. Robot One має невелику вагу, щоб уникнути ущільнення ґрунту. Це не тільки підвищує родючість ґрунту, але й покращує утримання води, зменшує ерозію та сприяє біорізноманіттю.

Лазерна технологія - це добре відомий метод, який використовується в різних галузях промисловості. Однак, ця технологія майже не використовується в аграрному секторі. Ми вважаємо, що ця технологія змінює правила гри для фермерів, які шукають стійкий та ефективний спосіб видалення бур'янів.

За допомогою лазерного модуля Robot One визначається місцезнаходження бур'янів, що призводить до їхньої загибелі. Рослинний матеріал, що залишився рештки рослинного матеріалу поглинаються ґрунтом і розкладається на поживні речовини, які стають корисними для навколишніх культур. Це дозволяє зменшити використання добрив.



а



б

Рис. 2 - Комп'ютерний зір Robot One

Така роботизована прополка допомагає підвищити прибутковність, одночасно скорочуючи витрати на робочу силу і використання гербіцидів.

Використання лазерної технології покращує врожайність, стан ґрунту і здоров'я рослин.

### Список використаних джерел

1. L'automatisation et la robotique aident les agriculteurs à renforcer la sécurité alimentaire [електронний ресурс] // Agriculture et Agroalimentaire Canada. 2024. URL: <https://www.canada.ca/fr/agriculture-agroalimentaire/nouvelles/2024/06/lautomatisation-et-la-robotique-aident-les-agriculteurs-a-renforcer-la-securite-alimentaire.html> (дата доступу: 16.11.2024).
2. Robot One [електронний ресурс] // Pixelfarming Robotics. URL: <https://pixelfarmingrobotics.com/robot-one/> (дата доступу: 16.11.2024).
3. Automation, robotics helping farmers strengthen food security [електронний ресурс] // Innovate BC. 2024. URL: <https://www.innovatebc.ca/en/news/automation-robotics-helping-farmers-strengthen-food-security> (дата доступу: 16.11.2024).

## ЗАБРУДНЕННІСТЬ ҐРУНТІВ – ЗНИЖЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Шульга В.В. бакалавр, Романашенко О.А. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Фізична деградація ґрунтів призводить до погіршення структурності ґрунтів. Ущільнення підорного і глибших шарів ґрунту знижує врожайність сільськогосподарських культур.*

Всебічний аналіз засвідчує, що зниження родючості ґрунтів України пов'язане як з природними чинниками, так і з виробничою діяльністю людини. Вони чітко взаємопов'язані й основними з них є: ерозія ґрунтів, дегуміфікація, від'ємний баланс поживних елементів, забруднення ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і мінеральних добрив, радіонуклідами, біологічним різноманіттям, ущільненням ґрунтів сільськогосподарською технікою тощо [2].

Забруднення ґрунтів зумовлене наявністю у них надмірної кількості важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів і мінеральних добрив тощо. На землях сільськогосподарського призначення забруднення ґрунтів, як правило має локальний характер і залежить від розміщення їх біля промислових об'єктів, атомних електростанцій, сміттєзвалищ, складів мінеральних добрив і отрутохімікатів. Зокрема, серед важких металів екологічно найнебезпечнішими вважаються свинець, кадмій, мідь, цинк. Забруднення ґрунтів України радіонуклідами в основному пов'язане з аварією на Чорнобильській АЕС. Великою небезпекою радіоактивного забруднення ґрунтів є те, що в таких умовах створюється високий коефіцієнт переходу радіонуклідів до рослин та, наприклад, забруднення молока  $^{137}\text{Cs}$  понад 100 Бк/л, а доза опромінення населення перевищує 1 мЗ /рік. Доволі негативно на ґрунт впливають залишки пестицидів і мінеральних добрив. Особливо шкідливими є хлорорганічні, фосфорорганічні та симтриазинові пестициди. Серед них в окремих областях вміст у ґрунтах перевищує у 30 разів, прометрину – 12, ГХЦГ – 10, атразину – 8, симазину – у 5 разів. Залишки цих пестицидів проникають у ґрунт на велику глибину і забруднюють поверхневі та підземні води, а з водою потрапляють в організм людини, викликаючи різноманітні захворювання. Аналогічна картина спостерігається з мінеральними добривами. Адаже в них поживної речовини міститься лише 18–40 %, а решта баласт, в якому є такі шкідливі елементи, як кадмій, цинк, мідь тощо. Якраз вони в багатьох випадках знижують якість рослинницької продукції.

Фізична деградація ґрунтів є наслідком інтенсивного сільськогосподарського використання земель, а саме: надмірної розораності ґрунтів, інтенсивного механічного обробітку та зниження вмісту в ґрунтах органічної речовини тощо, що призводить до погіршення структурності верхніх шарів, бриластості після оранки, запливання і кіркоутворення, наявності плужної підшви, ущільнення підорного і глибших шарів ґрунту, а одночасно до різкого

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зниження врожайності сільськогосподарських культур [1].

Дослідження показують, що зберегти і відтворити родючість ґрунтів України можна лише за рахунок запровадження комплексу заходів, до яких належать:

- неухильне забезпечення чинних законодавчих актів.
- оптимізація структури земельних ресурсів за рахунок скорочення площі ріллі з першочерговим вилученням з обігу сильно- і середньо-еродованих земель і відведення їх під суцільне заліснення або інтенсивне залуження.
- охорона ґрунтів від ерозії за рахунок розроблення концепції екологічно стабільного протиерозійного землеустрою та цільових програм і планів, що забезпечують протиерозійну стійкість території.
- покращення балансу гумусу та поживних елементів у землеробстві за рахунок упровадження у виробництво ґрунтоохоронних сівозмін з оптимальним співвідношенням культур.
- вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів потрібно вважати однією із основних складових загальної системи управління родючістю і розглядати як першочерговий агрозахід із докорінного поліпшення фізико-хімічних і агрофізичних властивостей ґрунтів.
- комплексна програма раціонального використання і захоронення залишків пестицидів, а також територій, забруднених радіоактивними речовинами.
- застосування протиерозійного механічного обробітку ґрунту, який оптимізує його рівноважну щільність та інші агрофізичні властивості [3].

Родючість ґрунту – одна з найістотніших його властивостей, яка забезпечує життєво важливі біосферні функції, втрати яких позбавляють рослини, а також й людину, екологічних основ їхнього існування. Саме з цих міркувань збереження й відтворення родючості ґрунтів повинні завжди бути у полі зору як органів державної влади, так і органів місцевого самоврядування, окремих власників землі та землекористувачів незалежно від форм власності на землю. При цьому особлива увага повинна бути звернута на неухильне дотримання чинного законодавства про земельні ресурси, рекомендацій науково-дослідних установ стосовно раціонального використання земель і збереження та відтворення родючості ґрунтів.

### **Список використаних джерел**

1. Долженчук В.І., Яценко О.В., Крупко Г.Д., Глущенко М.К. Агромеліоративні заходи підвищення родючості ґрунтів. *Сільськогосподарські меліорації, використання меліорованих земель*. К. 2010. С.98–105.
2. Стріла Г.П. Еколого-технологічні питання відтворення родючості ґрунтів та оптимізація землекористування на регіональному рівні. *Вісник Державної аграрної академії*. 2011. № 1. С.166–168.
3. Греков В.О., Тараріко О.Г., Панасенко В.М., Мудрик С.Г. Адаптація національної системи охорони ґрунтів до проекту рамкової ґрунтової директиви ЄС та Ради. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 2. С.45–51.

## **ФОРМУВАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ПОСІВІВ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР**

**Вороний І.О. бакалавр, Романашенко О.А. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Оптимізація основних природних умов формування високопродуктивних посівів злакових культур у ґрунтозахисних контурно-меліоративних системах землеробства.*

Інтенсивні технології спираються на використання сучасної техніки і жорстку експлуатацію обмежених або непоновлюваних ресурсів продуктивності, локалізацію технічних заходів і зусиль на окремо взятих культурах при вузькій спеціалізації господарств. Але потрібно сказати, що ці принципи не враховували екологічний стан при застосуванні цих технологій, основним завданням яких було збільшення виробництва продукції тієї або іншої культури і рослинництва, в цілому за рахунок інтенсивних факторів.

Для отримання високого врожаю, аграріям потрібно інвестувати в якісне насіння, різні засоби захисту рослин, добрива, а після збирання – проводити сушку (яка на сьогодні є надзвичайно дорогавартісною) та зберігати. Через несприятливі фактори та обмеженість експорту в цьому році прогнозується, що площі під кукурудзою залишаться на рівні 4 млн га, решту площі замінить соняшник, соя, ріпак, нішеві культури. Однак, ця культура залишається стратегічно важливою і перспективною, тож ми вирішили розповісти про основні елементи технології вирощування кукурудзи, а також критичні періоди живлення і підживленні цієї культури.

Оптимізація основних природних умов формування високопродуктивних посівів злакових культур у ґрунтозахисних контурно-меліоративних системах землеробства, дає можливість підвищити виробництво злакових за показниками їх врожайності на 20-30%. Загально оптимізаційні заходи цієї системи супроводжуються скороченням застосування хімічних засобів для інтенсивного вирощування злакових та інших культур і поліпшують екологічну чистоту продукції.

На біолого-рослинницькому та агротехнічно-технологічному рівнях формування інтенсивних посівів злакових культур передбачається оптимізація досить широкого спектра умов, факторів і параметрів, що в сукупності та взаємодії забезпечують високу продуктивність.

Злакові культури можуть бути найкращим модельним об'єктом висвітлення питань максимального використання всіх складових потенціалу інтенсивних технологій, у поєднанні з найширшою їх біологізацією, як оптимального шляху зростання виробництва екологічно чистої продукції.

### **Список використаних джерел**

1. Паламарчук В.Д., Поліщук І.С., Єрмакова Л.М., Каленська С.М. Системи

**УДК 631.9**

## **СУЧАСНІ СОРТИ ОЗИМИХ КУЛЬТУР – ЗАПОРУКА ВИСОКОЇ ВРОЖАЙНОСТІ**

**Рибалка М.Ю. бакалавр, Романащенко О.А. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Характеристики сучасних сортів озимих культур та підвищення біологічного потенціалу продуктивності вирощування сільськогосподарських культур.*

Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних соціально-економічних умовах є значне збільшення і стабілізація виробництва продовольчого та кормового зерна, передусім, зерна провідних зернових культур. Причини низької ефективності зернової галузі впродовж останніх років, крім суто економічних факторів, полягають у недосконалої структури виробництва зерна, використання товарних ресурсів і споживання останнього, великих його втратах у процесі виробництва, досить високій собівартості та низькій якості.

Біокліматичний потенціал України дає можливість вирощувати основні види сільськогосподарських культур. Впровадження розроблених на принципах адаптивного рослинництва технологій вирощування сучасних сортів є суттєвим засобом збільшення виробництва продукції рослинництва. Ефективність усіх факторів інтенсифікації технологій вирощування сільськогосподарських культур повинна підвищуватися на основі дедалі зростаючого рівня агротехніки. Сучасні сорти озимих культур характеризуються високим біологічним потенціалом продуктивності, проте реалізація його у виробничих умовах досить низька. Сорти з високою потенційною продуктивністю більшою мірою «сканують» нерівномірний розподіл абіотичних і біотичних факторів середовища, тому завдання щодо одержання стабільних урожаїв нині набуває все більшої актуальності.

Нині в Україні виникає потреба у переорієнтації розвитку зернового господарства, в тому числі вдосконалення структури посівних площ зернових культур із метою збільшення частки фуражних культур, яка у валовому зборі становить близько 45% замість необхідних 65-70%, як у розвинутих країнах світу. Доцільним є розширення посівних площ під зернобобовими культурами, що мають важливе значення, не тільки у виробництві високобілкової рослинницької продукції але й в агротехніці.

### **Список використаних джерел**

1. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е видання, виправлене. К.: Центр навчальної літератури, 2018. 808 с.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
2. Примак І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. За ред. І.Д.Приймака. Біла Церква. 2020. 320 с.

**УДК 661.33**

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДНИКА ДОБРИВ «KUNN»**

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Жавко Д. С. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*У даній роботі наведено огляд конструкції розкидача добрив. Наведені переваги та недоліки для використання.*

Даний розкидач (рис. 1) випускається у навісному варіанті. Він має класичне компонування, яке включає ємність для мінеральних добрив, мішалку, пристрій, що дозує, розкидає диски і електронну систему управління. Ширина розкидання добрив може змінюватись від 12 до 42 метрів.

Розкидачі гранул добрив адаптовані до більшості різних видів добрив і мають швидке і просте регулювання на різну норму внесення.

Мішалка добрив (рис. 2) виконана у вигляді багатопрореневої зірочки з еластичного матеріалу із встановленою частотою обертання 17 оборотів на хвилину.



Рис. 1. Навісний розкидач добрив KUNN

Дозатор добрив складається з вихідного отвору, заслінки та гідроциліндрів. За допомогою яких переміщуються заслінки. Крім цього, він забезпечений системою поділу DFC (прямий контроль потоку), який дозволяє змінювати норму внесення добрив пропорційно до зміни величини розміру вихідного отвору. Дозатор (рис. 3) має вбудовану систему зважування, що забезпечує безперервне автоматичне регулювання норми подачі добрив при роботі, за допомогою автоматичного відкриття вихідних отворів дозатора, що дозволяє підтримувати задану норму внесення добрив.

Регулює норму внесення, сумісну з GPS (система глобального позиціонування) або N-SENSOR. Система QUANTRON E також оснащена можливістю передавати інформацію роботи на персональний комп'ютер або PALM.

Аналіз конструкції та роботи розкидачу добрив KUNN дозволяє зробити наступні висновки.

До його переваг слід віднести такі показники:

1. Адаптацію розкидача як для традиційного, так і для диференційованого внесення мінеральних добрив.

2. Налаштування дозатора як у ручному варіанті, так і в автоматичному.

3. Адаптування розкидача до більшості різних видів добрив.

4. Застосування еластичної мішалки добрив, що примусово обертається, що дозволяє не травмувати гранули добрив і здійснювати постійну подачу добрив до дозатора.

5. Проведення подвійного контролю дозування добрива шляхом контрольованого комп'ютером відкриття заслінок дозатора та вбудованої системи зважування.

6. Наявність пристрою регулювання зміни точки подачі добрив на диски, що розкидають.

7. Передача інформації про виконану роботу на персональний комп'ютер або PARM.

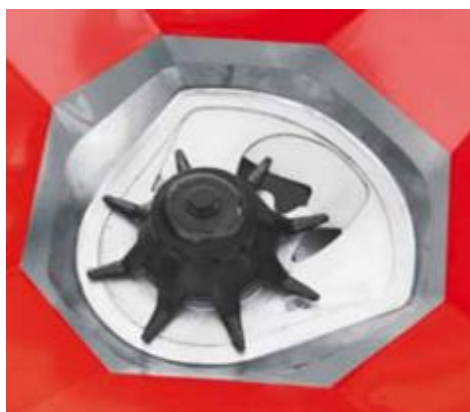


Рис. 2. Мішалка добрив



Рис. 3. Дозатор добрив

До нестачі даного розкидача добрив слід віднести такі конструктивні особливості даного розкидача, як:

1. Застосування гідросистеми та гідроциліндрів для привода заслінок дозатора, що не дозволяє в короткостроковий період змінювати дозу внесення добрив шляхом зміни величини відкриття пропускного отвору дозатора.

2. Застосування пристрою «вікно-заслінка», що не дозволяє в точності проводити регулювання установки дози подачі добрив, так як встановити в одне й те саме положення заслінку ручним регулювальним важелем або за допомогою гідроциліндра неможливо.

3. Використання гідроциліндрів системи та датчиків електронної системи стеження в агресивному середовищі мінеральних добрив, що однозначно позначиться на їхній працездатності та надійності.

4. У даній конструкції дозатора закладена помилка на точність подачі добрив на диск, що розкидає.

### Список використаних джерел

1. Астахов, В. С. До питання значимості мінеральних добрив в управлінні продукційним процесом та підвищення їх ефективності при використанні різних машин та способів внесення / В. С. Астахов, Г. О. Іванчиков // Вісник

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 БДСГА – Гірки: 2022 – №2 - С. 192-194.)
2. Сіренко Н. М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України: монографія. Миколаїв, 2010. 416 с.
  3. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив /В.І.Мельник, О.Д.Калюжний, Р.В.Рідний, І.О.Колодяжний // Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», Вип 198, 2019.
  4. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артёмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 3. С
  5. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23

### УДК 661.33

## РУХ ГРАНУЛИ МІНЕРАЛЬНОГО ДОБРИВА У ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ ПНЕВМОПРОВІДІ

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Німець О. М. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто рух гранули мінерального добрива у пневмопроводі. З'ясовані умови, сили дії залежно від параметрів трубопроводу.*

Створення машин з внесення мінеральних добрив з використанням як розкидаючого пристрою потоку рушійного повітря вимагає визначення оптимальних режимів швидкісного потоку повітря у пневмопроводі. При переміщенні частинок у повітряному потоці горизонтального пневмопроводу вони здійснюють поперечні коливання під дією сил тяжіння та аеродинамічних підйомних сил. При цьому стійкість руху частинок залежить від рівномірності розподілу їх перерізу повітряного потоку, а енергоємність - від величини концентрації частинок в повітряному середовищі потоку. Виважений стан частинок у горизонтальному повітряному потоці забезпечується за рахунок дії підйомних сил. Потенційна робота яких залежить від структури повітряного потоку (турбулентності) і максимально допустимої концентрації частинок у повітряному середовищі, при якій частинки рухаються в потоці, не осаджуючи на днищі трубопроводу. Експериментальні дослідження процесу транспортування мінеральних добрив у горизонтальних трубопроводах, дозволили встановити, що втрати тиску, пов'язані з роботою підйомних сил, становлять близько 5% від загальних втрат при транспортуванні. При цьому встановлено, що значення допустимої концентрації частинок, при якій зберігається стійкість процесу, пов'язане зі швидкістю повітряного потоку наступним чином: швидкість руху повітря повинна знаходитися в межах 19-22 м/с при концентрації частинок в межах 3,5-4%.

Наявність твердих стінок каналу пневмопроводу значно впливає на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 властивості повітряного потоку. Встановлено, що гальмівна дія стінок внаслідок в'язкості повітря передається від шарів, що стикаються зі стінками в глибину потоку. Що призводить до зміни величини поздовжньої швидкості різних частин потоку за його перерізом. При ламінарному перебігу потоку вплив гальмування стінки особливо сильний, а закон зміни швидкості виражається лінійною функцією. Турбулентний перебіг потоку, який має місце у більшості випадків пневмотранспортування, характеризується значною вирівняністю швидкостей по перерізу завдяки перемішуванню потоку та обміну між шарами кількостями руху. Встановлено, що максимальна швидкість потоку посідає його вісь, тобто на точку найбільш віддаленої від стінок трубопроводу. У міру наближення до стін величина швидкості зменшується. Таким чином, вплив стінок каналу трубопроводу позначається на зменшенні турбулентності прилеглих шарів частинок до них та зростання в'язкості повітря. Гальмівна дія стінок призводить до закономірної зміни поздовжньої швидкості потоку по перерізу повітряного каналу та створення умов для його турбулентності. Питання взаємодії потоку повітря і частки здебільшого характеризуються величиною швидкості витання частки, коли він виявляються у зваженому стані. Зважений стан частинки свідчить про рівність ваги та величини сил аеродинамічного тиску. Основним критерієм транспортуючої здатності повітряного потоку є його середня швидкість каналу пневмопроводу. Звідси завдання розрахунку зводиться до визначення та прийняття швидкості потоку, при якому частки перебувають у зваженому стані.

Розглядаючи динаміку одиночної частинки в повітряному потоці, встановлені наступні закономірні явища, такі як: перебіг повітря по каналу пневмопроводу завжди супроводжується гальмуванням пристінкових шарів, що викликає нерівномірний розподіл швидкості перерізу потоку, що призводить до виникнення поля поперечних сил. Залежно від місця розташування частинки в каналі пневмопроводу на неї виявляються різні за величиною та напрямом сили.

Робочий процес розсіювання добрив у штанговому пристрої складається з трьох етапів:

1. Надходження добрив з живильника в трубопровід та перемішування його з потоком повітря (псевдозрідження).
2. Рух двофазного шару (псевдозрідженого) по стінках пневмопроводу для вильоту через насадки, що розсіюють.
3. Закінчення двофазного шару через насадки, що розсіюють, в атмосферу.

### **Список використаних джерел**

1. Сіренко Н. М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України: монографія. Миколаїв, 2010. 416 с.
2. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив /В.І.Мельник, О.Д.Калюжний, Р.В.Рідний, І.О.Колодяжний // Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», Вип 198, 2019.
3. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артьомов, О.Д. Калюжний,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

О.А. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 3. С

4. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23
5. Калюжний О.Д. Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів / О.Д. Калюжний, В.Ф. Рідній, Р.В. Рідній, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2012. – №124 – С. 48–52.
6. Дослідження руху частинки у потоці рідини поблизу рухомої стінки / О.В. Матвієнко, А.О. Андропова, А.В. Андріасян [та ін] // Вісник Томського державного університету. 2018. № 52. С. 75-88.
7. Wang Y., Sierakowski A., Prosperetti A. Rotational dynamics of a particle in a turbulent stream // Physical Review Fluids. 2019. № 4 (6).

**УДК 661.33**

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗКИДАЧА «AMAZONEN»**

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Німець О. М. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено конструктивні особливості розкидача добрив, що дозволяє використовувати його в умовах диференційованого внесення добрив.*

Даний розкидач (рис.1)призначений для розподілу мінеральних добрив поверхнею поля. Він укомплектований двома змінними розподільними дисками Omnia-Set. Які обертаються проти напрямку руху зсередини назовні та оснащені однією короткою та однією довгою лопатями. Спіральні мішалки у воронкоподібних наконечниках бункера забезпечують рівномірний потік добрив на диски, що розподіляють. Спіральні сегменти мішалки, що поволі обертаються, рівномірно подають добрива до відповідного випускного отвору. Регулювання норми внесення добрив (рис.2) здійснюється за допомогою шиберних заслінок з гідравлічним приводом за допомогою установки різної ширини випускних отворів. Шиберні заслінки наводяться на дію з допомогою гідравлічного циліндра простої дії незалежно друг від друга. Діапазон доз, що вносяться, може варіюватися досить широко, залежно від типу добрива і робочої швидкості при внесенні. Так при діапазонах робочих швидкостей від 8 до 12 км/год і робочої ширини від 10 до 28 м доза може змінюватись від 28 кг/га до 1059 кг/га.



Рис 1. Розкидач AMAZONEN



Рис 2. Дозуючий вузол розкидача

Найбільш важливою характеристикою розподільника, що розглядається, є можливість автоматичного регулювання дози розподіленої речовини у відповідному діапазоні під управлінням бортового комп'ютера.

На AMAZONEN застосовується бортовий комп'ютер «AMATRON 3.» З його допомогою можна легко та зручно керувати всіма гідравлічними функціями агрегату, крім цього він має опцію Limiter.

Цей комп'ютер у блоці з терміналом GPS дозволяє керувати внесенням мінеральних добрив на основі прикладних карток з урахуванням специфіки окремих ділянок полів. При цьому він має функцію керування швидкістю гідравлічного донного транспортера, орієнтуючись на швидкість руху агрегату. Особливі переваги дає опціональний пристрій, що зважує. Ця опція дозволяє визначити фактичну норму внесення удобрення на одиницю площі поля та за необхідності проводити його коригування за допомогою відкриття або закриття заслінки, що дозволяє дозувати раціональне розподілу питних речовин по поверхні поля. Крім цього, дана опція дозволяє можливість підключення зважувального пристрою до автоматичної інформаційної пошукової системи для кожної конкретної ділянки поля, що дозволяє здійснювати автоматичне документування внесення добрив для цієї конкретної ділянки поля (Automatische Schlagbezogene D "ASD").

Звідси можна зробити такі висновки.

До переваг розкидача слід віднести:

1. Розкидач адаптований як до традиційного внесення добрив, так і до диференційованого внесення добрив.

2. Проводити регулювання подачі добрив як вручну, так і в автоматичному режимі під керуванням бортового комп'ютера.

3. Здійснювати опціональне зважування внесених добрив, що дозволяє визначити фактичну норму внесення удобрення на одиницю площі поля та за необхідності проводити його коригування за допомогою відкриття або закриття заслінки.

До недоліків конструкції можна віднести:

1. Регулювання подачі добрив шибєрними заслінками, що дозволяє гарантовано встановлювати потрібну ширину дозуючого вікна дозатора.

2. Гідравлічний привід - який не дозволяє через тимчасове запізнення спрацьовування швидко і точно встановлювати потрібну ширину отворів дозують шибєрними заслінками в автоматичному режимі при зміні норми подачі добрив.

3. Використання гідроциліндрів системи та датчиків електронної системи стеження в агресивній середовищі мінеральних добрив, що однозначно позначиться на їхній працездатності та надійності.

4. Перераховані вище недоліки закладені в конструктивні особливості даного пристрою, що призводить до помилок внесення заданої дози удобрень на одиницю поверхні поля.

### **Список використаних джерел**

1. Астахов, В. С. До питання значимості мінеральних добрив в управлінні продукційним процесом та підвищення їх ефективності при використанні різних машин та способів внесення / В. С. Астахов, Г. О. Іванчиков // Вісник БДСГА – Гірки: 2022 – №2 - С. 192-194.)
2. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив /В.І.Мельник, О.Д.Калюжний, Р.В.Рідний, І.О.Колодяжний // Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», Вип 198, 2019.
3. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П. Артёмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80.
4. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23
5. Електрурсонний ресурс: <https://downloadcenter.amazone.de/file/view/-infoid/73367>.

**УДК 661.33**

### **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЧА «RAUCH»**

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Юркевич А.В. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено аналіз конструкції, принципу роботи, умов для використання розкидача добрив та визначені його переваги та недоліки.*

Розкидач RAUCH AXIS (рис.1) призначений для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив у гранульованому та кристалічному вигляді. Залежно від розміру площі, що обробляється, фірма RAUCH пропонує на вибір розкидачі AXIS з різною робочою шириною розкидання - від 12 до 42 метрів, а також з різними обсягами бункерів - від 1000 до 1200 літрів.



Рис. 1. Розкидач «RAUCH»



Рис. 2. Дозуючий пристрій розкидача

Дозуючий пристрій (рис.2) розкидача складається із заслінки, пристрою приводу заслінки, горизонтально розташованої мішалки, прохідного вікна, що дозує. Управління заслінками може проводитись гідроциліндрами односторонньої дії або гідроциліндрами двосторонньої дії. На деяких варіантах розкидачів управління заслінками проводиться за допомогою електричних сервоциліндрів, які забезпечені системою E-Click. Дані системи приводу дозволяють відкривати як ліву, і праву заслінку повністю незалежно друг від друга. Така система дозування дозволяє здійснювати безперебійну подачу гранул добрив на диски, що розкидають, із заданою точністю.

Блок дозування добрив забезпечений електронною системою контролю та витрати добрив на правій і лівій заслінці, що дозує, окремо, що дозволяє підтримувати обрану норму внесення добрив при різних швидкостях руху.

Крім цього, на розкидачі встановлюється система регулювання точки подачі добрив на диски, що розкидають. Вона встановлюється поворотом днища бака корпусу добрива. Регулювання може здійснюватися як вручну, так і за допомогою системи Vari Spread pro. Ручне регулювання точки подачі проводиться звичайною рукояткою (рис. 3). Електричне регулювання точки подачі здійснюється з кабіни трактора.



Рис. 3. Ручне регулювання точки подачі добрив

Управління системою внесення добрив здійснюється комп'ютером QUANTRON-A. Він керує автоматичною системою дозування EMC і регулює витрати добрив таким чином, що попередньо обрана норма внесення залишається постійною за різних швидкостей руху. Комп'ютер також забезпечений опціями керування відкриттям та закриттям дозуючих заслінок, що



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дозволяє проводити диференційоване внесення добрив. З встановленим послідовним інтерфейсом RS 232 для точного землеробства дозволяє проводити документування та збереження експлуатаційних даних для 200 внесень процесів.

Аналіз конструкції та роботи розкидача RAUCH дозволяє зробити такі висновки.

До його переваг слід віднести такі показники:

1. Адаптація розкидача як для традиційного, так і для диференційованого внесення мінеральних добрив.

2. Налаштування дозатора як у ручному варіанті, так і в автоматичному.

3. Проведення подвійного контролю дозування добрива:

- шляхом контролю незалежного відкриття правої та лівої заслінки;

- шляхом контролю витрати добрив на правій та лівій заслінці, що дозує, окремо.

4. Наявність пристрою регулювання зміни точки подачі добрив на диски, що розкидають.

5. Документування та збереження експлуатаційних даних для подальших процесів внесення добрив.

До недоліку дозуючого блоку розкидача слід віднести наступне:

1. Використання як дозатора наскрізне пропускового вікна, площа якого регулюється заслінкою, що рухається, що ускладнює його адаптування до швидкої зміни норми внесення добрив і не дозволяє в точності проводити наступні регулювання на одну і ту ж норму внесення добрив.

2. Застосування як силового приводу відкриття та закриття заслінок гідроциліндрів, що виходячи з особливості роботи гідросистем неможливе миттєве реагування на ситуаційну зміну норми подачі добрив на диск машини, що розкидає.

3. Використання гідроциліндрів системи та датчиків електронної системи стеження в агресивному середовищі мінеральних добрив, що однозначно позначиться на їхній працездатності та надійності.

4. Всі перераховані вище недоліки закладені в конструктивних особливостях блоку дозування добрив даної машини, а значить і в системних помилках норми дозування як в ручному, так і в автоматичному управлінні.

### **Список використаних джерел**

1. Астахов, В. С. До питання значимості мінеральних добрив в управлінні продукційним процесом та підвищення їх ефективності при використанні різних машин та способів внесення / В. С. Астахов, Г. О. Іванчиков // Вісник БДСГА – Гірки: 2022 – №2 - С. 192-194.)
2. Сіренко Н. М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України: монографія. Миколаїв, 2010. 416 с.
3. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив /В.І.Мельник, О.Д.Калюжний, Р.В.Рідний, І.О.Колодяжний // Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», Вип 198, 2019.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

4. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артёмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 3. С
5. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23
6. Калюжний А.Д. Пристрій для внесення рідких мінеральних добрив із гравітаційним дозуванням / О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - 2010. - №103. - С.108-111.
7. Калюжний О.Д. Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів / О.Д. Калюжний, В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2012. – №124 – С. 48–52.
8. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ, Вип 198, 2019.
9. Електронний ресурс: [https://rauch.de/fileadmin/downloads/prospekte/-AXIS/20200907\\_XProsp\\_AXIS-5800191-a-ru.pdf](https://rauch.de/fileadmin/downloads/prospekte/-AXIS/20200907_XProsp_AXIS-5800191-a-ru.pdf).

**УДК 661.33**

## **НАПРЯМКИ ПЕРСПЕКТИВНИХ РОЗРОБОК ОБПРИСКУВАЧІВ**

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Жавко Д. С. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено основні напрямки використання обприскувачів та результати якості роботи при обприскуванні.*

Щорічні втрати у всьому світі від бур'янів та шкідників становлять 34 відсотки від потенційного обсягу врожаю. Тому виробництво рослинницької продукції немислимо без її захисту від різних патогенних організмів. У всьому світі перевагу надають хімічним способам боротьби, заснованим на технологічному процесі обприскування рослин. Але при обприскуванні пестицидів тисячі тон розчинів відносяться до навколишнього середовища. Таким чином, велика кількість дорогого та небезпечного для навколишнього середовища препарату не використовується за призначенням.

Обприскування розчинів проводять за допомогою різних літальних засобів, аерозольних генераторів та вентиляторних обприскувачів. Кожен із цих способів має недоліки. Але загальна нестача перерахованих способів це від 20 до 60 відсотків пестицидів зноситься за межі поля і поширюється у навколишньому середовищі, що призводить до неекономного витрачання хімічних речовин та погіршення екології.

Технологічна та екологічна проблема найбільшою мірою вирішується застосуванням штангових обприскувачів. Однак вони також мають недоліки. Наприклад, як підвищена концентрація крапель у смолоскипах рідини, що розпилюється, що обумовлює їх коагуляцію і значне зменшення кількості, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вимагає збільшеної в десятки разів витрати робочої рідини на одиницю оброблюваної площі. Через поєднання дрібних крапель у смолоскипах нераціонально витрачаються препарати, а дрібно крапельне поширення рідини призводить до знесення шкідливих речовин у довкілля. Для вирішення цієї проблеми розробляються різні розпилювачі. Так, експериментально було встановлено, що без зменшення біологічної та господарської ефективності можна зменшити норму витрати робочої рідини з 200 до 10 куб. дм/га, а також у 1,2–2 рази скоротити дози пестицидів за допомогою обертових розпилювачів. Однак при їх використанні зберігається значне знесення крапель розчинів у навколишнє середовище. Вплив повітряних струменів на аерозольні смолоскипи щілинних розпилювачів в обприскувачі також не вирішує екологічну проблему. При паралельному напрямі смолоскипів та повітря широкий діапазон розмірів крапель, що становить від 10 до 600 мкм, та їх коагуляція прискорюють повітряний потік. При цьому великі частинки рідини, тобто більше 300 мкм., на частку яких припадає близько 20 відсотків від усього об'єму, погано утримуються на рослинах, а краплі розміром менше 80 мкм. забираються за межі поля. Для вирішення існуючої проблеми були розроблені пневмомеханічні пристрої з дисковими розпилювачами та пневмогідролічними – з щілинними форсунками. У даних агрегатах потік крапель рідини, що розповсюджується, обмежується краями повітряного струменя і не виходить за межі цього простору, що забезпечує екологічну безпеку при використанні агрохімічної продукції. Аналогічний принцип дії мають пневмомеханічний розпилювач розчинів пестицидів з плоскими соплами, що сходяться, і пневматичний агрегат, в конструкції якого замість дисків були встановлені пневмогідролічні щілинні форсунки.

Для підвищення якості роботи мало об'ємних обприскувачів на основі конструкцій пневмогідролічного пристрою необхідно, щоб переріз конуса виконувався таким чином, щоб робоча частина сектора сопла формувала повітряний потік з урахуванням сумарних кутів факелів розкриття щілинних розпилювачів. У цьому випадку масова витрата повітря виявляється більшою за витрати рідини. При цьому повітряно-краплинний потік відповідно до закономірності плоского струменя транспортується для обробки об'єктів, а зовнішня частина маси запобігає винесенню крапель у навколишнє середовище.

Результати агротехнічної оцінки роботи таких пристроїв показали, що відбувається зниження витрати робочої рідини та пестицидів у середньому від 12 до 3 разів у порівнянні зі звичайним агрегатом. Зменшення розміру крапель, тобто збільшення ступеня розпилу, призводить до скорочення витрат розчинів. У цьому діапазоні розміру крапель контролюється з допомогою режимом роботи устаткування. Зменшення витрат робочої рідини досягається за рахунок екранування повітрям повітряно-краплинного потоку від його винесення в навколишнє середовище, максимального цільового осадження діапазону частинок рідини на об'єктах обробки, а також нешкідливої кількості великих крапель, що осідають на ґрунт. Крім цього, можливість практичної реалізації екологічних технологій застосування пестицидів обумовлена тим, що обприскувачі з пневмогідролічними пристроями мають просту конструкцію та

### Список використаних джерел

1. Калюжний А.Д. Устройство для внесения жидких минеральных удобрений с гравитационным дозированием / А.Д. Калюжний, Р.В. Ридный, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2010. – №103. – с.108–111.
2. Калюжний, О. Д. та ін. 'Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів', Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка, 124, -2012. с. 48–52.
3. Патент на корисну модель. Україна, МПК А01М 7/00. Опрыскувач. О.Д. Калюжний, С.О. Харченко, В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов - № 85063; заявл. 29.04.13; опубл. 11.11.13. Бюл. № 21.
4. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація», Вип 198, 2019.
5. Калюжний, О.Д., Математичні дослідження траєкторія польоту краплі рідини, //Нетецький, Л.Г., Артьомов, М.П., Ростовський, І.Р.//, Інженерія природокористування-2020.- №3(17), с. 81-85.

### УДК 661.33

## ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОБПРИСКУВАЧА

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Юркевич А.В., Жавко Д. С. магістранти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Проведено аналіз використання розпилювачів обприскувачів при внесенні різних за складом рідких комплексних добрив.*

При підвищенні культури землеробства та рослинництва дуже важливо використовувати ефективні методи та інструменти для досягнення поставлених результатів. Постійно зростаючі можливості технічної, хімічної та генетичної складових дають можливість отримувати якісний та високий урожай сортів та гібридів культур практично у всіх регіонах, головне ув'язати та адаптувати всі компоненти та правильно вибудувати процес.

З найбільш доступних і простих у використанні рідких добрив широкого поширення набули азотні (КАС) та комплексні (РКУ). Їх вносять звичайним обприскувачем, а також при ґрунтовій обробці полів. Як основного внесення добрив, так і при проведенні підживлення рослин. Обидва різновиди добрив застосовні і дуже ефективні під час обробітку польових культур. Вони добре засвоюються рослинами і ефективніші ніж гранульовані.

КАС (карбаміде-аміачна суміш) – це просте азотне добриво в рідкому вигляді, що містить три форми азоту: нітратну, амонійну та амідну. Застосовується в будь яких кліматичних зонах, не токсично для рослин, швидко проникає у ґрунт без обов'язкового закладення. Можливий точний контроль дозування та рівномірності при внесенні до диференційованого внесення.

Амонійна форма азоту зв'язується твердою фазою ґрунту та поглинається тільки кореневою системою.

Нітратна форма азоту швидко і повністю поглинається кореневою системою із ґрунтового розчину.

Амідна форма (карбамід) азоту досить легко поглинається через листову поверхню, а також, при попаданні в ґрунт після низки процесів переходить в амонійну, а потім у нітратну форми.

Добриво вносять за допомогою польового обприскувача або при ґрунтовій обробці (культиватором - підживлювачем).

При внесенні рідких добрив обприскувачами, розпилювачі повинні виробляти дуже велику краплю розчину, щоб добриво не затримувалося на листі. Дрібні краплі потрібно виключити. Найкраще підходять струменеві форсунки. Які дають змогу здійснювати живлення рослин через кореневу систему всіма формами азоту. Дане добриво найбільш доцільно застосовувати при вирощуванні злакових культур та соковитих кормів.

При розрахунках норми внесення добрива та доборі необхідної продуктивності агрегату, потрібно робити поправки на щільність розчину.

РКД (рідкі комплексні добрива) належать до складних добрив і мають у своєму складі кілька хімічних елементів: азот, фосфор, калій та мікроелементи. РКД більшою мірою можна віднести до вискоєфективного фосфорного добрива з наявністю у складі інших добрив та мікроелементів. РКД застосовують для культур чуйним на фосфор, як при основному внесенні добрива, так і у фазі підживлення, коли актуальне підживлення фосфором. Найбільш ефективно застосовувати РКД у посівах просапних культур та в овочівництві.

Технологія внесення добрива полягає в поширенні його в кореневій зоні рослин із закладенням або без закладення. Це визначає технологія обробітку рослин та наявність достатньої кількості вологи у ґрунті. Якщо РКД застосовують як основне добриво, його, як правило, вносять з механічною обробкою культиваторами-підживлювачами. Підживлення з вегетації рослини часто проводять за допомогою обприскувачів, при цьому застосовують також струменеві розпилювачі.

Розпилювачі поділяються на такі категорії: семи струменеві; семи струменевих з широким діапазоном і трьох струменевих.

Семи струменеві розпилювачі підходять для суцільного та рівномірного розподілу добрив по всій площі посівів з малим інтервалом (рис.1).



Рис 1. Семи струменеві розпилювачі

Такі розпилювачі дозволяють отримати:

- однорідні, рівномірно розташовані струмені з утворенням широкого захвату;
- безперервний і збалансований струмінь, який дозволяє знижувати

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 утворення та розліт дрібних крапель від ударів об поверхню рослин;

- широкий і стабільний струм «парасолькою» завдяки розташованим перпендикулярно поверхні ґрунту вихідним отворами.

При цьому добре підходять як для внесення добрив у ґрунт, так і для проведення підживлення.

Семи струменеві розпилювачі з широким діапазоном норми внесення добрив (рис.2).



Рис. 2. Семи струменеві розпилювачі з широким діапазоном норми внесення

Робота таких розпилювачів заснована на використанні конструкції пристрою діафрагми з отвором, що змінює свій діаметр в залежності від тиску, що дозволяє отримати широкий діапазон норми внесення рідких добрив. Дані розпилювачі рекомендовані для застосування з картами розпоряджень і призначені для використання тільки для систем на основі показань витратоміра.

Три струминні розпилювачі (рис.3).



Рис. 3 Три струменеві розпилювачі

Такі розпилювачі добре підходять для внесення стрічкових рідких добрив. Суцільний спрямований потік мінімізує опік листя та практично усуває відхилення струменя.

Існує стандартна модель, а також версія для роботи з диференційованим внесенням.

### Список використаних джерел

1. Янговський Є.І., Головка Д.Б., Ментковський Ю.Л. Загальні основи фізики: термодинаміка, молекулярна фізика: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 1993. – 112 с.
2. Калюжный А.Д. Устройство для внесения жидких минеральных удобрений с гравитационным дозированием / А.Д. Калюжный, Р.В. Ридный, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2010. – №103. – С.108–111.
3. Калюжный, О. Д. та ін. Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів, Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2012. с. 48–52.
4. Патент на корисну модель. Україна, МПК А01М 7/00. Опрыскувач. О.Д. Калюжный, С.О. Харченко, В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов - № 85063; заявл. 29.04.13; опубл. 11.11.13. Бюл. № 21.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
5. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація», Вип 198, 2019.
  6. Калюжний, О.Д., Математичні дослідження траєкторія польоту краплі рідини, //Нетецький, Л.Г., Артьомов, М.П., Ростовський, І.Р.//, Інженерія природокористування-2020.- №3(17), с. 81-85.

**УДК 661.33**

## **ВИМОГИ ДО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

**Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Німець О. М., магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено умови та вимоги до внесення мінеральних добрив технічними засобами.*

Внесені поживні речовини з мінеральними добривами повинні максимально засвоюватися рослинами, надходити до рослин протягом усієї вегетації, особливо у критичні періоди найбільшої їхньої потреби. При внесенні мінеральних добрив слід уникати вимивання їх із ґрунту та переходу в недоступні форми. У ґрунті з підвищеною вологістю існує ризик вимивання елементів, занадто сухий вони стають недоступними. Будова кореневої системи оброблюваної культури визначає спосіб внесення добрив. Застосовують три прийоми внесення добрив – основне, передпосівне, підживлення. При цьому дозування внесення добрив має розподілятися на всіх рівнях ґрунту, що створює найкращі умови живлення рослин. Щоб визначитися з методом внесення, потрібно знати джерела втрат добрива та як зберегти елементи у ґрунті у доступній рослинам формі. Одні краще вносити ближче до сівби, деякі, навпаки, завчасно. За наявності вологи рослини користуються ними протягом усього періоду зростання. На важких ґрунтах закладення може бути більш поверхневим. На легких можливість вимивання вища, тому і їх загортання відбувається на більшу глибину. Дифузне -мінеральні речовини практично не переміщуються, але активно зсуваються струмами води. З глинистих ґрунтів може бути вимито від 6 до 16 кг/га нітратного азоту, з легень понад 20 кг/га. В основному це відбувається навесні при масовому таненні снігу та восени, коли землі порожні та йдуть дощі. З зв'язку з небезпекою азотовмісних добрив час для їх використання має бути вибрано правильно. Втрати азоту в ґрунті можуть статися внаслідок накопичення нітратів у землі, та їх нітрифікації, а оскільки вони активно мігрують, то відбувається їхнє винесення в розташовані нижче по схилу водойми, що викликає забруднення вод і знижує коефіцієнт використання мінеральних добрив. Більш стійкими є аміачні форми, нітратні більше піддаються нітрифікації. Попереджають цей процес внесенням азоту безпосередньо перед сівбою. Доза твердих амід них та амонійних добрив при поверхневому внесенні, а також вологість та кислотність ґрунту визначають можливі втрати. Рідкі добрива в ґрунті зберігаються краще, а при глибокому

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 загортанні в ґрунт витрати мінімальні.

Добрива, що містять фосфор, надзвичайно стійкі до вимивання, навіть на легких грантах, тому він залишається на рівні знаходження кореневої системи рослини, і активно поглинається. Поглинання калію ґрунтом відбувається практично повністю, але може вимиватися у невеликих кількостях. Фосфор і калій фіксуються ґрунтом швидко протягом перших 24 годин, але не пізніше ніж за 30 діб. Калій сильно фіксується в багатих гумусом ґрунтах з інтенсивним вапнуванням, фосфор у кислих дерново-підзолистих, що містять велику кількість оксидів алюмінію та заліза. Але на кислих дерново-підзолистих ґрунтах чим менше часу пройде з моменту внесення фосфоритного борошна до посадки, тим більше Р перейде в доступну форму. Оскільки гранулювання обмежує взаємодію добрива із землею та фіксацію фосфору, гранульовані добрива, що містять фосфор, краще поміщати на полі завчасно до посадки с/г культур, щоб гранулам було достатньо часу для розчинення і закріплення. Фосфор і калій не відрізняються рухливістю, тому без води, рослини не зможуть ними скористатися. Помістити їх у коренеживаний шар до посіву краще закладенням плугом з передплужником. Щоб калій-і фосфоровмісні склади помістити у зволожений коренеживаний шар їх розподіляє по полю восени, після чого слід глибока зяблева оранка. Так як фосфор відноситься до практично нерухомих елементів, його розміщення поблизу коріння особливо важливе. Залежно від обраного способу обробки, добрива будуть загорнуті на різну глибину. У табл. 1 наведено розподіл добрив у ґрунт залежно від виду обробки ґрунту.

Таблиця 1. Розподіл добрив у ґрунті залежно від виду обробки ґрунту

Вид техніки	Рівень шару ґрунту, см					
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-20
Важка борона	76	22	2	-	-	-
Легка борона	92	8	-	-	-	-
Культиватор	55	21	23	1	-	-
Плуг без передплужника	11	12	16	16	23	22
Плуг із передплужником	3	4	12	14	20	27

Оптимальним вважається, коли добрива проникають у найбільш зволожений шар від 10 до 20 см від поверхні землі. Під час культивації та оранки мінеральні добрива однаково розподіляються по шарах, при культивації проникають на глибину 10 см, при використанні плуга з передплужником до 20 см. Під час оранки близько до поверхні залишається не більше 25% добрива. Решта, потрапивши глибше, послужить харчуванням наступних етапах зростання культури.

Час внесення визначається типом ґрунту, його вологістю, характеристиками добрива та культури, що вирощується. Калійвмісні добрива на дерново-підзолистих ґрунтах, пов'язаних з гранулометричним складом, використовуються перед зимою, під зяблеву оранку. Таке внесення потрібно при вирощуванні хлорофобних культур при використанні добрив, що містять хлор.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
До весни хлор вимивається і не вплине на рослину. Якщо ґрунти піщані, супіщані або торф'яні, і містять достатньо вологи, калійні добрива вносять навесні.

Азотовмісні добрива в амонійно-нітратній або нітратній формі на дерново-підзолистих ґрунтах, за умови їхньої високої вологості, вводяться навесні. Азот у нітратній формі дуже рухливий, наступною культивуванням знижують його втрати. Аміачні форми азоту, наприклад, безводний аміак, аміачна вода, на легких дерново-підзолистих ґрунтах також застосовують навесні. Але якщо дерново-підзолистий ґрунт має зв'язковий гранулометричний склад і добре зволожений, внесення добрив переносять на осінь, коли температура землі в середньому за добу стає нижчою за 10 градусів. За таких умов і глибокої культивування відбувається консервування N, і добриво чекає на зиму.

Розкидне внесення добрив передбачає нерівномірність розподілу добрив, що містять фосфор, повинна знаходитися в межах 20%, азотовмісних 10%. Локальне внесення добрив дозволяє заощаджувати добрива. Оскільки відбувається повніше споживання елементів, дози краще зменшувати: калій засвоюється більше 10-12%, азоту на 10-15, фосфору на 5-10%. Передпосівне внесення добрив забезпечити активну ініціалізацію зростання культури, формування розвиненої потужної кореневої системи, підвищення стійкості до збудників хвороб та шкідників, створення конкуренції бур'янам. Підживлення мінеральними добривами проводиться з метою забезпечити культуру елементами живлення під час інтенсивного зростання. Щоб дізнатися точну дозу елементів, проводять рослинну та ґрунтову діагностику.

### **Список використаних джерел**

1. Астахов, В. С. До питання значимості мінеральних добрив в управлінні продукційним процесом та підвищення їх ефективності при використанні різних машин та способів внесення / В. С. Астахов, Г. О. Іванчиков // Вісник БДСГА – Гірки: 2022 – №2 - С. 192-194.)
2. Сіренко Н. М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України: монографія. Миколаїв, 2010. 416 с.
3. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження активного дискового дозатора сипучих мінеральних добрив /В.І.Мельник, О.Д.Калюжний, Р.В.Рідний, І.О.Колодяжний // Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», Вип 198, 2019.
4. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артёмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романашенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 3. С
5. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23
6. Калюжний А.Д. Пристрій для внесення рідких мінеральних добрив із гравітаційним дозуванням / О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - 2010. - №103. - С.108-111.
7. Калюжний О.Д. Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів / О.Д. Калюжний, В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, Р.Р.

8. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романашенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідній, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ, Вип. 198, 2019.

## УДК 661.33

### АНАЛІЗ СПОСОБІВ РОЗПИЛЕННЯ РІДИНИ

**Калюжний О.Д. к.т.н., доцент, Юркевич А.В. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено аналіз способів розпилення рідини з подальшою їх характеристикою і висновками до застосування.*

Розпилення рідин є складним процесом, що залежить від зовнішніх та внутрішніх сил. До зовнішніх сил відносяться аеродинамічні сили, які обумовлюються взаємодією компонента, що розпорошується, із середовищем, в яке він впорскується. Їхнє значення залежить від щільності довкілля, швидкості струменя та розмірів крапель рідини. Зі збільшенням швидкості руху струменя щодо середовища, в яке відбувається упорскування, вплив зовнішніх сил зростає, що призводить до якнайшвидшого її дроблення і, отже, до поліпшення якості розпилення.

До внутрішніх сил належать молекулярні сили та турбулентність потоку. Інтенсивність яких залежить від її густини, в'язкості, перепаду тиску, а також від конструкції розпилювача.

Дроблення рідини та утворення крапель відбувається під дією зовнішніх сил та турбулентних пульсацій струменя рідини. Дисперсність рідини, що розпилюється, характеризується середнім діаметром утворюються крапель, чим менше середній діаметр крапель, тим краще розпил. Дисперсність розпилення характеризується середнім діаметром краплі, під яким мається на увазі той діаметр, який мали б краплі однакового розміру, якби їх загальна поверхня та загальний обсяг були такими ж, як і в струмені, що складається з крапель різних розмірів. Діаметр крапель залежить від діаметра сопла, швидкості впорскування рідини, її в'язкості, щільності, поверхневого натягу та щільності середовища, в яке проводиться упорскування.

Однорідність розпилення характеризується діапазоном зміни діаметрів крапель у смолоскипі розпиленої рідини. Чим вже цей діапазон, тим більша однорідність розпилення. Виділяють такі способи розпилення рідини: гідравлічне, механічне, пневматичне, пульсаційне, ультразвукове та електричне.

При гідравлічному способі розпилення рідина дробиться за рахунок тиску нагнітання при вільному розпаді струменя, що з великою швидкістю витікає з соплового отвору розпилювача. Залежно від швидкості закінчення рідини з форсунки розрізняють кілька видів розпаду струменя. При малих швидкостях закінчення з сопла струмінь розпадається на краплі завдяки вісьосиметричним деформаціям, що виникають (амплітуда яких поступово зростає). Зі збільшенням

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

швидкості витікання рідини виникають хвилеподібні деформації, вісь струменя викривляється, ці деформації посилюються і призводять до хвилеподібного розпаду. При подальшому збільшенні швидкості струменя довжина розпилу ділянки різко скорочується, і струмінь починає розпадатися поблизу сопла, що призводить до розпилення рідини. Гідравлічне розпилення найекономічніше, проте створений при цьому розпил досить грубий і неоднорідний. Утруднено регулювання витрат рідини при заданій якості дроблення, а також розпилення високов'язких рідин у холодному стані. Водночас цей метод найпоширеніший внаслідок порівняльної його простоти.

Механічне розпилення здійснюється за допомогою механізмів, що обертаються від спеціального приводу. Рідина набуває кінетичної енергії внаслідок дії відцентрових сил. Як і в разі гідравлічного розпилення, залежно від конструкції механізму розпилення (диск, склянка, конус та ін.), дробленню піддається струмінь або плівка рідини. Характер дроблення рідини в разі значною мірою визначається її витратою. При дуже малій витраті на кромці диска, що обертається, виникає рідкий тор, який під дією відцентрових сил деформується і на ньому утворюються кулясті вузли, потім вони відриваються у вигляді окремих крапель. При збільшенні витрати ці вузли витягуються в тонкі струмені та нитки. Число ниток збільшується, досягаючи постійної величини. При подальшому збільшенні витрати нитки не можуть пропустити всю рідину з тора, рідина скидається з кромки та утворює плівку. Спочатку ця плівка витягується на певну відстань від кромки, а далі розпадається на нитки та великі краплі. До переваг цього способу слід віднести можливість розпилення високов'язких та забруднених рідин та широкого регулювання продуктивності розпилювача без істотної зміни дисперсності. Основні недоліки розпилювачів, що обертаються: висока вартість, складність у виготовленні та експлуатації, велика енергоємність, наявність вентиляційного ефекту.

Пневматичного розпилення диспергування є наслідком динамічної взаємодії потоку рідини, що розпилюється, з потоком розпилювального газу (пара). Останній виходить з каналу з великою швидкістю (від 50 до 300 м/с), швидкість закінчення струменів рідини невелика. При великій відносній швидкості потоків між струменями газу і рідини виникає тертя, внаслідок чого струмінь рідини, як би закріпленої, з одного боку, витягується в окремі тонкі нитки. Ці нитки у місцях витончення швидко розпадаються і утворюють дрібні краплі. Тривалість існування статично нестійкої форми як ниток залежить від швидкості газу та фізичних властивостей рідини. Чим більша швидкість, тим тонша нитка, тим менший період її існування і тим дрібнішим виходить розпил. До переваг пневматичного способу відносяться: мала, в порівнянні з гідравлічним, залежність якості розпилення від витрати рідини, надійність в експлуатації, можливість розпилення високов'язких рідин. Недоліки: підвищена витрата енергії на розпилення, необхідність у розпилювальному агенті та у зв'язаному з ним обладнанні.

При електричному розпиленні струмінь рідини подається в область сильного електричного поля. Під дією цього поля на поверхні рідини відбувається деякий розподіл тиску, який деформує струмінь. Деформації

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 можуть досягти великої амплітуди і призвести до утворення тонких струменів, які потім подрібнюються. Недоліки електричного розпилення: необхідність у громіздкому та дорогому обладнанні, його висока енергоємність, а також дуже незначна продуктивність та складність обслуговування.

Ультразвукове розпилення може здійснюватися за двома схемами. В одному випадку струмінь (плівка) рідини подається на елемент п'єзоелектричного або магнітострикційного генератора, що коливається, в іншому вона піддається дії ультразвукових коливань повітря. У зазначених розпилювальних пристроях під дією ультразвуку в рідкому середовищі відбувається комплекс фізичних і фізико-хімічних процесів, до яких, в перш чергу, відносять кавітацію, звуковий тиск, акустичну течію. Вплив звукового випромінювання та звукового тиску призводить до відриву окремих крапель із гребенів мікрохвиль. Розпаду струменя сприяє інтенсивне утворення кавітаційних зон.

В акустичних розпилювачах використовують нестійкість газового струменя, з яким стикається струмінь або плівка рідини. Коливання газового струменя різко збільшуються в результаті різних хвильових явищ, що виникають у рідині, особливо резонансної області. Останні призводять до значно тоншого дроблення рідини, ніж звичайне пневматичне розпилення. Так, наголошується в роботі, якщо для зменшення розміру крапель зі 120 до 110 мкм при пневматичному розпиленні потрібно збільшити енергію на 5 Вт/кг рідини, то при акустичному розпиленні лише на 0,15 Вт/кг, тобто в 30 разів менше. Таким чином, аеродинамічний ультразвукове розпилення, зберігаючи всі недоліки пневматичного розпилення, є більш економічним та перспективним. Однак конструкція ультразвукових розпилювачів значно складніша.

Пульсаційне розпилення полягає в тому, що обурення, що викликають дроблення струменя (плівки) рідини, посилюються за рахунок пульсацій тиску та зміни витрати, що створюються періодичним перекриттям прохідних каналів (або соплового отвору) розпилювача. Пульсації тиску призводять до збільшення поверхневої енергії струменя, швидкої втрати стійкості і як наслідок більш тонкого розпилення, ніж при перших трьох способах. Пульсаційне розпилення може поєднуватися з будь-яким із розглянутих вище способів, тобто може бути реалізовано пульсаційно-гідрравлічне, пульсаційно-механічне, пульсаційно-пневматичне розпилення і т.д.

#### **Висновки:**

1. Розпорошення рідини відбувається шляхом перетворення струменя течії рідини в такі форми, які мають найбільшу поверхневу енергію, що призводить до нестійкого стану і швидкого розпаду на дрібні краплі.

2. Розпорошення рідини супроводжується втратою стійкості течії на нестійкі хвилі в потоці рідини, які призводять до його поділу на рідину і газ.

#### **Список використаних джерел**

1. Тепломассообменные аппараты и установки промышленных предприятий. Учебное пособие / Под. ред. Б.А.Левченко.– Харьков, 1999.– С.228–236
2. Янговський Є.І., Головка Д.Б., Ментковський Ю.Л. Загальні основи фізики:

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
термодинаміка, молекулярна фізика: Навчальний посібник. – К.: Либідь, 1993. – 112 с.
3. Калюжний А.Д. Устройство для внесения жидких минеральных удобрений с гравитационным дозированием / А.Д. Калюжний, Р.В. Ридный, Р.Р. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2010. – №103. – С.108–111.
  4. Калюжний, О. Д. та ін. Дослідження роботи дозуючого пристрою для внесення малих доз рідких хімікатів', Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - 2012. с. 48–52.
  5. Патент на корисну модель. Україна, МПК А01М 7/00. Опрыскувач. О.Д. Калюжний, С.О. Харченко, В.Ф. Рідний, Р.В. Рідний, Р.Р. Меджидов - № 85063; заявл. 29.04.13; опубл. 11.11.13. Бюл. № 21.
  6. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація», Вип. 198, 2019.
  7. Калюжний, О.Д., Математичні дослідження траєкторія польоту краплі рідини, //Нетецький, Л.Г., Артьомов, М.П., Ростовський, І.Р.//, Інженерія природокористування-2020.- №3(17), с. 81-85.

**УДК 631.**

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ СІВБИ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ**

**Денисенко С.Д. магістрант, Дьяконов С.О. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено шляхи підвищення ефективності використання технічних засобів для сівби пшениці в умовах Лісостепу.*

Виробництво зернових культур забезпечує значну частину доходів сільськогосподарських підприємств. Рівень розвитку виробництва зернового господарства визначається, насамперед, динамікою таких показників, як склад і структура посівних площ, обсяги валових зборів та рівень урожайності. За даними статистичної звітності, аграрії України щорічно у середньому отримують врожаї близько 50 млн тон зернових.

Технологічний процес традиційного виробництва зерна включає ряд операцій: обробка ґрунту, внесення добрив, посів, догляд за посівами, збирання врожаю. Для виконання вище перерахованих операцій, застосовується велика кількість енергоємної та металоємної техніки, багатократно переміщається по полю, що негативно проявляється на її структурі і, як слідство, приводять к недобору врожаю. Потрібність в дизельному паливі на енергоємних операціях може досягати 65...125 кг/га, хоча в ряду європейських країн цей показник не перевищує 25...45 кг/га. Ефективним способом затрат при зниженні виробництва зернових культур об'єднання кількох операцій за один прохід агрегату, таких як розшарування ґрунту и внесення основного добрив, підготовка ґрунту до посіву, посів та інше. Державна програма розвитку сільського

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 господарства та регулювання ринків сільськогосподарської продукції, продовольства до 2024 року, заплановано збільшення збору зернових на 12 %.

Чорноземні регіони України володіють сприятливими кліматичними умовами і родючими ґрунтами. Це один із ключових факторів, визначальних доцільності вирощування пшениці, ячменю та інших зернових культур. З цією метою використовується велика частина розпаханих земельних угідь.

Однією з проблем збереження родючого шару полів, з яких при паводках та зливових дощах йде змив родючого слою ґрунту та внесених добрив, а також йде руйнування її біологічною складовою, є розробкою та впровадженням більш досконалих способів обробки ґрунту, а також створення сучасних ґрунтообробних посівних машин, що дозволяють проводити комбінування посів зернових культур, які будуть мати більш ощадний вплив на родючий шар ґрунту і разом з цим підвищити врожайність.

Успішне вирішення проблеми підвищення ефективності зернового господарства передбачає реалізацію комплексної системи дій з нарощування виробництва і поліпшення якості зернових культур за умови одночасного зменшення затрат праці і витрат матеріальних засобів на одиницю продукції. Інтенсифікація виробництва, як головний напрям економічного зростання зернової галузі, являє собою комплексний, багатофакторний процес застосування ефективних і екологічно безпечних засобів та технологій, заснованих на досягненнях науково-технічного прогресу, інноваційних розробках, використанні досконаліших форм організації й оплати праці, управління та ефективних ринкових механізмів.

### **Список використаних джерел**

1. Пащенко В.Ф., Рожков А.О., Дьяконов С.О. та ін. Результати випробування сівалок прямої сівби в технологіях вирощування зернових культур / Вісник Академії інженерних наук України. – 2008. - № 1(35). – С. 43-46.
2. Дьяконов С.О., Пахучий А.М. Аналіз технологій вирощування зернових культур та конструкцій сівалок прямої сівби / Харків: ДБТУ, 2022. С. 258-260.
3. Д'яконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву / – Харків, 2007. – 20 с.
4. Ким В.В., Дьяконов С.А. К вопросу обоснования конструктивных параметров сеялки прямого сева // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / Зб. наук. пр. – Вип.. 7 (21). – Дослідницьке, 2004. – С. 349-353.
5. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С., Блезнюк ОВ, Дьяконов С.О. Дослідження впливу параметрів леза на енергетичні характеристики робочих органів культиваторів // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів» – Вип.4. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – С. 236-242.
6. Рожков А.О. Технологія виробництва продукції рослинництва / А.О. Рожков, Є.М. Огурцов, А.М. Свиридов, С.О. Дьяконов та ін. , за ред. професора, д-ра с.-г.- наук А.О. Рожкова. // Навч. посібник. Х.: Тім Пабліш Груп. 2017. 634 с.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

7. Рожков А.А., Дьяконов С.А., Пахучий А.Н. Средства механизации в перспективных технологиях выращивания зерновых культур / Инженерия природокористування. – Харків, 2016. № 1 (5). С. 53-57.
8. Kozachenko O. Results of numerical modeling of the process of harvesting the seeds of flax by a harvester of the stripping type / O. Kozachenko, A. Pakhuchyi, O. Shkregal, S. Dyakonov, O. Bleznyuk, V. Kadenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2019. - № 3(1). - С. 66-74.
9. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Viktor Ryndiaiev, Sergey Dyakonov, Mykola Stashkiv. Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1(112)). 2021. – p. 61–75.

**УДК 331.45**

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ВИВАНТАЖЕННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Гаєк Є.А. к.т.н., доцент, Ільїн О.А. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд конструкцій пристроїв для вивантаження сипких матеріалів та їх характеристика*

Основні технологічні операції та робочі процеси у сільськогосподарському виробництві здійснюються шляхом транспортування та обробки матеріалів, для чого застосовуються сотні типів робочих органів машин, часом не універсальних, метало- та енергоємних.

Спирально-гвинтові транспортери відомі досить давно більшість світових виробників мають у лінійці устаткування, що випускається, транспортні машини подібного типу, але вітчизняне машинобудування тільки нещодавно почало розробляти і виробляти подібні машини.

Спирально-гвинтові транспортери є трубою, всередині якої встановлена спіраль, один кінець якої з'єднаний з валом, і має різні приводи. Особливістю даної конструкції є повна відсутність деталей, що перешкоджають вільному просуванню матеріалу в корпус транспортера. Не маючи на своєму шляху додаткових перешкод у вигляді підшипникових опор, шестерень, ланцюгів і т.д., продукт, що транспортується практично в повному обсязі рухається до виходу транспортера, що виключає появу застійних зон або переущільнених ділянок. Крім переміщення матеріалів дані транспортери, можливо, використовувати як змішувачів сипких матеріалів, так і сипучого матеріалу з рідинами. Також використання як дозатори.

Через відсутність центрального валу ступінь заповнення спирально-гвинтового транспортера матеріалом вище ніж у шнекових. Місце, яке раніше займав вал, тепер повністю заповнено матеріалом, що транспортується, а значить, його більший обсяг може бути переміщений за один оборот гвинта.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Маючи простішу конструкцію, спіральні транспортери містять менша кількість деталей, що контактують з матеріалом, що переміщається, що збільшує надійність та безвідмовність транспортних машин цього типу.

Пристрої для вивантаження сипких матеріалів, зокрема мінеральних добрив, поділяються:

*за способом віддачі матеріалу, що переміщається сили пересування:*

- приведення в дію за допомогою механізмів;
- пристрої, в яких матеріал рухається самопливом під дією власної маси;
- Устрою пневматичного транспорту, в яких силою пересування є повітряні потоки;

*за принципом докладання сили пересування та конструкції:*

- з тяговим механізмом (шнеком, спіраллю);
- без тягового механізму;

*у напрямку та шляху пересування матеріал:*

- вертикально зімкнуті (розташовуються у вертикальному напрямку і переміщують матеріали шляхом, що складається з одного або декількох прямих складових частин);

- горизонтально зімкнуті (розташовуються в одному горизонтальному напрямі на одному горизонтальній поверхні по зімкнутій лінії);

- об'ємні (розташовуються по всьому об'єму та переміщують матеріали по складній об'ємній доріжці з горизонтальними, похилими та вертикальними складовими частинами);

*за функціями та розташуванням на виробничій ділянці:*

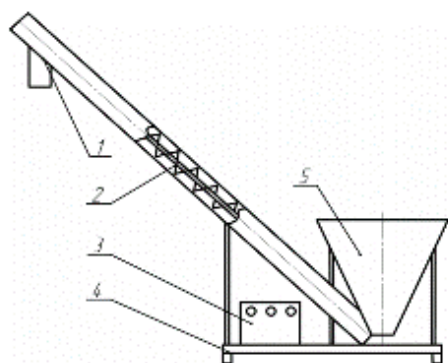
- нерухомі;
- рухомі, розподільні з власним циклічно зворотним фіксованим переміщенням (човникові);
- пересуваються;
- мобільні.

Навантажувач «Технолог-4000» (рис. 1) призначений для завантаження різних сипучих матеріалів на висоту 3400 мм, під кутом нахилу шнека 600, діаметр шнека становить 114 мм, встановлена потужність 2,7 кВт, об'єм приймального бункера становить 0,3 м<sup>3</sup>, продуктивність 4 м<sup>3</sup>/год, маса даного навантажувача трохи більше 200 кг.

Навантажувач сипучих матеріалів ПСМ-5 (рис. 2) механізації навантаження з бурта в кузов автомобіля або причепа, підйому на висоту, горизонтальне переміщення сипких матеріалів.

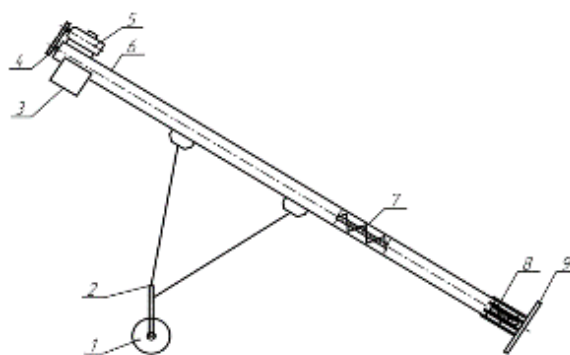
Довжина корпусу становить 5 м, продуктивність до 8 т/год, регульована висота підйому сипучого матеріалу 1...2,5 м, діаметр корпусу шнека 152 мм, частота обертання шнека 500 хв<sup>-1</sup>, маса навантажувача 224 кг.





1 – вивантажне вікно; 2 – шнек; 3 – пульт управління; 4 – рама; 5 – приймальний бункер

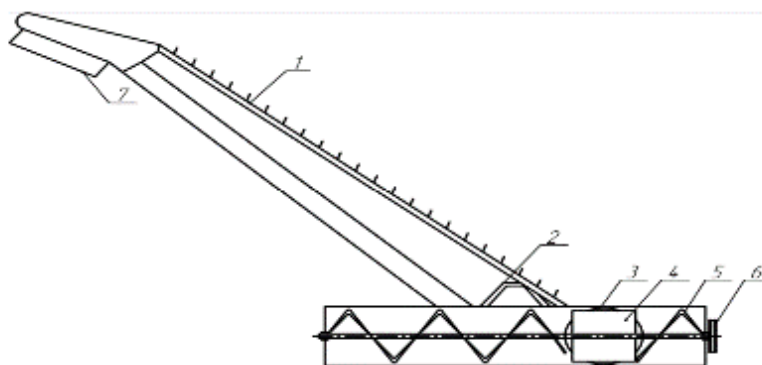
Рис. 1. Навантажувач «Технолог- 4000»



1 – ходова частина; 2 – рама; 3 – вивантажувальне вікно; 4 – ремінна передача; 5 – електродвигун; 6 – корпус шнека; 7 – шнек; 8 – захисні ґрати; 9 – опора

Рис. 2. Схема навантажувача сипких матеріалів ПСМ-5

Навантажувач ПЗН – 200 (рис. 3) призначений для навантаження зерна та інших легких сипких матеріалів із бурта у транспортні засоби. Завантажувач продуктивний та мобільний.



1 – стрічковий транспортер із планками; 2 – зчіпний пристрій із заднім наваженням трактора; 3 – кругле прохідне вікно; 4 – роторний відкидач сипучого матеріалу; 5 – стрічковий шнек; 6 – привід стрічкового шнека; 7 – вивантажне вікно

Рис. 3. Навантажувач ПЗН-200

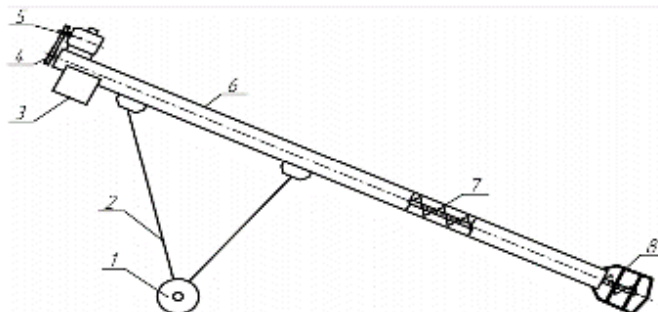
Навантажувачі шнекові складаються з ковшевого елеватора, стрічкового транспортера з поворотно-підйомним механізмом та колісним візком. Сипучий матеріал подається в завантажувальний бункер, де шнек, що безперервно обертається, надає рух потоку, переміщуючи його по трубі до вивантажувального вікна. Спеціальний гвинтовий пристрій дозволяє змінювати кут нахилу шнека, за рахунок чого транспортування може проводитися в похилому та горизонтальному режимі.

Навантажувач ПЗН - 200 має габаритні розміри 4x3, 5x1, 5 м, маса складає 700 кг, агрегується з тракторами ЮМЗ-6А, МТЗ-80 за допомогою зчеплення СА-1, привід здійснюється від валу відбору потужності, продуктивність складає 200 т/год.

Шнековий транспортер з електроприводом Т 206/3 (рис. 4) призначений

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 для переміщення будь-якого виду зерна, насіння та сипучих матеріалів на невелику відстань, для наповнення силосів, мішків тощо.

Застосовуються у фермерських господарствах та у невеликих складах. Характеризуються: великою продуктивністю, малою потребою потужності, низькими витратами експлуатації, можливістю роботи під різним кутом нахилу.



1 – ходова частина; 2 – рама; 3 – вивантажувальне вікно; 4 – ремінна передача; 5 – електродвигун; 6 – корпус шнека; 7 – шнек; 8 – захисні ґрати

Рис. 4. Шнековий транспортер Т206/3

Маса транспортера становить 83 кг, потужність приводу 1,5 кВт, частота обертання шнека  $451 \text{ хв}^{-1}$ , діаметр шнека 90 мм, продуктивність 9 т/год.

Недоліками даних транспортерів є висока енерго- та металомісткість, висока травмованість сипучого матеріалу, потрібне агрегування з тракторами, в даному випадку навантажувача ПЗН-200.

#### Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.А., Гаєк Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. 2013. Вип.135. С. 87 – 92.
3. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенко, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
5. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
6. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
  7. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
  8. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.
  9. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.
  10. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаєк Є.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О. Ковалишин С.Й. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.

**УДК 631.362.3**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВОГО ВОРОХУ НА ДВОАСПІРАЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ**

**Філіпась О.В. магістрант, Гаєк Є.А., к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Сучасна післязбиральна обробка зернових культур включає в себе використання сучасних двоаспіраційні повітряно-решітні зерноочисних сепараторів.*

Існуючі на ринку України зерноочисні машини отримали широке поширення через свою універсальність. Такі сепаратори можуть застосовуватися як для попереднього очищення зерна, так і для основної обробки. На них успішно готується як товарне зерно, так і насіннєвий матеріал при певних умовах.

Використання сучасних універсальних повітряно-решітних зернових сепараторів дозволяє знизити кількість машин в зерноочисній лінії і вести підготовку як насіннєвого зернового матеріалу, так і товарного зерна.

Післярешітна аспірація сучасних зернових сепараторів виконана у вигляді вертикального пневмосепарувального каналу, в якому застосовується всмоктуючий повітряний потік.

Обґрунтування ефективності післярешітної пневмосепарації за рахунок введення зернового вороху у вертикальний пневмосепаруючий канал.

На підставі досліджень пневмосистем універсальних сепараторів був вдосконалений двоаспіраційний повітряно-решітний зернового сепаратора МВУ-1500.

За основу була прийнята двоаспіраційна пневмосистема попереднього повітряно-решітного сепаратора на увазі її компоновання, що дозволяє знизити витрати енергії на пневмосепарації.

Аналізом конструкцій та технологічного процесу подібних зерноочисних машин різних виробників впливає, що підвищення ефективності роботи системи післярешітної пневмосепарації двоаспіраційної зерноочисної машини є перспективним напрямком удосконалення технічних засобів для післязбиральної обробки зернових культур.

Вдосконалена пневмосистема працює наступним чином. Встановлений за межами аспіраційної системи відцентровий вентилятор, який всмоктує і відбирає через повітропровід повітря з домішками та пилом осаджувальної камери першої аспірації. Всмоктуючий повітряний потік через канал післярешітної аспірації послідовно рухається через осаджувальну камеру другої аспірації в канал дорешітної повітряної очистки. Відібрані домішки поступають в осаджувальну камеру першої аспірації. Відсортоване зерно основної фракції після обробки на решітному стані направляється на подальшу обробку в канал післярешітної аспірації через завантажувальне вікно. Там з нього повітряним потоком відділяються залишкові легкі домішки і пошкоджене зерно, яке повітряним потоком виносяться в осаджувальну камеру другий аспірації. Очищене зерно виводиться з каналу післярешітної аспірації і надходить на додаткову обробку або зберігання.

### **Список використаних джерел**

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. с. 61-66.
3. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.
4. Мельник В.І. Багатодисковий розкидач мінеральних добрив з дозуючезрозкидаючими модулями / В.І. Мельник, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 1 (9), – 2018. с. 96-99.
5. Харченко С.А., Гаєк Е.А. Способ повышения эффективности процесса

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
- очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. 2013. Вип.135. С. 87 – 92..
6. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенко, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
  7. Мельник В.І. Удосконалення роторного розкидача органічних добрив / В.І. Мельник, О.А. Романащенко, О.І. Анікеєв, Г.В. Фесенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 59-62.
  8. Шуляк М.Л. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями / М.Л. Шуляк, А.Т. Лебедев, М.П. Артьомов, Є.І. Калінін // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, № 4, – 2016. с. 218-226.
  9. Мельник В.І. Нові можливості при сумісних посівах кормових культур / В.І. Мельник, В.І. Пастухов, М.О. Циганенко, О.І. Анікеєв, В.В. Качанов // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 32-36.

**УДК 631.**

## **МОДЕРНІЗОВАНА ДИСКОВА ПОСІВНА СЕКЦІЯ З Г-ПОДІБНОЮ СТІЙКОЮ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ**

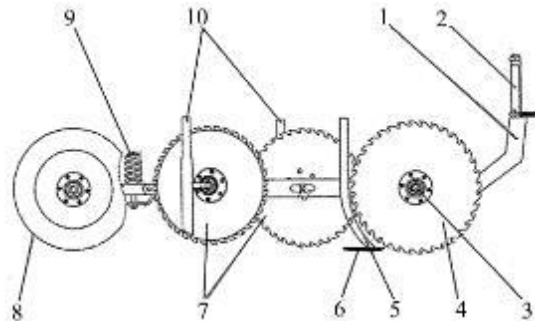
**Денисенко С.Д. магістрант, Дьяконов С.О. к.т.н., доцент,  
Пахучий А.М. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Основним конструктивним елементом посівної секції з урахуванням дисків є Г-подібна стійка, що включає вертикальну частину з встановленою на ній втулкою. За допомогою цієї втулки посівна секція кріпиться до рами сівалки і здійснюється поворот усієї конструкції при криволінійному русі посівного агрегату, що унеможливорює її поломку.*

До горизонтальній частині Г-подібної стійки спереду жорстко встановлена вісь, а на осі встановлений центральний гофрований дисковий ніж, призначення якого – розрізання рослинних залишків на поверхні ґрунту та коріння бур'янів рослинності, крім того дисковий ніж розпушує ґрунт, утворюючи борозну з поперечним перерізом у вигляді рівнобедреного трикутника з вершиною, зверненою вниз. За дисковим ножем встановлена стійка зі стрілчастою лапою, що йде на рівні нижче точки ножа. Стрілчаста лапа підрізає у ґрунті в зоні розміщення основного добрива та насіння кореневища бур'янів. По обидва боки горизонтальної частини Г-подібної стійки зі зміщенням щодо один одного позаду стрілчастої лапи встановлені осі посівних дисків, причому посівні диски встановлені під кутом до напрямку руху, а кути їх атаки можуть змінюватися, довжина осей посівних дисків може змінюватись при збереженні суми довжин

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
 рівної ширині міжряддя. У не робочій площини посівних дисків за допомогою кронштейнів прикріплені до горизонтальної частини Г-подібної стійки туконасіннепроводи. Нижні кінці яких розташовані над борознами, що утворюються посівними дисками (сошниками). Таке розташування туконасіннепровода виключає забивання їх ґрунтом. Загальна будова наведеної конструкції показана на рисунку 1.



1 – Г-подібна стійка, 2 – вісь стійки для шарнірного з'єднання, 3 – передня вісь зі втулками; 4 – центральний гофрований ніж; 5 – стійка; 6 – плоскорізальна стрічаста лапа; 7 – посівні диски (сошники); 8 – коток, що прикочує; 9 – регульована притискна пружина; 10 – туконасіннепроводи

Рис. 1. Принципова схема дискової посівної секції зернової сівалки:

До заднього кінця горизонтальної частини Г-подібної стійки шарнірно прикріплений повідець котка, що прикочує. Сила притискання котка до ґрунту регулюється пружиною. На дисковий ніж діють значні сили зі сторони ґрунту, якщо йдеться про пряму сівбу, тому з метою виключення поломки стійки у місці її вигину встановлено упор, що розвантажує горизонтальну частину.

Регулювання глибини посіву насіння забезпечується шляхом зміни положення рами посівної машини над поверхнею ґрунту, а також силою притискання катка до гребеня утвореного в результаті зсуву ґрунту посівними дисками до середини борозни. Глибина закладення добрив у розглянутому варіанті посівної секції на базі дисків не регулюється з тієї причини, що вимоги на глибину розміщення їх у ґрунті не настільки жорсткі, як для насіння - достатньо внести на глибину 0,12...0,15 м, а від рядка насіння на 0,02...0,07 м.

### Список використаних джерел

1. Пащенко В.Ф., Рожков А.О., Дьяконов С.О. та ін. Результати випробування сівалок прямої сівби в технологіях вирощування зернових культур / Вісник Академії інженерних наук України. – 2008. - № 1(35). – С. 43-46.
2. Дьяконов С.О., Пахучий А.М. Аналіз технологій вирощування зернових культур та конструкцій сівалок прямої сівби / Харків: ДБТУ, 2022. С 258-260.
3. Дьяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву / – Харків, 2007. – 20 с.
4. Ким В.В., Дьяконов С.А. К вопросу обоснования конструктивных параметров сеялки прямого сева // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України / Зб. наук. пр. – Вип.. 7 (21). – Дослідницьке, 2004. – С. 349-353.
5. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С., Блезнюк ОВ, Дьяконов С.О.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Дослідження впливу параметрів леза на енергетичні характеристики робочих органів культиваторів // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів» – Вип.4. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – С. 236-242.

6. Рожков А.О. Технологія виробництва продукції рослинництва / А.О. Рожков, Є.М. Огурцов, А.М. Свиридов, С.О. Дьяконов та ін. , за ред. професора, д-ра с.-г.- наук А.О. Рожкова. // Навч. посібник. Х.: Тім Пабліш Груп. 2017. 634 с.
7. Kozachenko O. Results of numerical modeling of the process of harvesting the seeds of flax by a harvester of the stripping type / O. Kozachenko, A. Pakhuchyi, O. Shkregal, S. Dyakonov, O. Bleznyuk, V. Kadenko // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. - 2019. - № 3(1). - С. 66-74.
8. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Viktor Ryndiaiev, Sergey Dyakonov, Mykola Stashkiv. Substantiation of the presence and parameters of seed guides in the openers, which increase the quality of sowing and yield / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1(112)). 2021. – p. 61–75.

**УДК 331.45**

## **АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ДЛЯ ДОЗУВАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Гаєк Є.А. к.т.н., доцент, Ільїн О.А. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд відомих конструкцій та режимів роботи дозаторів для сипучих матеріалів*

Дозатори виконують роль механічних пристроїв, для створення рівномірного коригованого перебігу матеріалу з бункера і випуску вимірювальної частини (дозы) сипучого матеріалу. Відмірювання може відбуватися за обсягом чи за масою.

У світі масово застосовується чималий різновид типів з різними технічними виконанням дозаторів, кожен із яких має свої досягнення при встановлених умовах роботи і способу вивантаження, але все ж таки універсального багатофункціонального рішення немає. Пристрій дозування відбирають у кожному різному прикладі залежно від властивостей сипучого матеріалу, подачі та виробничих характеристик.

Особливі типи дозаторів застосовують не тільки як незалежний пристрій, але й у спільній роботі з іншими пристроями для дозування, що надає складне дозування кількох інгредієнтів. У них є високий потенціал встановлення в потокові лінії.

В результаті проведення огляду відомих конструкцій та режимів роботи, допускається систематизувати дозатори сипучих матеріалів постійної дії за принципом роботи на основні типи:

- з тяговим органом (як робочий орган спіральна стрічка, пластини,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 скребки тощо);

- з робочим органом, що крутиться (шнек, диск);
- з робочим органом, що коливається, (вібраційні тощо);
- пневматичні, що працюють на принципі насичення сипучого матеріалу повітрям; при цьому сипкий матеріал спливає з пологого лотка, встановленого під бункером, як рідина.

Бункер може і не мати дозатора. В цьому у разі дозування відбувається за рахунок вільного закінчення матеріалу через отвір, що відкривається в дні бункера за допомогою заслінки.

Розглянемо основні типи дозаторів які представлені на (рис. 1), виходячи з аналізу представлена їх класифікація.

Стрічковий (рис. 1, а) – для стабільного дозування сипучих матеріалів та дозування відбувається за рахунок зміни товщини шару матеріалу за допомогою вертикальної заслінки або швидкості стрічки.

Пластинчастий (рис. 1, б) – для стабільного дозування важких, великих абразивних матеріалів. Дозування здійснюється так само, як і дозаторів стрічкового типу.

Дозатор що розгойдується (рис.1, в) – призначені для відмірювання з ємності сипучих матеріалів із насипною щільністю до  $2,6 \text{ т/м}^3$ . Вони просто сконструйовані, маю високу надійність та продуктивність, дозування відбувається за рахунок зміни ходу лотка.

Вібраційний (рис.1, г) – для дозування твердих та зернистих сипких матеріалів, також застосовуються з спонукачем, призначеним для розвантаження важкосипучих матеріалів, схильних до утворення склепінь та налипання над випускним отвором. Зміна порції може забезпечуватися автоматично зміною діапазону амплітуди та частоти вібрації.

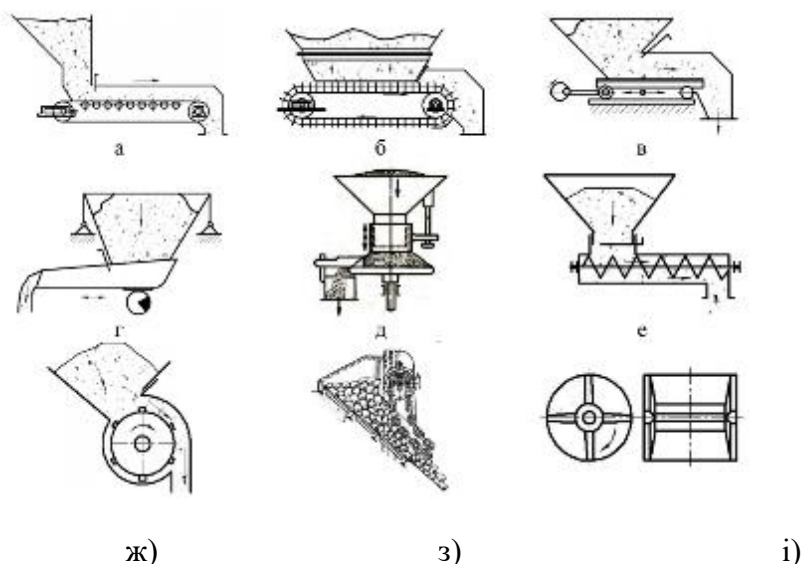


Рис.1. Основні типи дозаторів

Тарілчастий (рис. 1, д) – для дозування твердотільних, сипких та поганосипких матеріалів з насипною щільністю до  $2,5 \text{ т/м}^3$ , функціонує під натиском матеріалу з бункера, подача змінюється за рахунок зміни позиції



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 знімної заслінки та частоти обертання робочого органу.

Гвинтовий (рис. е) – для дозування пилоподібних, зернистих, дрібнокускових вантажів. Регулювання за рахунок зміни частоти обертання гвинта та переміщення заслінки.

Барабанный (рис. 1, ж) – для дозування поганосипких зернистих і дрібних матеріалів та з хвилястою поверхнею циліндра для великих матеріалів. Подача пропорційна перерізу висоти шару матеріалу та частоти обертання барабана

Ланцюговий (рис. 1, з) – для дозування однотипних твердотільних матеріалів, подача залежить від частоти обертання зірочки.

Лопатевий (рис.1, і) – для дозування порошкоподібного матеріалу з високою щільністю. Подача залежить від частоти обертання лопатей

### Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенко, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.
8. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистит. машин. – 2015.
9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаєк Є.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
- Ковалишин С.Й. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.
10. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаек // Инженерія природокористування. 2015. —№ 1 (3). С. 123-127.
11. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенко Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаек Є. А., Сорокотяга Г. В. Оцінка якості роботи борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 180 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2017. С. 274-282.
12. Харченко С.О., Гаек Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин/ Харченко С.О., Гаек Е.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. –Харків:ХНТУСГ, 2013. – С.87-92.

**УДК 331.45**

## **ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ**

**Гаек Є.А. к.т.н., доц, Логвінюк О.А. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Добрива - речовини, що застосовуються для поліпшення живлення рослин, властивостей ґрунту, підвищення врожаїв. Ефект добрив досягається віддачею відсутніх хімічних компонентів рослинам, які необхідні їх росту та розвитку. У всіх сільськогосподарських підприємствах.*

Попитом користуються добрива органічні, що збагачують ґрунт азотом і негативно позначаються на зростанні бур'янів, і мінеральні, що містять один елемент або групу елементів.

У зв'язку з різким скороченням поголів'я тварин (великого рогатого худоби - у 2,3 рази, свиней - у 2,4, овець і кіз - у 3,4 рази) вихід гною скоротився, а необхідно вносити не менше 15 т/га. встановив, що підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 37...55 %, можна з допомогою внесення органічних добрив. Дослідження питання нестачі органічних добрив показали, що можна зменшити дози внесення добрив за рахунок суміші органічних та мінеральних добрив. Тому пропонується вносити збалансовані органо-мінеральні добрива, що мають у своєму складі органічну речовину та мінеральні сполуки, які пов'язані хімічно або абсорбаційно. В результаті можна зменшити дози внесення органічних добрив, і досягти високої агрохімічної ефективності та підвищити засвоюваність мінералів.

Спільне застосування органічних і мінеральних добрив може

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 здійснюватися в різних формах. Все залежить від особливості удобрюваних культур і ґрунтів. Дослідження дослідних установ та практика передових господарств доводить, що застосування готових гранульованих органо-мінеральних добрив дає позитивний ефект.

Агротехнічна наука знає багато різних способів внесення органічних та мінеральних добрив. На початку 2000-х поступово запроваджуються в експлуатацію комбіновані агрегати, що дозволяють поєднувати відразу кілька операцій, наприклад, висів насіння і внесення добрив. На сьогоднішній день такі машини досить ефективні, але мають складну конструкцію і потребують попередньої підготовки поля.

Найбільш простим у технічному виконанні та досить ефективним способом внесення органічних та мінеральних добрив є поверхневий, із застосуванням кузовних розкидачів. Раціонально використовувати органо-мінеральні добрива неможливо без забезпечення сільськогосподарських підприємств машинами, що забезпечують підготовку, транспортування, навантаження та внесення. Перспективою розвитку досліджень у цьому напрямі є підвищення рівномірності розподілу добрив по полю з одночасним збереженням продуктивності.

У багатьох країнах світу, у тому числі і в Україні, використовують розкидачі гранульованих добрив із робочими органами у вигляді дисків, змонтовані на вертикальній осі обертання. Однак у таких робочих органів є істотний недолік: при збільшенні кількості добрив, що подаються, частина матеріалу не встигає досягти поверхні лопаток і сходить прямо з диска, не розігнавшись до необхідної швидкості. Для усунення цієї проблеми рекомендується використання роторних робітників органів на горизонтальній осі обертання.

У зв'язку з цим актуальність дослідження полягає у вдосконаленні процесу розподілу гранульованих органо-мінеральних добрив роторними робочими органами горизонтальної осі обертання.

### **Список використаних джерел**

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дукаг-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
  5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
  6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
  7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.

**УДК 331.45**

## **ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ТА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

**Гаєк Є.А. к.т.н., доц, Логвінюк О.А. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Рівномірний розподіл добрив поверхнею поля - основний критерій дозволяє отримати якісний урожай, тому їх підвищенням займалося багато вчених. Нерівномірність вище 25 % призводить до нерівномірного врожаю по всій ділянці, який здійснюється внесення.*

Через різницю у кількості викинутих на ділянках добрив, рослини розвиваються по-різному. Тому рівномірне внесення – запорука гарного та якісного врожаю. Нерівномірне внесення, наприклад, мінеральних добрив, спричиняє екологічні проблеми. Так, надлишки добрив вимиваються підземними водами, розкладаються в ґрунті, утворюючи леткі продукти, і надходять в атмосферу, що спричиняє негативні впливи на здоров'я людини.

Надлишок азотного та фосфорного добрива більшою мірою впливає на забруднення ґрунту. У ґрунті накопичується велика кількість  $P_2O_5$ , який, потрапляючи у водоймища через стічні води, забруднюють їх, стимулюють надмірне цвітіння водних рослин і робить водойму непридатним для харчового вживання.

Надлишок добрив на деяких ділянках викликає вилягання рослин, особливо це стосується колосових. Зростає маса надземної частини рослини, що призводить до великого навантаження на нижню частину стебла та її перегину. Це спричиняє складність при збиранні зернових культур комбайном.

Систематичний нерівномірний розподіл органічних добрив призводить до негативних наслідків та утворення у ґрунті великої кількості засвоюваного азоту.

Основною властивістю добрив, що впливає на аеродинамічні якості частинок, дальність їхнього вильоту і траєкторію польоту, є коефіцієнт парусності.

Гранулометричний склад - властивість сипких добрив, що забезпечує рівномірне надходження добрив до робочих органів, особливо відцентрових розкидачів. У зв'язку з відмінністю фізико-механічних властивостей компонентів сипучих гранульованих добрив

відбувається сильне їх розшарування, що негативно позначається при транспортуванні, завантаженні та внесенні. Гранульовані мінеральні та органо-мінеральні добрива вимагають коректного зберігання, транспортування, змішування та внесення. Крім того, при внесенні добрив відцентровими робочими органами деякі гранули руйнуються внаслідок удару. Дроблення, що підвищує масу порошкоподібної фракції, змінюючи фізико-механічні та технологічні властивості добрив. Дослідження показали, що при внесенні мінеральних добрив до 11 % гранул руйнуються, сприяючи тим самим втраті біологічних властивостей та підвищенню нерівномірності розподілу їх по полю.

Найважливіша властивість добрив, що впливає на динаміку їх викиду та поділ частинок за фракціями, - Коефіцієнт тертя. У роботі встановлено вплив сили тертя на сепарацію частинок, зумовлений різницею швидкостей руху та секторів метання частинок з різним коефіцієнтом тертя.

Ще один показник, що впливає на динаміку руху частинки добрива по робочому органу, - вологість та вологоємність. З вологістю взаємопов'язані всі інші критерії та фізико-механічні властивості гранульованих добрив.. Відхилення від цих показників веде до псування добрив та зміни їх фізико-механічних властивостей. Вологість та вологоємність добрив безпосередньо залежать від їх гігроскопічності, за високої ступеня якої добрива схильні до спостереження, погіршується міцність, щільність гранул і розсіювання їх по полю. В результаті нерівномірність внесення виходить за межі допустимих меж.

### **Список використаних джерел**

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дукаг-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорочотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
  5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
  6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
  7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.

**УДК 631.362.3**

## **СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Гаєк Є.А. к.т.н., доц, Сірий О.І. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Відділення домішкових частинок із зернового вороху засноване на різниці їх фізико-механічних властивостей із зернівками основної культури. Цей принцип є основою роботи різних зерноочисних машин, що розділяють компоненти за ознаками різниці аеродинамічних властивостей частинок, їх розмірів, форми, властивостей поверхні, щільності, електричних властивостей*

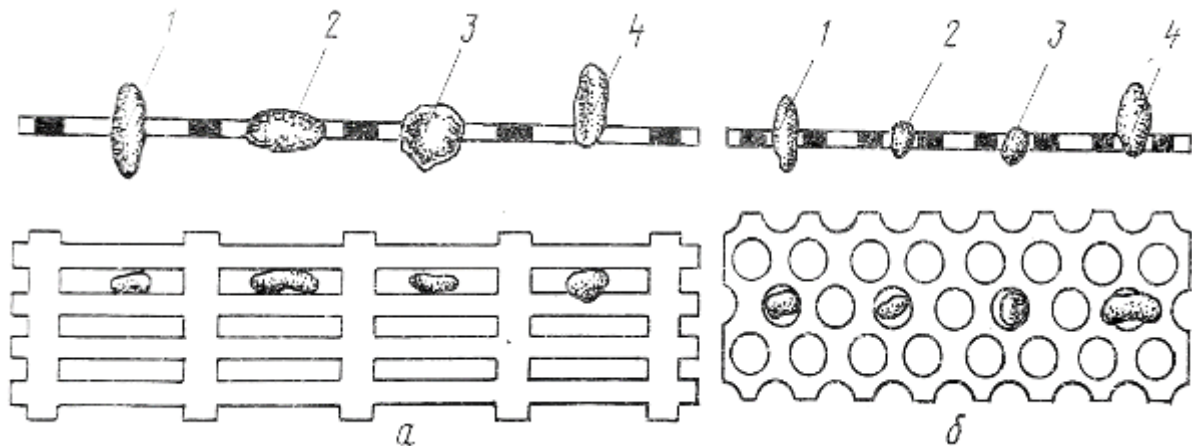
Зерновий ворох після збирання являє собою полікомпонентну суміш, яка складається з насіння основної культури, насіння сторонніх культурних та бур'янистих рослин та смітєвих домішок органічного та мінерального походження. Насіння основної культури може містити здорове насіння, пошкоджене, щупле або порожнє, насіння в плівках. Неповноцінні зерна основної культури та зерна інших культур відносять до зернової домішки. До бур'яну домішку відносяться грудочки землі, галька, частинки руди та шлаку, частини стебел, ости, плівки, частини листя, насіння дикорослих (смітєвих) рослин, шкідлива домішка.

Смітєва домішка, особливо органічного походження, є сприятливим середовищем для розмноження шкідливих мікроорганізмів, що призводить до передчасного псування зерна при його зберіганні. Тому свіжоприбрану зернову купу необхідно відразу піддавати післязбиральному очищенню та сушінню у разі підвищеної вологості. Від залишкового вмісту бур'янів, зернових, важковідокремлених домішок залежить якість одержуваної продукції, що визначає її ціну реалізації: клас для продовольчого зерна та категорія якості для посівного матеріалу, що регламентуються державними стандартами.

Відділення домішкових частинок із зернового вороху засноване на різниці їх фізико-механічних властивостей із зернівками основної культури. Цей принцип є основою роботи різних зерноочисних машин, що розділяють компоненти за ознаками різниці аеродинамічних властивостей частинок, їх розмірів, форми, властивостей поверхні, щільності, електричних властивостей

Відділення домішок за допомогою повітряного потоку можливе у разі різниці аеродинамічних властивостей частинок основної культури та легких домішок, які характеризуються швидкістю витання, при якій частка знаходиться в зваженому стані всередині висхідного повітряного потоку. Принцип роботи зерноочисних машин, що розділяють компоненти зерноsumіші за аеродинамічними властивостями заснований на приміщенні зерноsumіші у вертикальний, похилий або горизонтальний повітряний потік і збір фракцій зернового матеріалу різних місцях залежно від своїх властивостей. Цей принцип використовується при очищенні зерна в повітряній частині всіх повітряно-решітних машин, у пневмосепараторах типу БПС продуктивністю від 1,5 до 10 т/год, САД-10, САД-30, МС-50/30 «Діамант», ПСПБ-10, АЛМА 5-50 та ін.

На основі різниці поперечних розмірів зерновок відокремлюють домішки за допомогою решіт (рис. 1).



а - решета з довгастими отворами, б - решета з круглими отворами; 1, 2, 3 – насіння проходить крізь отвори решета; 4 – насіння не проходить крізь отвори решета

Рис. 1. Поділ насіння на решітках

Для поділу частинок за товщиною (найменший розмір зернівки) застосовуються ґрати, що мають довгасті отвори. Для поділу компонентів по ширині частинок (більший поперечний розмір) призначені ґрати з круглими отворами.

Повітряно-решітні зерноочисні машини, що поєднують у собі способи відділення домішкових компонентів за різницею аеродинамічних властивостей та поперечних розмірів частинок зерноsumішей, складають основу практично всіх зерноочисних технологій. За відсутності в зерновому воросі важковіддільних бур'янів ці машини забезпечують доведення зерна

до кондиції по засміченості, що висуваються до продовольчого зерна. У складі зерноочисних агрегатів у сільгосппідприємствах найбільшого

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 застосування отримали повітряно-решітні машини російського (МЗС-25М, ЗВС-20М, ОВС-25С, СВУ60-250, СВП-150-200, СВТ-40, МУЗ-16 та ін.) та зарубіжного (Petkus К 218, К 531, К 547 та ін) виробництва.

Розділити компоненти зерносуміші, що відрізняються довжиною частинок допомогою обертових пористих поверхонь. Для реалізації цього способу очищення призначені зерноочисні машини – трієри. Існує кілька видів конструкцій трієрів: циліндричні, дискові, лопатеві, стрічкові, гвинтові. В умовах сільгосп товаро виробників у технологіях післязбирального підробітку зерна, а також на насіння обробних лініях, крупозаводах, елеваторах, застосовуються циліндричні та значно рідше дискові трієри.

За наявності у свіжоприбраній зерновій купі важковіддільних домішок, відрізняються від зерновок основної культури довжиною, отримати якісний посівний матеріал можливо лише із застосуванням трієрного очищення. До таким домішкам, частинки стебел бур'янів, лялька, гречка в'юнкова, сорго, колоті частки основної культури.

### Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко та ін. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника ДукаТ-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко та ін. // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв та ін.. За ред. С.О. Харченка. Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.
6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
7. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.
8. Гаєк Е.А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
2015.

9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаек Є.А. та ін. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.
10. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаек // Инженерия природокористування. 2015. № 1 (3). С. 123-127.

**УДК 631.362.3**

## **АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Гаек Є.А. к.т.н., доц, Сірій О.І. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Об'єктивна та детальна оцінка фізико-механічних властивостей робочих середовищ має важливе значення для тлумачення сутності досліджуваних процесів та вироблення практичних рішень.*

Результати досліджень, які мають деяку універсальність та довготривалість використання, повинні бути «прив'язані» до об'єктивно оцінених властивостей робочого середовища. Без цього не можна вирішувати завдання проектування технологій. При проектуванні та модернізації зерноочисних технологій основним лімітуючим параметром є технологічна висота. Вона пов'язана з властивостями робочого середовища та важлива з економічної точки зору, оскільки необґрунтоване завищення технологічної висоти зерноочисного комплексу збільшує пропорційно його вартість. У той же час необґрунтоване заниження проектної висоти пов'язане з ризиками зниження технологічної надійності обладнання та навіть ризиками втрати працездатності

Аналіз існуючих можливостей контролю кута природного контролю сипких матеріалів показує наступне:

- у більшості випадків при визначенні кута природного укусу сипучих матеріалів формується контрольна фізична модель у вигляді насипного конуса;
- у всіх випадках при формуванні насипного конуса не контролюється і не визначається динаміка насипання досліджуваного матеріалу, яка істотно впливає на результати вимірів;

- кут природного укусу визначають по-різному, включаючи замір нахилу утворює конуса, виміри основи та висоти насипного конуса з наступним розрахунком кута природного укусу та ін;

- форма насипного конуса ідеалізується, не враховуються та не обумовлюються властивості матеріалу, форма частинок, властивості опорної поверхні;

- вершина насипного конуса при динамічному впливі фінішними порціями досліджуваного матеріалу може зміщуватися та «просідати», порушуючи (викривляючи) форму утворюючих;

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
– частинки великого переліку сипких матеріалів можуть розкочуватися по опорної поверхні, перетворюючи контур вертикального осьового перерізу «конуса»

у синусоїду. До таких матеріалів відносяться домішки та компоненти, що досліджуються нами – насіння сорго, гірчиці, вікі та ін.

### Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко та ін. // Вісник ХНТУСГ, Вип. 156, 2015. с. 174-179.
2. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.
3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
4. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.
5. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоочного циклона. – 2015.
6. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.
7. Гаєк Е.А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник ХНТУСГ. 2015. №. 157. С. 203-208.
8. Гаєк Е.А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. 2015.
9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаєк Є.А. та ін. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.
10. Гаєк Е.А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин // Інженерія природокористування. 2015. № 1 (3). С. 123-127.

## ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАКТОРНИХ ПОЇЗДІВ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Горбатко Д.В. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*Висока аварійність при маневруванні автотракторних поїздів пов'язана зі значними габаритами автопоїздів за довжиною та наявністю рухомих зв'язків у площині руху між тягачем та причіпними ланками автопоїзда.*

Як показує аналіз аварійності автотракторних поїздів, основною причиною аварій є порушення стійкості їх руху як за прямолінійного руху (виїзд на зустрічну смугу, сходження за межі дорожнього полотна та ін.), так і особливо при криволінійному (втрата поздовжньої та поперечної стійкості, виїзд на зустрічну смугу, перекидання тощо) руху по трасі.

Перекидання транспортного засобу може статися як у поздовжній, так і в поперечній площині. Перекидання в поздовжній площині відносно задньої осі відбувається в момент, коли сила тиску передніх коліс на дорогу зменшується до нуля. Практично до початку перекидання настає буксування коліс на підйомі, транспортний засіб сповзає назад внаслідок недостатнього зчеплення коліс із дорогою.

У процесі аналізу даної проблеми встановлено, що оптимізація конструктивно-технологічних параметрів транспортувальних та транспортованих засобів (тягачів та причепів) практично не спрямована на підвищення безаварійності їх роботи (внаслідок вищезазначеного жорсткого фіксування конструктивно-технологічних параметрів транспортних засобів) – це давно сталий тренд, порушувати який не вигідно з фінансових, технологічних та інших причин. Одночасно варто відзначити, що дана оптимізація, на жаль, аж ніяк не забезпечує необхідного рівня безпеки руху транспорту на дорогах (особливо автотранспортних поїздів).

Важливою вимогою щодо умов безпеки руху автомобільних і тракторних поїздів є допустима величина бічних відхилень при поперечних коливаннях (вилянні) причепа. Цей вид порушення стійкості руху збільшує габаритну смугу руху транспортного засобу, сприяє бічному ковзанню і, отже, може створювати загрозу безпеці руху як самому транспортному поїзду, так і зустрічному транспорту, що обганяє.

### Список використаних джерел

1. Kaoru S., Yoshiaki S. Application of active yaw control to vehicle dynamics by utilizing driving/breaking force. JSAE Rev, 1999, vol. 20 (2). P. 289-295.
2. Подригало М.А., Полянський О.С., Дубінін Е.О., Молодан А.О., Задорожня В.В., Холодов М.П., Хворост О. І. Керованість та стійкість тракторів і тракторних поїздів. Монографія. Х.: ХНТУСГ імені Петра Василенка, 2018. 279 с.

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВІТЧИЗНЯНОГО ТРАКТОРОБУДУВАННЯ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Литовченко В.О. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*Відставання від світових показників вітчизняного тракторобудування є значним, тому в результаті реформ в сільському господарстві визначилася тенденція зниження парку тракторів.*

Справжній тракторний парк сільськогосподарських підприємств в своїй історії має як розвиток, так і деградації. Комплектування тракторного парку та його подальший розвиток реалізується на основі вивчення та вдосконалення типажу, побудованого за класом тяги. Функціонуюча система технологій і машин визначає десять тягових класів в діапазоні від 0,2 до 8,0 [1]. Встановлений типаж охоплює всі види робіт, для всіх форм організацій, від індивідуального споживача до агрохолдингів.

Технологічний науковий прорив і наукові досягнення 60-70-х років ХХ століття викликані трьома складовими (широке поширення ЕОМ, теорія ймовірності і тензометрування), два останніх із загального переліку свої можливості практично вичерпали. Науковий прогрес, пов'язаний з бурхливим розвитком ЕОМ і глобальна комп'ютеризація, які і визначають розвиток науки о сільськогосподарських тракторах. У всьому світовому просторі широко використовуються методи і алгоритми інженерних розрахунків в комп'ютерному просторі (в областях кваліметрії, кінематики, надійності, безпеки та ін.). На плечі вчених лягає важливе завдання, використання ЕОМ для звичайних інженерних розрахунків і написання комп'ютерних програм зрозумілих для простого споживача.

Розвиток тракторобудування складається з трьох етапів. Перший етап включає в себе трактора тягової концепції – перше покоління тракторів, яке прийшло на зміну живої тягової сили. Сучасні трактора відносяться до тракторів другого покоління, які мають властивості машин тягово-енергетичної концепції. Третє покоління – це трактори енергетичної концепції, характеризуються ще більш високою енергонасиченістю і подальшим зниженням властивостей тягача.

Для ефективного використання тракторів третього покоління питання використання «надлишку» потужності в технологічному процесі, ще більшого в порівнянні з тракторами другого покоління, стане на багато гостріше.

### Список використаних джерел

1. Кузнецов Н.Г. Теорія тягового балансу енергонасичених колісних тракторів під час роботи на важких ґрунтах. Навчальний посібник. Харків, 2005. 145 с.

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ НА ТРАНСПОРТНИХ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОБОТАХ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Стеценко М.В. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*На основі здійсненого аналізу було з'ясовано, що збільшити ефективність застосування мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) при виконанні транспортних і транспортно-технологічних робіт можливо шляхом перерозподілу зчпної ваги, яка прикладається до рушія засобу, і це є одним із найперспективніших напрямків.*

Ефективність використання МЕЗ при транспортних операціях у сільськогосподарському виробництві обґрунтовується їх здатністю швидко пересуватися, як по дорогах з удосконаленим покриттям, так і по ґрунтових сільськогосподарських і дорогах на полі.

На ефективність використання МЕЗ на транспорті впливають такі чинники: природно-кліматичні умови, швидкість руху, енергетичні показники МЕЗ, тягові властивості, відстань перевезення вантажу, вантажопідйомність тощо. Автори багатьох досліджень дійшли висновку, що ефективність роботи транспорту та технологічне оснащення агрокомплексу можна підвищити за рахунок скорочення номенклатури видів вантажів та комбінування транспортної діяльності, що відповідно зменшить транспортні витрати. зменшити потребу в рухомому складі. Одним із найбільш складних і напружених завдань у сільському господарстві є останній етап землеробства – збір урожаю. У МЕЗ, з метою зниження тиску на ґрунт та буксування, використовують шини широкого профілю, низький тиск у шинах. На окремих моделях мобільних енергетичних засобів використовують подвоєні колеса.

У роботах [1, 2] зазначається, що одним із способів збільшення тягово-зчпних властивостей та зменшення впливу на ґрунт є збільшення зчпної ваги агрегату за рахунок застосування додаткового ведучого мосту та перерозподілу частини ваги сільськогосподарської машини між енергозасобом та машиною, що дає можливість вирішити завдання короткотермінового зниження сили опору руху агрегату без зміни параметрів і якості оброблення ґрунту, а, таким чином, підвищити продуктивність і ефективність використання колісних тракторів

### Список використаних джерел

1. Ребров О.Ю. Б.І. Кальченко, О.Ю. Ребров, А.П. Кожушко. Вплив плавності ходу колісних тракторів на навантаженість трансмісії / Автомобільний транспорт, вип. 41, 2017, – С. 30-37.
2. Шуляк М.Л. Методи використання надлишкової потужності двигуна енергонасиченого трактора. Вісник ХНТУСГ. 2014. Вип.146. С. 219 – 226.

## НАВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ МОБІЛЬНОГО ЗАСОБУ КОНСТРУКТИВНО ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ НА ЙОГО ПЕРЕМІЩЕННЯ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Фесенко С.Г. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*Режим раптового навантаження колісної рушійної установки динамічною масою має значний вплив на характеристики зміни прискорення, кутової швидкості та потужності.*

Динамічні перевантаження, визначаються за з метою покращення якісних показників колісних рушійів. Важливими вважаються наступні три фактори: зменшення ковзання, додаткове притискання шини до опорної поверхні, тим самим покращуючи зчеплення з опорною поверхнею, збільшення впливу тангенціальних сил тяги на процес руху та збільшення моменту опору коченню рушійної системи.

Для визначення таких навантажень нами використана методика вимірювань: сили поштовху, прискорення, швидкості, тягового зусилля, потужності.

Прискорення має змінні вібраційні характеристики як для першого, так і для другого режимів  $a_p = 3,84 \text{ м/с}^2$ , кутова швидкість колісного рушія  $\omega = 1,627 \text{ рад/с}$ ,  $a_p = 0,0027 \text{ м/с}^2$  та  $\omega = 1,62 \text{ рад/с}$  для режиму плавного навантаження. режим різкого навантаження збільшує динаміку руху. Це свідчить про сильну дію динамічних мас на гребний вал і створює можливість значно збільшити реалізацію крутного моменту на колісному рушії за тих самих умов.

Така сама картина спостерігається для зміни кутової швидкості колісного рушія, при плавному режимі навантаження відбувається не значне коливання швидкості та спостерігається досить рівномірний рух лабораторної установки при виході її на усталений режим.

Шляхом зміни кута відхилення пружного елемента від напрямку дії гравітаційної складової до осередку плями контакту та абсолютного відхилення довжини пружного елемента між впадинами і виступами гребінки від встановленого значення  $\Delta l$ , встановлювалося змінення дотичної сили тяги на колесах лабораторної установки.

Для підвищення ефективності переміщення мобільний засіб з колісними рушіями доцільно рекомендувати плавний режим навантаження з періодичним різким впливом на процес переміщення за допомогою динамічної ваги.

### Список використаних джерел

1. Петров Л.М., Борисенко Т.М. Основні напрямки удосконалення конструкції колісного рушія. Аграрний вісник Причорномор'я. зб. наук. праць. Одеса, 2010, №55. С.40-45.

## ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПІД ЧАС РУХУ КОЛІСНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Чижма Є.А. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*Розвитку ефективності стабілізації машинно-тракторного парку зумовлює необхідність оптимізації функціональних характеристик та режимних параметрів техніки, що експлуатується на схилах.*

Аналіз способів та технічних рішень поліпшення курсової та поперечної стійкості, проведених у сучасному рівні техніки показує, що відомо достатню кількість прийомів та методів, що володіють науковою новизною. Так проблему стійкості руху по похилій поверхні пропонується вирішити за допомогою кратного примусового відхилення вектора напрямку руху ведучого колеса від заданого напрямку руху.

Однак знос, сповзання і нищпорення агрегату, що збільшується, з відхиленням від технологічного коридору також призводять до підвищеної питомої ефективної витрати палива, зниження продуктивності агрегату та зменшення врожайності оброблюваних культур [1].

Використання баластування коліс, здвоювання рушіїв та переобладнання універсального трактора в низькокліренсний варіант за допомогою встановлення коліс зменшеного діаметра з одночасним розширенням колії, за допомогою чого досягається зниження центру ваги і, отже, підвищення стійкості руху МЕЗ також не є основним способом поліпшення технологічних характеристик, оскільки їх застосування збільшує масу МЕЗ та питому витрату палива.

Закордонними виробниками розроблені та пропонуються на ринку модифікації тракторів з автоматичним зміщенням баласту, як у поперечній, так і поздовжній базі залежно від режиму роботи трактора [2]. Однак ця конструкція має високу вартість і не може бути придбана сільськогосподарськими організаціями з невисокою прибутковістю та невеликими посівними площами.

Проведений огляд показує, що всі розглянуті способи мають достатню технічну складність при реалізації закладених у них принципів і малосумісні з ефективним застосуванням в умовах ресурсозберігаючих технологій.

### Список використаних джерел

1. Погорілій Л.В. Випробування сільськогосподарської техніки: науково – методичні засади оцінки та прогнозування надійності сільськогосподарських машин / Л.В. Погорілій, В.Я. Анілович. Київ Фенікс, 2004. 208 с.
2. Krombholz K. Fahrmechanische Betrachtungen zum Feldhacksl ereinsatz am Hang. Dtsch, Agrartechn, M Bd 14, 1964. №7. P. 310–314.

## ЕФЕКТИВНІ ТРАКТОРНІ БЕЗСТУПІНЧАСТІ ГІДРООБ'ЄМНО-МЕХАНІЧНІ ТРАНСМІСІЇ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор, Чікір І.В. магістрант

*Сумський національний аграрний університет*

*Використання гідрооб'ємно-механічні трансмісії повнопотокового типу, яке реалізується різними, але загалом не численними, структурно-функціональними схемами, обмежене невисоким ККД таких гідрооб'ємних трансмісій.*

Ефективною безступінчастою гідрооб'ємно-механічна трансмісія є «Fendt-Vario» для низки універсально-просапних тракторів Favorit (моделі 916, 920, 923, 926, 1050) потужністю 191-375 кВт (260-500 к. с.), відповідних тяговим класам 30...60 кН.

Оригінальність розглянутої гідрооб'ємно-механічної трансмісії є використання одного регульованого насоса і двох регульованих гідромоторів з максимальним відхиленням блоку циліндрів до 45°. Рушання трактора відбувається у режимі повного потоку потужності від двигуна крізь гідрооб'ємну передачу.

Робочий і транспортний діапазони є двопотоковими, проте у процесі розгону трактора кут нахилу блоку циліндрів гідромоторів зменшується до 0 і на максимальній швидкості (50 км/год.) гідрооб'ємно-механічна трансмісія працює як ланцюг механічних редукторів.

Рушання трактора відбувається в повнопотоковому режимі роботи гідрооб'ємної передачі – параметр регулювання гідронасоса  $e_1$  починає змінюватися від 0 (у момент рушання) за умов постійних параметрів регулювання обох гідромоторів  $e_2 = 1$ . Із зростанням  $e_1$  від 0 до 1 гідрооб'ємно-механічна трансмісія працює як двопотокова. Втім, зменшення  $e_2$  від початкового значення 1 до 0 сприяє активному підвищенню кутової швидкості підсумкового вала і тягових коліс.

Весь потік потужності, за винятком втрат, проходить від двигуна до провідних коліс тільки завдяки механічній вітці, то забезпечується максимально можливий ККД гідрооб'ємно-механічної трансмісії.

Для двопотокових дводіапазонних тракторних гідрооб'ємно-механічних трансмісій це значення ККД не перевищує 0,80–0,83. У «Fendt-Vario» цей максимум досягається навіть у режимі 75 % проходження потужності двигуна крізь гідрооб'ємну передачу.

### Список використаних джерел

1. Самородов В.Б., Бондаренко А.І. Перспективні гідрооб'ємно-механічні трансмісії для колісних тракторів сільськогосподарського призначення. Автомобільний транспорт. Вип. 32. 2013. С. 12-17.



## ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ АГРЕГАТІВ

Шуляк М.Л., д.т.н., професор

*Сумський національний аграрний університет*

*Головною проблемою забезпечення функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів, навіть з використанням закордонних мобільних засобів, є коректне обґрунтування функціональних критеріїв, які дозволять з єдиної позиції оцінити ефективність виконання технологічної операції.*

В процесі розвитку сільськогосподарського виробництва роль транспорту неухильно підвищується. Застосування на транспортно-технологічних операціях енергонасичених мобільних засобів закордонного виробництва призвело до появи негативних наслідків для вітчизняного виробництва тракторів. Тому доцільно розробити наукові основи, що дозволять забезпечити виробництво нових вітчизняних універсальних багатофункціональних засобів, що відповідають сучасним потребам ринку та мають можливість конкурувати з закордонними аналогами.

Значне підвищення енергонасиченості мобільних засобів закордонного виробництва зміщує акценти досліджень у бік впливу швидкості руху на тягово-зчіпні властивості рушії та обмеження максимальної потужності, що передається колесом по зчепленню. Тобто теоретичне та експериментальне обґрунтування енергетичних можливостей рушії з врахуванням специфіки агрофону та властивостей ґрунту. Дослідження в даній галузі доводять, що збільшення агротехнологічної швидкості руху призводить до поступового збільшення тягового опору сільськогосподарської машини та зміну тягово-зчіпних властивостей рушії. Необхідно звернути увагу, що для багатьох мобільних засобів закордонного виробництва властиве значне перевищення потужності їх двигуна у порівнянні з можливою потужністю по зчепленню, також для оговорених двигунів властивий суттєвий запас крутного моменту, який доходить до 50 – 55%. Таке перевищення енергонасиченості, для визначеного агрофону, призводить до зменшення ККД, через не повне використання потужності двигуна при обмеженні тягових властивостей рушії по зчепленню.

Головною проблемою забезпечення функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів, навіть з використанням закордонних мобільних засобів, є коректне обґрунтування функціональних критеріїв, які дозволять з єдиної позиції оцінити ефективність виконання технологічної операції. Їх властивості (якість виконання, продуктивність, витрати палива), залежать від початкових агротехнічних вимог, властивостей ґрунту та способу агрегування. Тобто, функціональні параметри повинні надавати вичерпну інформацію, як про стан агрегату, так і про необхідність застосування керуючих

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 впливів з боку оператора. На основі запропонованих критеріїв необхідно розробити: рекомендації, які спрямовані на модернізацію вітчизняних моделей тракторів з підвищенням їх багатофункціональності та технічного рівня; методологію вибору режиму роботи агрегату з врахування динамічних факторів та зміни маси вантажу.

Дослідження проблеми формування функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів дало змогу визначити проблеми, вирішення яких дозволить підвищити паливну економічність та якість виконання технологічної операції. Головна ідея полягає в тому, що, для різних способів агрегування та компонування агрегату, забезпечення його функціональної стабільності формується за рахунок зменшення області функціонування, що задається радіус-вектором повного прискорення його центру мас [1]. Це досягається раціональним вибором режимів роботи існуючих мобільних колісних засобів або проектними рішеннями для їх модернізації. Забезпечення функціональної стабільності та покращення паливної економічності за рахунок розробки алгоритму керування режимами роботи транспортно-технологічного агрегату [2]. Розроблена технологія комплексного аналізу параметрів функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів дозволяє рекомендувати режими роботи на основі динамічних властивостей (коливання швидкості, прискорення) та екологічних обмежень (гранично допустимого буксування рушіїв). Проте в оговорених роботах чітко не визначені конструктивні та проектні рішення, які можна використовувати при проектуванні та виробництві мобільних засобів. Загалом проектні рішення по розробці універсального багатофункціонального засобу можуть бути використані для його виробництва на заводах України, частково, спрямовані на модернізацію тракторів вітчизняного виробництва, що дозволить з мінімальними капітальними витратами замінити імпортні аналоги.

Запропоновані алгоритми керування режимами роботи [2], що відрізняються від відомих можливістю враховувати динамічні складові, можуть використовуватися в автоматичних системах керування, як вітчизняних, так і закордонних мобільних засобів, що дозволить інтегрувати у системи точного землеробства складову раціонального використання потенційної потужності двигуна за рахунок її перерозподілу між рушіями усього транспортно-технологічного агрегату.

### **Список використаних джерел**

1. Шуляк М.Л., Лебедев А.Т., Артёмов М.П., Калінін Є.І. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2016. № 4. С. 218 – 226.
2. Шуляк М.Л., Лебедев А.Т., Артёмов М.П., Мальцев В. П. Експериментальне дослідження алгоритму керування режимами роботи транспортного агрегату. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2017. № 3(43). С. 38 – 42.

## НАВАНТАЖЕННЯ СИЛОВИХ ПЕРЕДАЧ ТА ЇХ ВПЛИВ НА НАДІЙНІСТЬ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

**Хворост О.Г. к.т.н., доцент, Філіпась О.В. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі визначено основні фактори що впливають на навантаження силових передач та їх вплив на надійність гусеничних машин.*

Найбільш енергоємними технологічними процесами для гусеничного трактора є орні роботи, при виконанні яких елементи силової передачі трактора піддаються максимальним навантаженням, що призводять до їхнього руйнування. Характерним для них є несталий режим роботи, обумовлений зміною регульованого швидкісного режиму двигуна внутрішнього згорання, перемиканням передач, нестабільністю тягового навантаження й таке інше. Крім того, при роботі гусеничного трактора із плугом виникає перекидаючий момент, що викликає перерозподіл вертикальних реакцій між бортами. Важливо в цьому випадку визначити вертикальні реакції на кожному з опорних котків гусеничного рушія з урахуванням дії перекидаючого моменту в поперечній площині. Різкозмінний режим навантаження, особливо при підворотах на гонах і поворотах наприкінці гонів, обумовлений як складними умовами експлуатації, так і внутрішніми динамічними процесами, пов'язаними зі змінною твердістю, деформаціями й недостатньою точністю виготовлення деталей.

Основні динамічні навантаження (частота їхньої зміни) силової передачі гусеничного трактора при усталеному русі визначаються в основному низькими частотами від тягового опору (0,1-3 Гц) і збурюванням від нерівностей ґрунтового фону, розгойдуванням трактора на підвісці (5-35 Гц); середніми частотами від перемотування гусениць (5-35 Гц), крутного моменту двигуна внутрішнього згорання (15-40 Гц) і високими частотами від перезачеплення шестірень, нерівномірності обертання карданних валів і так далі (до 1000 Гц). Високочастотні збурюючі впливи, що не вносять істотного внеску в сумарний ушкоджуючий вплив на елементи силової передачі, при оцінці їхньої довговічності не враховуються. У цьому зв'язку актуальними є дослідження, спрямовані на більш глибоке дослідження факторів, що впливають на навантаженість елементів силових передач тракторів, оцінку розподілу навантажень у цих елементах і розробку на цій базі рекомендацій з їхнього зниження для підвищення надійності тракторів.

### **Список використаних джерел**

1. Анилович В.Я. Элементы теории защиты при обеспечении надежности машин / Анилович В.Я., Лупандина А.П. Респ. межвед. сб. науч. тр.- Киев, Наук. думка, 1988. - № 13.
2. Харитончик Е.М. О методах определения оптимальных параметров и номинальных тяговых усилий трактора / Харитончик Е.М., Васильев В.К. //

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Тракторы и сельхозмашины. – 1969.- 15-17с; №2.

4. Анилович В.Я. Элементы теории защиты при обеспечении надежности машин / Анилович В.Я., Лупандина А.П. (Надежность и долговечность машин и сооружений): Респ. межвед. сб. науч. тр.- Киев, Наук. думка, 1988. № 13.
5. Подригало М.А. Вероятностная оценка распределения вертикальных реакций между колесами одной оси автомобиля / Подригало М.А., Карпенко В.А. // Тракторная энергетика в растениеводстве. Серия "Тракторостроение". Сборник научных трудов ХГТУСХ, 1999. –229-234 с.

Секція 4



**МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА  
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ РОЗРОБКОЮ МЕХАТРОННОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ**

**Задорожний В. П., асп.; Монастирська О. О., маг.;**  
**Куліш В. В., маг.; Храмцов Л. В., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторного агрегату розробкою мехатронної вимірювальної системи.*

Сільськогосподарська техніка відіграє важливу роль у підвищенні продуктивності, продуктивності сільського господарства та зниженні витрат. Вони також відіграють важливу роль у підвищенні рівня продуктивності праці на сільськогосподарських полях за рахунок горизонтального та вертикального розширення. Тому уряди та зацікавлені сторони повинні планувати підвищення продуктивності посівних площ для задоволення необхідної потреби громадян у продовольстві. Це вимагає вивчення того, як використовувати автоматизацію для підвищення продуктивності машин, які вже використовуються, щоб компенсувати дефіцит у країнах, що розвиваються. Обробіток ґрунту був визначений стандартами ASABE як «зміна стану ґрунту для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур».

Що стосується енергоспоживання, то обробіток ґрунту є найважливішою операцією в сільському господарстві, споживаючи не менше половини потужності двигуна і 30 відсотків загального енергоспоживання в сільському господарстві. Обробка ґрунту створює ідеальні ґрунтові умови, покращуючи взаємозв'язок між повітрям, водою та ґрунтом для росту сільськогосподарських культур. Таким чином, виробники, які використовують обробіток ґрунту, стурбовані обробітком ґрунту та шукають шляхи досягнення оптимального виробництва шляхом заміни людської сили механічною.

Трактори та сільськогосподарська техніка були розроблені як стандарт для підготовки землі, обробітку ґрунту та інших сільськогосподарських операційних завдань. Трактори є основним джерелом живлення на фермах і полях. Таким чином, для отримання оптимальної продуктивності від тракторів слід застосовувати управління та оптимальне використання. Продуктивність трактора вивчалася протягом останніх трьох десятиліть, і оптимальні результати можуть бути отримані для різних сільськогосподарських машин. Завжди бажано, щоб найбільша потужність переводилася з двигуна в тягову потужність, що призводить до менших втрат енергії під час сільськогосподарської операції. Встановлено, що перед початком роботи витрачається 12-18% потужності двигуна. Ще 20-40% потужності втрачається між осями і землею. Неправильний підбір розміру трактора може стати причиною надмірних експлуатаційних витрат. Таким чином, узгодження тракторів зі знаряддями призвело б до

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 підвищення продуктивності експлуатації.

Для кожного стану ґрунту та конструкції шин існують деякі змінні та параметри, які впливають на продуктивність трактора, такі як розмір зняття, практична швидкість та глибина роботи. Оператори можуть легко керувати цими змінними та контролювати їх, щоб оптимізувати подачу електроенергії на поле. Крім того, тиск у шинах і баластна вага мають важливе значення для оцінки та управління продуктивністю. Для отримання найкращої продуктивності з найменшими витратами необхідно підтримувати баластування та правильне накачування шин. Неправильне регулювання призводить до втрати палива, зносу шин і пошкодження трансмісії, і ці ефекти знижують продуктивність і ефективність. Виявлено, що баластування та тиск у шинах відіграють значну роль у витраті палива трактора та тягових характеристиках. Підвищення тягової ефективності на 4-7% було досягнуто при використанні правильного баласту і зниженні тиску в шинах до оптимального в порівнянні з перекачаними шинами. Визначено, що від 18% до 20% палива було заощаджено, коли вони використовували низькоправильний тиск накачування щодо навантаження на вісь. Крім того, вони виявили, що продуктивність зросла на 4,6-7,5%.

Були проведені деякі дослідження з метою удосконалення системи керування та оцінки параметрів продуктивності машин. Системи світлових панелей і технологія автоматичного наведення використовуються для того, щоб фермери могли керувати агрегатами. Інша техніка використовувала збір просторових даних для збору сільськогосподарських даних. Система глобального позиціонування (GPS) використовується фермерами для моніторингу польових операцій і допомагає сільськогосподарським виробникам застосовувати складні завдання та робити їх доступними. Використання систем автоматизації дозволяє підвищити ефективність експлуатації машинно-тракторних агрегатів.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОГО КЕРУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМ ТРАНСПОРТНИМ ЗАСОБОМ**

**Світличний О. В. асп., Цилюрик М. Є., маг.; Монастир'єва О. О., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод та засіб забезпечення точного керування сільськогосподарським транспортним засобом.*

Для того, щоб забезпечити точне керування сільськогосподарським транспортним засобом, характеристики керуваності (відомі як динаміка ризику) повинні бути добре відомі або змодельовані. Більша частина попереднього контролю сільськогосподарської техніки здійснювалася на швидкості обробки ґрунту (2-3 м/с). Однак деякі сільськогосподарські застосування, такі як обприскування, вимагають точного контролю на швидкості понад 5 м/с. Всебічні знання цієї динаміки дозволять архітектурі управління виконувати точний контроль під час обприскування. Багато операцій обприскування виконуються, коли культура досягає висоти від 4 до 3 футів. Трактор повинен точно контролювати міжряддя під час обприскування, щоб зменшити будь-яке пошкодження врожаю. У даній дипломній роботі оцінено вплив динамічних характеристик рульового управління сільськогосподарського трактора на автоматичне бічне керування. Особливий інтерес викликає зміна динаміки на швидкостях в діапазоні 12-18 км/год, де було б корисно автоматичне управління операціями ферми, наприклад, обприскування.

Попередні дослідження розробили сільськогосподарські трактори з



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 автоматичним керуванням, які працюють на низьких швидкостях, моделюючи швидкість рискання для керування як постійний коефіцієнт посилення. Показано, що точність компенсатора при використанні цієї моделі знижується зі збільшенням швидкостей, і ця теза демонструє нестійкість на швидкостях понад 5 м/с (10 миль/год), для певних посилень керування. Крім того, для моделювання динаміки рискання трактора використовувався лаг першого порядку між кутом повороту і швидкістю рискання (нейтральні характеристики рульового управління).

Деякі дослідники змодельовали динамічну поведінку важкої сільськогосподарської техніки і будівельної техніки. Мета цих попередніх моделей полягала в тому, щоб охарактеризувати динаміку автомобіля для оцінки дизайну та безпеки. У даній дисертації додатково досліджується динаміка рискання сільськогосподарського трактора з метою підвищення продуктивності автоматичного керування на підвищених швидкостях. Попередні роботи з автоматичного регулювання високих обертів сільськогосподарського трактора нехтували динамікою. Модель від введення керма до поперечної похибки могла ускладнити спостереження динаміки рискання через нахил -40 дБ від двох інтеграторів (один від швидкості рискання до напрямку та один від курсу до поперечного положення). В іншій роботі використовувалася проста кінематична модель і був отриманий алгоритм управління без залежності від швидкості. Важливо розуміти динаміку рискання та її вплив на ефективність та/або обмеження контролю.

У першій частині даної дипломної роботи представлена системна ідентифікація нової моделі динаміки рискання сільськогосподарського трактора з метою поліпшення автоматичного управління на підвищених швидкостях і розуміння обмежень контролера через нехтування цією динамікою. Зі збільшенням швидкості потрібні моделі вищого порядку, щоб підтримувати точний бічний контроль над автомобілем. Нехтування цією динамікою може призвести до того, що контролер стане нестабільним на смугах пропускання, необхідних для точного керування на більш високих швидкостях. Динамічна модель рискання, в якій, як виявилось, домінує реакція другого порядку, ідентифікується для декількох швидкостей для визначення впливу швидкості на модель. Динаміка рискання другого порядку не може бути представлена традиційною моделлю велосипеда. Аналітичний висновок показує, що специфічні характеристики можуть, однак, бути відображені моделлю, що складається зі значної (незначної) довжини релаксації в передній шині. Експерименти підтверджують ефективність цієї нової моделі для точного бічного управління сільськогосподарським трактором на високих швидкостях.

### **Список літератури**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
  4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
  5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
  6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТРАКТОРІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

**Кісь О. В. асп., Горшков М. В., маг.; Цилюрик М. Є., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано застосування електричних тракторів в сільськогосподарському виробництві.*

У наш час сільське господарство стоїть перед переходом в нову епоху. Зростання добробуту країн завжди вигравало від удосконалення методів ведення сільського господарства. Тим не менш, сільське господарство зараз як ніколи відіграє ключову роль, щоб прогодувати зростаюче населення світу. Крім того, необхідно вирішити питання адаптації до незвично суворіших умов

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 навколишнього середовища та екстремальних погодних явищ, оскільки зміна клімату, швидше за все, вже неминуча, і вона вже почала суттєво впливати на виробництво сільськогосподарських культур. Сільське господарство здавна було діяльністю людини з тісним контактом з природою. Тим не менш, відповідальність за догляд за землею сьогодні набула першорядного значення. Для сталого розвитку людства необхідне фундаментальне переосмислення аграрного світу. Новаторські парадигми поступово впроваджують зміни в традиційні практики фермерів та стейкхолдерів аграрної галузі.

Технологія довгий час була сприятливим фактором для вдосконалення методів ведення сільського господарства. Зокрема, механізація різко підвищила продуктивність сільськогосподарських культур в минулому столітті. Незважаючи на те, що з'являється багато нових високотехнологічних альтернатив і заново відкриваються старі звички, інтенсивне вирощування польових культур за допомогою сільськогосподарської техніки все ще залишається основною практикою ведення сільського господарства в усьому світі. Тим не менш, сьогодні виклики змушують змінювати і традиційні технології та методи.

Сільськогосподарський сектор є одним з основних джерел глобальних викидів парникових газів. Хоча більша частина цього забруднення пов'язана з інтенсивним тваринництвом і наземними роботами, значна кількість надходить також від вихлопних газів дизельних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), які є найбільш поширеними джерелами енергії в сільському та лісовому господарстві, як для переміщення самохідних механізмів, так і для стаціонарних автономних систем. Як наслідок, у західних країнах низка регуляторів посилила ліміти викидів недорожньої мобільної техніки (NRMM), до якої належать сільськогосподарські транспортні засоби. Для того, щоб відповідати новим європейським стандартам Stage V і US Tier 4, виробники змушені оснащувати двигуни додатковими пристроями доочищення відпрацьованих газів. Ці компоненти, крім підвищеної вартості, роблять дизельні агрегати більш громіздкими, приводячи до зниження питомої потужності. У той час як це питання може не бути серйозною проблемою для потужних просапних сільськогосподарських транспортних засобів, конструкція вузьких спеціалізованих тракторів може стати більш складною через більш суворі обмеження розміру шасі транспортного засобу.

Тому виробники заохочують дослідження альтернатив архітектурі силових агрегатів, яка в даний час прийнята в сільськогосподарській техніці. Серед різних пропозицій одним з можливих рішень є електрифікація звичайних трансмісій, слідуючи тенденції, що склалася в автомобільній промисловості, до розробки гібридних електричних і повністю електричних дорожніх транспортних засобів.

Останніми роками електрифікація сільськогосподарської техніки привернула увагу як промисловості, так і наукових кіл. Виробники прагнуть підтримувати конкурентоспроможність, дотримуючись при цьому норм викидів, які стають все більш жорсткими. Таким чином, електрифікація сприймається як перспективний шлях підвищення енергетичної та експлуатаційної ефективності одночасно. Дійсно, впровадження більшої кількості електроприводів у

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 сільськогосподарську техніку має потенціал для значного зниження споживання палива та підвищення продуктивності, забезпечуючи нові функціональні можливості. Тим не менш, все ще точаться дискусії щодо того, як ефективно використовувати переваги електроприводів у механізації сільського господарства, зокрема всередині тракторних трансмісій серед інших сільськогосподарських транспортних засобів.

В даний час виробники тракторів запозичують ноу-хау і технології у автомобільних компаній, використовуючи досвід електрифікації комерційного транспорту і будівельної техніки. Однак сільськогосподарські трактори мають багато особливостей, які відрізняють їх як від комерційних дорожніх транспортних засобів, як тягачів, так і від інших NRMM, як будівельних навантажувачів, і роблять їх електрифікацію більш складною. На відміну від дорожніх транспортних засобів, тягове зусилля є лише обмеженою частиною робочого навантаження трактора. Сільськогосподарські операції часто вимагають використання різних зовнішніх знарядь, які можуть потребувати живлення від двигуна трактора: енергія може забезпечуватися за допомогою механічних відборів потужності (ВВП) або за допомогою гідравлічних інтерфейсів у вигляді масла під тиском. Проте відмінності з дорожніми транспортними засобами не обмежуються додатковими основними навантаженнями. Потреба в тяговій потужності також своєрідна: тривалі періоди з високим крутним моментом і низькою швидкістю під час польових робіт поєднуються з більш короткими завданнями транспортування при меншому крутному моменті і більш високій швидкості. Крім того, тягове зусилля під час польових робіт має широку варіативність через ґрунтові умови ґрунту та вимоги до буксирування.

З точки зору архітектури силового агрегату сільськогосподарські трактори мають деяку схожість з іншими NRMM. Однак універсальність тракторів відрізняє їх від всіх інших робочих транспортних засобів. Дійсно, сільськогосподарська техніка охоплює широкий діапазон потужностей, від декількох десятків кВт для невеликих комунальних автомобілів до понад 400 кВт у випадку з просапними тракторами. Крім того, звичайний силовий агрегат має відповідну кількість різних механізмів, особливо через різні трансмісії з наземним приводом.

Тим не менш, головною проблемою в електрифікації тракторів є відсутність стандартних робочих циклів. Ідентифікація репрезентативних профілів споживання електроенергії не така проста, як для дорожніх транспортних засобів або інших NRMM, через велику різноманітність сільськогосподарських завдань. Таким чином, оцінка нових рішень і вибір відповідних специфікацій не є простими.

Гібридні електричні архітектури представляються найбільш перспективними рішеннями для ефективного впровадження електроприводів в сільськогосподарські трактори в середньостроковій перспективі [11]. Електрифікація знарядь також сприймається як реальний шлях, з акцентом на підвищення ефективності поля, продуктивності та нових функціональних можливостей поряд з принципами точного землеробства [12]. Наявність електричного валу відбору потужності (ePTO) та підвищена автоматизація є

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
ключовими факторами, що сприяють електрифікації знярядь.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА ПОКРАЩЕННЯМ ТОЧНОСТІ РУХУ**

**Череватенко Г. І., асп.; Слівкін Є. В., маг.; Горшков М. В., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота покращенням точності руху.*

Представлено нові підходи до формування рушійних сил неголономних роботів та оптимального планування траєкторій для досягнення цільового напрямку руху. Методи враховують статичну відому карту навколишнього середовища, а також невідомі та динамічні перешкоди, виявлені датчиками. Алгоритми засновані на техніці слідування лідерам, де формування автоподібних роботів підтримується у формі, що визначається криволінійними координатами. Крім того, загальні методи формування приводу є спеціалізованими і поширеними для застосування прибирання снігу в аеропортах. Детальні описи алгоритмів, доповнені відповідними дослідженнями стабільності та збіжності, будуть надані в наступних розділах. Крім того, обговорення застосовності буде перевірено за допомогою різних симуляцій в існуючих роботизованих середовищах, а також за допомогою експерименту з апаратним забезпеченням.

В даній роботі досліджується застосування мультироботових утворень під час керування робочими просторами з динамічними перешкодами. Ми зосередимося на додатках, які вимагають варіацій відстані між транспортними засобами команди або навіть динамічного розподілу роботів по окремих підрозділах під час місії.

Ідея 3D-мапінгу з декількома роботами мотивована використанням датчиків камери, які цікаві своїм широким використанням та низькою ціною. Два одиночних робота, оснащені монокулярною камерою, можуть утворювати стереопару з додатковою базовою довжиною, як показано на рис.1.1. Будь-який інший доданий робот дозволяє підвищити надійність такої системи, при цьому він надає додаткову інформацію і дозволяє коригувати встановлені відповідності ознак, витягнутих з отриманих зображень. Така конфігурація дозволяє встановити оптимальну відстань і кути огляду між камерами по відношенню до спостережуваного середовища і бажаних властивостей кінцевої карти. Занадто вузька базова лінія породжує менш точну карту, тоді як занадто широка означає менше відповідностей, менш точна локалізація і, отже, нижча якість та надійність карти.

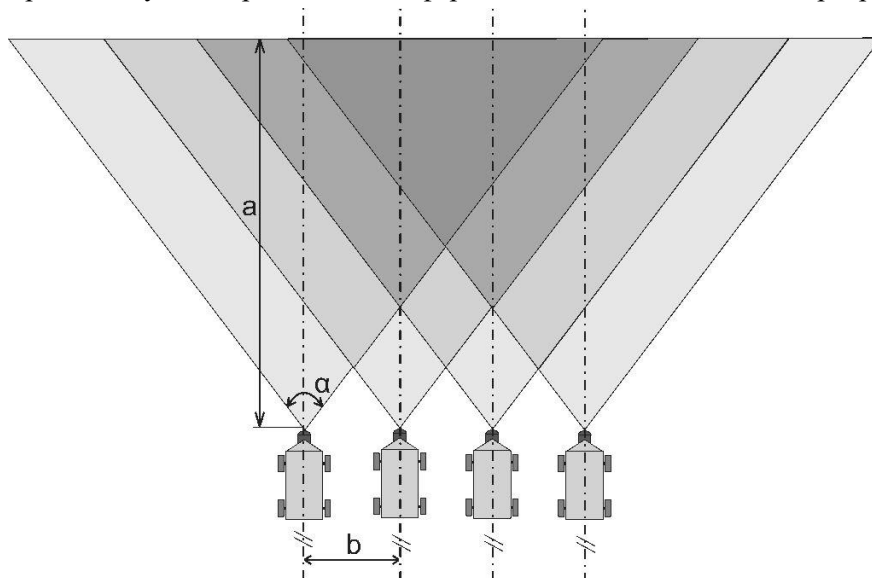


Рисунок 1.1 – Демонстрація 3D мапінгу з використанням формування мобільних роботів. Інтенсивність сірого кольору зростає зі збільшенням кількості роботів, які визначають місцевість

У випадку з більшими групами роботів слід також враховувати переваги поділу і подальшого об'єднання груп, наприклад, у разі перешкод, що розділяють досліджуване середовище.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica*

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
*Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.

8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА РОЗРОБКОЮ МЕХАТРОННОЇ ТРАНСМІСІЇ**

**Сміцков Д. С., асп.; Прищеп А. Д., маг.; Слівкін Є. В., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації колісного трактора розробкою мехатронної трансмісії.*

Під час зародження розвитку автомобілебудування в кінці 19-го століття було визнано, що зміна передаточного числа приводу під час експлуатації автомобіля дозволить досягти хороших ефективності та продуктивності автомобіля. Багато з перших автомобілів, що вийшли на ринок, були оснащені безступінчастими трансмісіями (CVT), які могли безперервно змінювати діапазон передавальних чисел в межах діапазону передавальних чисел. Варіатор був прийнятий як кращий за звичайні коробки передач, тому що за допомогою варіатора співвідношення швидкості можна вибирати незалежно від переданого крутного моменту. Це перевершувало звичайні коробки передач, оскільки вони мають дискретні передавальні числа, які необхідно вибирати виходячи з необхідного крутного моменту при заданій швидкості автомобіля. На жаль, недоліки низької надійності та довговічності, а також погані схеми управління, розроблені в ту епоху, переважили передбачувані переваги варіаторів, і від них відмовилися на користь звичайних трансмісій.

Відновлення інтересу до варіаторів на початку 1930-х років призвело до розробки трансмісії для британського Austin, яка випускалася в невеликих кількостях. У цей період General Motors також провела великі науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи над варіатором, але його робота була припинена на етапі випробувань розробки. Ця робота була відновлена в 1960-х роках компанією Perbury Gear, яка випускала автомобільну трансмісію з більшою потужністю. Їх успіх, в свою чергу, був перевершений конструкцією Van Doorne, яка пройшла велику роботу з розробки протягом останніх чотирьох десятиліть, щоб стати найбільш помітною і успішною конструкцією варіатора.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 Автомобілі, що використовують трансмісії, засновані на конструкції Van Doorne, в даний час виробляються компанією автовиробники, такі як Audi, BMW і Honda, які визнають, що варіатор легше, простіше і дешевше звичайної автоматичної коробки передач.

Незважаючи на те, що технічний розвиток повернув варіатор у сферу автомобільного дизайну, він все ще страждає від таких проблем, як погане відчуття запуску або знижена економія палива на високій швидкості через обмежене охоплення передавального числа та крутний, а варіатор має менший термін служби трансмісії при високій щільності потужності в порівнянні зі звичайними трансмісіями. Ці проблеми можна подолати шляхом комбінування варіатора з однією або декількома епіциклічними передачами для створення трансмісії з розділенням потужності.

Концепція трансмісії з розділеною потужністю не є новою. Епіциклічні, або планетарні передачі, добре відомі в конструкції трансмісій. Унікальна характеристика «підсумовування» такого розташування передач дозволяє підсумувати два джерела живлення в один вихід. Ця технологія знайшла застосування в галузі гідравліки для позашляховиків і сільськогосподарської техніки.

Всі попередні роботи в області безступінчастих трансмісій були пов'язані з підвищенням ефективності та потужності змінного блоку за рахунок вдосконалення конструкцій і матеріалів. Єдиним запропонованим альтернативним шляхом підвищення ефективності варіатора було поєднання його з епіциклічним комплектом передач, щоб розширити його діапазон потужності.

Альтернативна дводіапазонна конструкція може працювати протягом частини циклу руху, як і попередні трансмісії, але другий діапазон буде відрізнятися від попередніх конструкцій. Замість того, щоб направляти весь потік потужності через змінний елемент, потік потужності може бути спрямований через звичайні шестерні.

### **Список літератури**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА РОЗРОБКОЮ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА**

**Сміцков Д. С., асп.; Карагезов А. С., маг.; Прищепка А. Д., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації колісного трактора розробкою мехатронної трансмісії.*

У 1960-х роках автоматизація в сільському господарстві почалася з часткової автоматизації тракторів і перейшла до конкретних завдань, які нагадують виробничі завдання як у внутрішньому, так і в зовнішньому сільському господарстві. До таких завдань можна віднести доїння і годування, прополку, фенотипування і посадки. Прикладами конкретних робіт є автоматизовані системи доїння, системи автоматичної подачі, а також роботи для збору врожаю яблук і полуниці, робіт для маневрування між рядами кукурудзи, автономна зйомка за допомогою дронів, розкидання насіння, боротьба з бур'янами і відбір проб ґрунту за допомогою невеликих роботів Rabbit Tractors.



Рисунок 1 – БПЛА «Скаут» від American Robotics (а); робот для розкидання насіння, боротьби з бур'янами та відбору проб ґрунту (б)

Автоматизація в сільському господарстві проклала шлях для менших машин і, отже, більш цілеспрямованих операцій. Наприклад, цілеспрямоване обприскування може скоротити використання гербіцидів на 90%, не тільки адаптуючись до потреб конкретних рослин, але й зменшуючи вплив на навколишнє середовище. Використання менших роботів замість великих тракторів дозволило зменшити ущільнення ґрунту і, отже, споживання енергії та експлуатаційні витрати. Ці завдання або вимагають, щоб робот був нерухомий, або шлях і місцевість, по якій він пересувається, повинні бути простими і добре визначеними.

Як тільки робот зможе пересуватися по неструктурованій місцевості, яка зустрічається на фермах, його можна буде оснастити для виконання різноманітних завдань у різних категоріях сільського господарства, таких як сільськогосподарські культури, фруктові сади та пасовища. Лише один робот під назвою «Swagbot» був розроблений для завдань, пов'язаних з пасовищами на пересіченій місцевості. Свагбот призначений для досліджень моніторингу пасовищ і тваринництва і може орієнтуватися на хвилястій і горбистій місцевості. Тим не менш, Swagbot здається вразливим до застрягання без засобу для визволення, і його не можна легко адаптувати для виконання зовсім інших завдань.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
  6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **МОДЕЛЮВАННЯ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ТРАНСМІСІЇ В ЛІСОВОМУ ТРАНСПОРТНОМУ ЗАСОБІ**

**Задорожний В. П., асп.; Пацюк Д. О., маг.; Карагезов А. С., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод моделювання гідростатичної трансмісії в лісовому транспортному засобі.*

Гідростатична трансмісія використовується в багатьох сферах застосування, де потрібен високий крутний момент на низькій швидкості.

Komatsu Forest розробляє та виробляє лісотехніку. Виробництво почалося в 1961 році в невеликій сімейній компанії. З тих пір з'явилося кілька різних власників. У 2004 році Komatsu Ltd купила компанію та була заснована компанія Komatsu Forest. Розробка і виробництво змінили курс від слеш-бандлера «Скрувен» до сучасних високотехнологічних лісових машин. Розробка та виробництво Komatsu здійснюється в Вісконсині.

Лісовий транспортний засіб потребує набагато більшого крутного моменту в порівнянні, наприклад, з дорожньою вантажівкою. Через це використовується гідростатична трансмісія. Komatsu хоче модель цієї трансмісії. Однією з мотивацій для детального моделювання є той факт, що зміна швидкості зазвичай

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 призводить до піку тиску, який має небажаний вплив на систему і його слід уникати. Таке підвищення (падіння) тиску не може бути пояснено простими статичними моделями, тому необхідне динамічне моделювання. Якщо вийде модель, яка в хорошому сенсі збігається з реальними значеннями, то, сподіваюся, вдасться розробити контролер, який значно знижує цей пік тиску.

Komatsu Forest хотіли б мати модель для тиску в шлангу між гідравлічним насосом і гідравлічним двигуном. Піки тиску можуть виникати, коли автомобіль змінює швидкість або наїжджає на нерівність дороги, але якщо досягти хорошої моделі, можна розробити деякі керуючі дії для зниження піків тиску.

Основною метою даної дипломної роботи буде побудова моделі гідростатичної передачі в лісовому транспортному засобі з використанням наявних вимірювальних сигналів.

Для цілей моделювання була розроблена модель на платформі Matlab-Simulink. Мета полягала в тому, щоб змодельовані значення якомога краще узгоджувалися з виміряними значеннями тиску, а також для обертань насоса та двигуна.

Найбільша проблема була пов'язана з тим, що тиск є сумою двох потоків, якщо один із цих змодельованих потоків занадто великий, тиск буде прагнути до плюс-мінус нескінченності. Тому необхідно розробляти моделі обертань насоса і мотора, які стабілізують модельований тиск.

Для досягнення цієї моделі були випробувані різні види моделей і методів. Використовується фізичне моделювання разом з моделлю чорного ящика. Модель «чорний ящик» використовується для оцінки крутного моменту від дизельного двигуна. Розраховано ймовірний крутний момент від землі. При такому налаштуванні змодельовані та вимірянні значення тиску добре узгоджуються, але посадка для обертань не така хороша.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O.

- Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ НАЗЕМНИХ ЗАСОБІВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Мазоренко Д. І., к.т.н., проф.; Колеснік О. П., маг.; Карагезов А. С., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено методів випробувань наземних засобів автомобільного транспорту.*

Експериментальне визначення конструктивних та експлуатаційних властивостей виробів з метою оцінки їх відповідності технічному завданню та технічним вимогам прийнято називати випробуваннями.

Експериментальна оцінка або контроль якісних та кількісних характеристик машин при їхньому функціонуванні регламентується стандартами, що передбачають понад 40 видів випробувань, що визначаються різними класифікаційними ознаками. Умови впливу зовнішніх чинників певних видів випробувань встановлюються єдиними всім автотранспортних засобів, що робить результати випробувань порівнянними незалежно від місця проведення. У процесі випробувань проявляється фізична взаємодія елементів, вузлів та агрегатів системи, обумовлена взаємозв'язком у системі «водій – транспортний засіб – дорога та середовище». Однак для можливості порівняльної оцінки властивостей різних колісних наземних транспортних засобів при випробуваннях зазвичай виключається суб'єктивний вплив водія жорсткою регламентацією його дій, передбачених методикою випробувань. Вплив середовища також регламентується вимогами проведення випробувань за певних умов.

Всі великі виробники автотранспортних засобів дуже уважно ставляться до надійності та якості транспортних засобів та повсюдно піклуються про підтримку та покращення показників різних експлуатаційних властивостей. Основним засобом отримання кількісної оцінки надійності виробів є реальна експлуатація чи спеціальним чином організовані випробування.

Досвід показує, що у більшості випадків вигідніше провести додаткові дослідження, спрямовані на забезпечення надійності на етапі розробки виробу, ніж розплачуватися ненадійністю виробу за його експлуатації. Тому випробування є невід'ємною частиною проектування, технологічного процесу виготовлення та експлуатації транспортних засобів. Вони супроводжують виконання дослідницьких та експериментальних робіт для оцінки якісних та кількісних характеристик конструкцій та їх вузлів. Враховуючи особливості конструкції вузлів та систем засобів автомобільного транспорту (ЗАТ), їх випробування, крім оцінки показників властивостей, що відносяться до всіх автотранспортних засобів, вимагають внаслідок свого призначення певного підходу до розробки методів проведення досліджень та випробувань їх специфічних властивостей, створення унікального стендового обладнання та, відповідно, методик випробувань та обробки результатів

Конструктивні особливості ЗАТ, робота їх систем та вузлів, а також характер руху по різних дорогах вимагають проведення великої кількості досліджень як окремих вузлів та елементів конструкції, так і транспортного засобу в цілому. Тому процес випробувань при проектуванні та виготовленні ЗАТ підділяється на два великі напрямки, пов'язані з організацією та їх проведенням:

Оцінка якісних та кількісних характеристик застосовуваних приладів, апаратури та систем, що встановлюються на ЗАТ, при загальноприйнятих видах випробувань у режимах та при впливових навантаженнях, що регламентуються стандартами для даного класу машин, групою виконання та ступенем жорсткості.

Проведення випробувань з дослідження характеристик і особливостей функціонування вузлів і механізмів, що розробляються, призначених для подальшого введення до складу ЗАТ, з метою створення конструкцій з абсолютно новими технічними властивостями і більш високими якісними і кількісними характеристиками.

Організація будь-якого напряму та виду випробувань вимагає розробки спеціальної технічної документації на підготовку та проведення випробувань, аналіз та оцінку результатів випробувань. Такою документацією є програми та методики, які розробляються у процесі проектування дослідної конструкції на основі технічного завдання (ТЗ) з використанням типових програм та методик випробувань, а також науково-технічної документації щодо питань організації та проведення випробувань.

Технологія проведення випробувань містить методики, методи досліджень, що визначають правила та норми, що регламентують та регулюють процес випробувань; визначає об'єкт випробувань (модель чи натуральна конструкція); засоби вимірювання, контролю та відображення інформації;

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
характер та шляхи здійснення умов проведення випробувань; встановлює певні принципи реалізації. Методики випробувань розробляються на підставі ТЗ та затверджених програм випробувань. Методика випробувань має містити розділи: об'єкт випробувань; мету випробувань; загальні положення; оцінювані характеристики та розрахункові співвідношення; умови та порядок проведення випробувань; метод проведення випробувань та обладнання; обробка та оцінка результатів випробувань; матеріально-технічне та метрологічне забезпечення випробувань; звітність.

Доведення автомобілів, а також попередні та приймальні випробування техніки при постановці її на виробництво проводилися в одному місці: на Центральному автополігоні, спеціально створеному для цих цілей. Серійна техніка також проходила контрольні випробування щодо підтвердження якості виготовлення та надійності в межах гарантійного пробігу. Проводилися випробування щодо підтвердження призначеного заводом-виробником ресурсу автомобілів.

За тривалістю проведення випробування поділяють на нормальні та прискорені. Нормальні випробування – це випробування автомобіля, методи та умови проведення яких забезпечують отримання необхідного обсягу інформації у такий самий термін, як і в передбачених умовах та режимах експлуатації. При прискорених випробуваннях необхідну інформацію отримують у короткий термін.

Прискорені випробування за ступенем інтенсивності поділяють на форсовані та скорочені відповідно з інтенсифікацією та без інтенсифікації процесів,

Форсовані випробування проводять при збільшених навантаженнях (температурах, тисках, швидкостях тощо). При скорочених випробуваннях результати обробляють з використанням методів екстраполяції тощо.

За оцінюваними експлуатаційно-технічними властивостями розрізняють випробування на тягово-швидкісні якості, економіку палива, гальмівні якості, керованість і стійкість, плавність ходу, прохідність, шум і вібрацію, ергономічні якості, надійність, пасивну безпеку і активну безпеку.

Довідкові випробування проводять у процесі розробки дослідних зразків для оцінки впливу змін, що вносяться в них, з метою досягнення необхідних показників якості.

Попередні випробування – контрольні випробування дослідних зразків автомобілів, які проводять визначення можливості їх пред'явлення на приймальні випробування.

Приймальні випробування – контрольні випробування дослідних зразків автомобілів, що проводяться відповідно для вирішення питання щодо доцільності постановки на виробництво моделі або передачі її в експлуатацію.

Приймальні випробування проводять за програмою, під час складання якої враховують типові методики приймальних випробувань окремих видів автомобілів, які у країні. Під час приймальних випробувань перевіряють відповідність представлених зразків технічному завданню, проектній документації, стандартам та іншим нормативним документам, вітчизняним та



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 міжнародним нормам безпеки та токсичності, вимогам постачання експортним організаціям. Оцінюють технічний рівень нової моделі за конструкцією та експлуатаційно-технічними властивостями; попередньо визначають надійність та необхідний обсяг конструктивного доопрацювання дослідних зразків. Приймальні випробування можуть бути відомчими, міжвідомчими та державними.

При випробуваннях зразків настановної серії оцінюють ефективність робіт з усунення недоліків, виявлених у процесі приймальних випробувань, здійснюють контроль якості виробів, що поставляються суміжними виробництвами.

Періодичні контрольні випробування серійних зразків можуть бути короткими та тривалими. Після випробувань дають висновок про якість виготовленого автомобіля, відповідність його технічним умовам, ефективність проведених підприємством-виробником заходів щодо поліпшення конструкції. При тривалих контрольних випробуваннях, крім того, перевіряють надійність роботи автомобіля загалом, його агрегатів, вузлів та деталей у межах гарантійного пробігу. Випробування на надійність проводять визначення чи оцінки показників надійності роботи у заданих експлуатаційних умовах.

Ресурсні випробування – випробування на довговічність, що проводяться для визначення технічного ресурсу автомобіля або підтвердження призначеного ресурсу. У процесі випробувань визначають передбачені ГОСТ 13377-75 показники довговічності такі, як пробіги автомобіля у заданих дорожньо-кліматичних та експлуатаційних умовах до першого капітального ремонту, між капітальними ремонтами, загальний пробіг автомобіля до списання, тривалість роботи окремих агрегатів та систем автомобіля до настання граничного стану. та ін. Підтвердження призначеного ресурсу автомобіля, його агрегатів та систем дають на підставі пробігових випробувань, встановлених інструкцією. Ресурсні випробування проводять на автомобільному полігоні чи дорогах загального користування, соціальній та автогосподарствах під час перевезення вантажів. Під час випробувань періодично перевіряють технічний стан автомобіля.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
- Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА РОЗРОБКОЮ СИСТЕМИ МАШИННОГО ЗОРУ**

**Кісь О. В., асп; Сімейкін О. С., маг.; Пацюк Д. О., маг.; Колеснік О. П., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота розробкою системи машинного зору.*

Промислові роботи використовуються в промисловості протягом десятиліть, що призвело до повністю автоматизованих виробничих ліній. Однак рівень автоматизації польових операцій у сільському господарстві значно нижчий, хоча є завдання, особливо придатні для автоматизації. Одним із прикладів є боротьба з бур'янами в органічному овочевому виробництві, яка все ще значною мірою виконується вручну. Хоча автономні роботи, що використовуються в дослідженнях, можуть виконувати сільськогосподарські завдання, такі як боротьба з бур'янами, все ще існують технічні проблеми, пов'язані з надійністю та надійністю. Надійність передбачає здатність працювати в високодинамічному сільськогосподарському середовищі, де необхідно враховувати бруд, вологу та погоду. Процес механічної прополки, наприклад, може бути брудним, тому будь-які камери, що використовуються для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ідентифікації рослин, повинні бути встановлені подалі від інструменту. Для цього потрібно виміряти положення інструменту щодо виявленого бур'яну.

Показано, як камери можуть бути використані для локалізації сільськогосподарського польового робота. Моделювання, лабораторні експерименти та реальні польові експерименти були проведені для оцінки різних способів локалізації мобільного робота на сільськогосподарському полі. Моделювання згенерувало зображення, подібні до тих, що очікувалися в польових умовах, і ці зображення були використані для оцінки конкретних параметрів або вибору дизайну, пов'язаних з використовуваними алгоритмами. Лабораторні експерименти були спрямовані на оцінку різних текстур ґрунту в невеликому масштабі, тоді як реальні польові експерименти включали дані проїзду мобільного робота за кілька кілометрів по сільськогосподарському полю.

Одним із методів вимірювання взаємного положення камери є відстеження змін між послідовними кадрами, процедура, відома як візуальна одометрія. Візуальний вигляд був оцінений для локалізації на різних налаштуваннях камер, включаючи камери спрямовані вниз і вперед. Локалізація також може бути виконана під час побудови карти середовища в так званій одночасній локалізації та картографуванні (SLAM). SLAM також оцінювався з точки зору глобальної оцінки положення робота на полі. Камери також можуть використовуватися для ідентифікації таких структур, як ряди в полі, і робот може бути запрограмований стежити за цими рядами.

Результати показують, що система візуальної одометрії з 2 ступенями свободи може бути використана з камерою, спрямованою вниз, для оцінки взаємного положення на коротких відстанях, як при оцінці положення інструменту відносно камери ідентифікації врожаю. Реалізація цієї системи візуальної одометрії в режимі реального часу також може використовуватися в поєднанні з системою визначення ряду для автономного керування мобільним роботом, щоб він слідував за рядом і знав своє місцезнаходження. Система виявлення рядків вимірює положення робота щодо рядів за допомогою зображень з камери, спрямованої вперед. Демонстраційний запуск показав, що коли робот автономно їхав по 10-метровій трасі, похибка положення в кінцевому положенні становила 2% від пройденої відстані. Також було показано, що система визначення рядків може бути вдосконалена за рахунок використання всеспрямованої камери та алгоритму, який виявляє ряди, які зображуються як окремими рослинами, так і суцільними лініями. Ця система також може виявляти точку зникнення полів зі структурою рядків.

Візуальна одометрія та SLAM можуть бути використані для локалізації з 6 ступенями свободи, тобто положенням та орієнтацією, на сільськогосподарському полі. Стереокамери, спрямовані вниз, були більш точними, ніж спрямовані вперед. Результати моделювання показують, що зображення з високою роздільною здатністю зі стереокамер із широкою базовою лінією забезпечують підвищену точність. Основним джерелом похибки є дрейф, який виникає через накопичення помилок у кожному аналізованому кадрі. Помилки також можуть виникати, коли для локалізації використовується занадто

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мало або занадто багато кадрів. Використання алгоритму SLAM долає проблему з підбором частоти кадрів, так як виконується як локальна, так і глобальна оптимізація позиції. У цьому алгоритмі також є можливість замикання петель, але за рахунок традиційної схеми їзди вперед-назад жодні петлі не були замкнуті. Це призвело до зсуву, особливо в куті нахилу, так що цей підхід показав продуктивність, подібну до візуальної одометрії з використанням адаптованої частоти кадрів. Найкраща точність локалізації була отримана на забігу довжиною 2,4 кілометра за алгоритмом ORB-SLAM зі стереокамерами, спрямованими вперед. Середня похибка п'ятикратного виконання алгоритму на одному і тому ж наборі даних показала похибку перекладу 2,63% і похибку орієнтації 0,0321 град. Цей результат показує, що можна використовувати камери для локалізації на сільськогосподарському полі.

Цей підхід може бути використаний для підвищення міцності та надійності існуючих систем, що потенційно може дозволити комерційним автономним польовим роботам виконувати сільськогосподарські завдання економічним та екологічно стійким способом.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.372**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА РОЗРОБКОЮ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО РОБОТА**

**Сміцков Д. С., асп.; Лисенко Д. П., маг.; Сімейкін О. С., маг.; Пацюк Д. О.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарського робота розробкою системи машинного зору.*

Роботизовані програми постійно розширюються в усіх аспектах людського життя, і стає надзвичайно важливим використовувати цю тенденцію для точного землеробства. Сільськогосподарський сектор, незважаючи на те, що він є важливою галуззю для людини, повільно розвивається з точки зору технологій. Грубі та ручні процеси, які традиційно використовуються для сільського господарства, мають серйозні економічні та соціальні наслідки. Неефективність і менша продуктивність цих методів призводить до марнотратства продовольства в умовах дефіциту продовольства, невідповідностей, витрат часу, вищих витрат на робочу силу та низького врожайу. Світ виграє від автоматизації процесів у сільському господарстві. У спробі вирішити цю проблему виникає необхідність спиратися на існуючі платформи та розробляти інтелектуальні автономні транспортні засоби для точного землеробства. Це має включати розробку інтелектуальних дронів для точного землеробства, розробку інтелектуальних наземних роботів для точного землеробства та інших систем, що працюють спільно. Щоб досягти цього, ми використовуємо штучний інтелект (ШІ) та математичні методи, щоб вплинути на достатній інтелект на роботизованих платформах, щоб зробити їх придатними для точного землеробства.

У цій роботі досліджуються можливості штучного інтелекту для класифікації та виявлення бур'янів, оцінки взаємного розташування бур'янів, 6D-оцінки пози фруктів та віртуальної реальності для дистанційно керованих систем у зборі фруктів. Зараження бур'янами знижує врожайність сільськогосподарських культур у сільському господарстві. Глибоке навчання стає все більш популярним підходом до виявлення бур'янів на сільськогосподарських угіддях. Однак точне землеробство вимагає, щоб об'єкт інтересу (бур'ян) був точно класифікований і виявлений для полегшення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 видалення або обприскування. Представлений підхід для цього і передбачає каскадну класифікаційну мережу (ResNet-50) з мережею виявлення (YOLO) для бур'янів класифікація та виявлення, які ми назвали Fused-YOLO. Таким чином, бур'яни можна точно локалізувати і класифікувати (тип) в рамках зображення.

Натхненні точністю цієї моделі виявлення, робота розширюється до представлення нового підходу на основі монокулярного зору для дронів для виявлення кількох типів бур'янів та автономної оцінки їх положення для застосування в точному землеробстві. Дрон рухається по еліптичній траєкторії під час отримання зображень з бортової молекулярної камери. Зображення подаються на модель fused-YOLO в режимі реального часу. Центр обмежувальних рамок виявлення є центром виявленого об'єкта інтересу (бур'янів). Центральні пікселі витягуються та перетворюються на світові координати, формуючи азимут та кути висоти від цілі до БПЛА, і ефективно використовуються в схемі оцінки, яка використовує фільтрацію Калмана без запаху для оцінки точного взаємного розташування бур'янів. Надійність цього алгоритму дозволяє впроваджувати як всередині, так і зовні, досягаючи конкурентоспроможного результату за допомогою доступних готових датчиків.

Штучний інтелект для автономної 6D-оцінки пози має цінний внесок у сільськогосподарську практику, яка об'єднується навколо збору фруктів, збирання, дистанційних операцій та інших програм, пов'язаних із контактом. Традиційно для оцінки пози використовуються підходи, засновані на згорткових нейронних мережах (CNN). Однак програми точного землеробства вимагають вищої точності при нижчих обчислювальних витратах для додатків у реальному часі. У зв'язку з цим пропонується нова архітектура під назвою Transpose, заснована на трансформаторах. TransPose – це покращена 6D-оцінка пози на основі трансформатора з уточненням глибини. Більша кількість модальностей часто призводить до вищої точності за рахунок обчислювальних витрат. Транспонування приймає одне зображення RGB як вхід без додаткової модальності. Однак у модель включена інноваційна легка мережева архітектура оцінки глибини для оцінки глибини за RGB-зображенням за допомогою піраміди функцій із методом висхідної вибірки. Модель трансформера, яка довела свою ефективність, регресує безпосередньо 6D-позу, а також виводить ділянки об'єктів. Глибина та патчі використовуються для подальшого уточнення регресованої 6D-пози. Продуктивність моделі широко оцінюється і порівнюється з сучасними методами. В рамках цього дослідження був отриманий перший в історії фруктово-орієнтований 6D-набір даних.

Нарешті, пропонується безшовний конвеєр дистанційної роботи, який взаємодіє з віртуальною реальністю з роботами для виконання завдань точного землеробства, щоб прокласти шлях до віртуального сільського господарства. При цьому використовується модель Transpose для оцінки 6D-пози фрукта та відтворення його в середовищі віртуальної реальності. Роботизований маніпулятор – це той, хто потім керується в середовищі віртуальної реальності для збору/збору фруктів, керуючись моделлю Transpose AI. Надійність трубопроводу перевіряється за допомогою симуляції, а також досліджується реалізація в реальному часі за допомогою фізичного робота-маніпулятора.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА РОЗРОБКОЮ АГРОБОТА**

**Череватенко Г. І., асп.; Юр'єв В. Р., маг.;**  
**Лисенко Д. П., маг.; Сімейкін О. С., маг.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі виконано обґрунтовано метод підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва розробкою агробота.*

Сільське господарство – це необхідність, а не розкіш. У той час, як він страждає від нестачі робочої сили, зміни клімату, вимог щодо безпечнішої їжі та нещодавно введених торговельних бар'єрів, світ, природно, звертається до робототехніки, щоб збільшити врожай при одночасному зниженні витрат. Це видається логічним продовженням широко поширеного в промисловості переходу до механізації. Чи не є робот-комбайн просто більш складним комбайном? Виробництво автомобілів в даний час в значній мірі здійснюється роботами; Чому не фермерство?

Як виявляється, це легше сказати, ніж зробити. Проблеми не лише економічні (у багатьох місцях світу все ще дешевше найняти людину, ніж використовувати машину), а й технологічні. Недостатньо зробити роботів дешевшими; Роботизоване землеробство складно зробити за будь-яку ціну. Неструктурована природа поля далека від передбачуваного, впорядкованого світу автомобільного заводу і вимагає непотрібної досі витонченості в сприйнятті, маніпуляціях і плануванні. Щоб процвітати в такому середовищі, роботам потрібно мати більше навичок, які ми сприймаємо як належне. Спосіб, яким сільськогосподарські роботи виявляють, наближаються до своїх цілей і маніпулюють ними, вимагатиме вирішення нових проблем. Щоб розробити таких роботів, нам знадобиться індивідуальна методологія проектування, яка враховує реальність поля в основі і яка рухається до кінцевого дизайну в глибокій співпраці з кінцевими користувачами з фермерської спільноти.

Для виконання таких завдань, як посів, догляд за посівами та збирання врожаю, сільськогосподарські роботи стикаються з проблемами, які радикально відрізняються від їхніх побратимів на автоматизованих фабриках масового виробництва. Вони повинні функціонувати в неструктурованому, відкритому середовищі з високою мінливістю; бути стійким до зовнішніх умов; і бути розробленими та пристосованими до заплутування сільськогосподарських культур, шкідників та умов ведення сільського господарства. Вирішення цих проблем вимагатиме багатопрофільних команд, що охоплюють робототехніку, рослинництво та економіку.

Заводські роботи залежать від передбачуваного середовища та початкової конфігурації завдання, з якого потрібно виконувати. Автомобільна деталь завжди однакового розміру, форми та ваги; Він завжди розташовується з точністю до субміліметра в пристосуваннях до того, як почнеться рух робота. У



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 багатьох випадках для їх виконання не потрібно ніякого виду сприйняття. Незначна зміна положення деталі, що підлягає захопленню, розглядається як помилка, при цьому виробнича лінія зупиняється до її виправлення. Технологія, необхідна для цих впроваджень, є зрілою.

Роботи схильні до сильних вібрацій, якщо вони прикріплені до звичайної сільськогосподарської техніки. Це не тільки вимагає високоміцних корпусів для тонких механізмів, але й може внести шум у сприйняття та точну локалізацію цілі.

### Список літератури

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

## ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Кісь О. В., асп.; Світличний А. В., асп.;**  
**Задорожний В. П., асп.; Сміцков Д. С., асп.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі виконано аналіз застосування гібридної сільськогосподарської техніки.*

Широке використання вуглеводневого палива, яке використовується для живлення різноманітної сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів і комбайнів, негативно впливає на довкілля та значно погіршує якість повітря. Сільськогосподарські трактори є машинами, які споживають найбільше палива та забруднюють навколишнє середовище. На сільськогосподарський сектор припадає майже 10% щорічного виробництва парникових газів (ПГ). Підвищений рівень викидів вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) вважається однією з причин глобального потепління; кожен літр спаленого дизельного палива виділяє 2,7 кг CO<sub>2</sub>. Транспортні засоби з двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ) є основними джерелами викидів забруднюючих речовин. У сільськогосподарському секторі дизельні двигуни є найбільш поширеною силовою установкою. Згідно з нашими знаннями, більшість досліджень представляють результати щодо споживання палива при додаванні деяких біопродуктів або оцінюють викиди сільськогосподарських машин, фіксуючи параметри ДВЗ. У реальних польових операціях ці параметри зазвичай змінюють свої значення, кілька досліджень аналізують продуктивність тракторів під час виконання деяких реальних сільськогосподарських завдань, але немає контрольних значень щодо викидів забруднюючих речовин.

Моніторинг продуктивності та вихлопних газів сільськогосподарських тракторів дорогий і трудомісткий, оскільки вимагає польових заходів. Таким чином, необхідно використовувати нові методології, які, використовуючи дані виробників і дані вимірювань на місцях, дозволяють автоматично розраховувати та контролювати споживання палива та викиди вихлопних газів. Ці показники суворо залежать від сільськогосподарського завдання, робочої точки двигуна та навантаження на ВВП.

В останнє десятиліття жорсткі стандарти викидів були введені для позадорожньої мобільної техніки (NRMM), включаючи сільськогосподарські трактори. Щоб відповідати цим правилам, виробники тракторів інтегрували технології, спрямовані на фільтрацію твердих частинок із вихлопної системи, такі як системи доочищення вихлопних газів і фільтри твердих частинок. Однак ці підходи характеризуються високою вартістю, значними вимогами до простору та нездатністю повністю пом'якшити проблему. Отже, виробники NRMM зараз досліджують нові стійкі методології та технології для скорочення викидів і зменшення споживання викопного палива. Основною метою є стійке зменшення впливу на навколишнє середовище з одночасним підвищенням загальної

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ефективності машини.

Серед стійких технологій для аграрного сектора багатообіцяючі перспективи має розробка гібридних електричних тракторів. Цей підхід стане переважаючим напрямком у розвитку систем приводу NRMM у найближчому майбутньому. Інтеграція звичайного ДВЗ з системою електричного приводу відповідає принципам сталого сільського господарства, захисту навколишнього середовища та сприяння екологічному виробництву продуктів харчування.

Гібридні електротрактори можуть забезпечити:

– Підвищена ефективність: інтеграція електричної трансмісії дозволяє точніше контролювати використання енергії, оптимізуючи продуктивність трактора під час сільськогосподарських операцій;

– Економія палива: зменшення залежності від викопного палива завдяки використанню електроенергії, що призводить до значної економії палива та зниження витрат;

– Менші викиди: викиди меншої кількості забруднюючих речовин і парникових газів під час роботи, що сприяє більш чистому та стійкому веденню сільського господарства;

– Гнучкість: трактор може перемикається між ДВЗ і джерелом електроенергії, що дозволяє фермерам адаптувати свою роботу до різних навантажень і умов праці;

– Зниження рівня шуму та вібрації: електродвигун працює тихо, зменшуючи рівень шуму в сільській місцевості та покращуючи робоче середовище;

– Менші витрати на технічне обслуговування: трактор потребує набагато менше технічного обслуговування, ніж дизельні аналоги, оскільки вони мають менше механічних частин, що зменшує ймовірність поломки;

– Безпека та стабільність: центр ваги цих тракторів розташований нижче, ніж дизельні аналоги, що зменшує ймовірність їх перекидання або перекочування по нерівній місцевості;

Впровадження гібридних систем приводу в сільськогосподарських тракторах знаходиться на початковій стадії, тому ще існує ряд технологічних обмежень. Вирішення цих проблем дасть змогу розвинути серійне виробництво гібридних тракторів. По-перше, трактори є дуже універсальними сільськогосподарськими машинами, вони можуть виконувати різноманітні операції, такі як оранка, обробка ґрунту, внесення добрив та транспортування, які вимагають різного рівня потужності та навантажень, тому їх діапазон потужності дуже широкий, від кількох десятків кВт. до сотень кВт.

Крім того, високі технологічні та виробничі витрати в поєднанні з відсутністю ефективних систем зберігання енергії (ESSs) не дозволяють поширювати гібридні електричні трактори. Щільність енергії батареї в 100 разів менша, ніж щільність енергії дизеля. Цей аспект передбачає, що і в майбутньому сільськогосподарські трактори все ще будуть оснащуватися двигуном ДВЗ у поєднанні з електроприводом у гібридній конфігурації.

Традиційний метод оцінки продуктивності трактора, витрати палива та викидів забруднюючих речовин включає дорогі та трудомісткі польові

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 випробування. Передові технології дозволяють замінити деякі з цих експериментів комп'ютерним моделюванням, що забезпечує достовірність результатів.

Таким чином, використання програмного забезпечення для моделювання на етапі моделювання та проектування сільськогосподарського трактора може бути дуже ефективним. Засоби моделювання дозволяють створювати цифрові двійники автомобіля, які представляють собою віртуальний прототип, що повторює поведінку реальної машини. Крім того, імітаційні моделі дуже важливі, оскільки вони дають змогу випробувати машину в різноманітних робочих умовах, спостерігаючи в реальному часі наслідки деяких конструктивних модифікацій у конфігурації трансмісії, уникаючи створення дорогих фізичних прототипів. Один із 3 принципів створення чисельних імітаційних моделей полягає в тому, щоб модель була максимально гнучкою та придатною для повторного використання.

Наскільки нам відомо, про використання програмного забезпечення моделювання в сільськогосподарському секторі для моделювання та оцінки продуктивності сільськогосподарського трактора ще не повідомлялося. Крім того, наскільки нам відомо, у науковій літературі немає досліджень, які б оцінювали та порівнювали продуктивність і викиди забруднюючих речовин між «звичайним» трактором, що працює лише від ДВЗ, та електричним гібридним трактором, який поєднує ДВЗ із електричною машиною. Метою цього дослідження є аналіз та оцінка продуктивності, викидів CO<sub>2</sub> і споживання палива гібридних сільськогосподарських тракторів і порівняння із «звичайними» тракторами за допомогою програмного забезпечення для моделювання, яке зазвичай використовується в автомобільному секторі.

Гібридизація сільськогосподарських тракторів все ще перебуває на ранній стадії, але це швидко зростаючий сектор, який у майбутньому домінуватиме на ринку, оскільки він може забезпечити високу продуктивність, економію палива та низькі викиди забруднюючих речовин.

### **Список літератури**

1. Антощенко Р. В., Галич І. В., Череватенко Г. І. Динаміка та енергетика руху машинно-тракторного агрегату з урахуванням профілю опорної поверхні: монографія. – Харків: ДБТУ, 2024. – 100 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Антощенко Р. В. Обробка даних мобільного вимірювального комплексу для контролю за функціонуванням мобільних енергетичних засобів. *Вібрації в техніці та технологіях*. Вінниця, 2013. №2(70). С. 6–9.
4. Volodymyr Bulgakov, Roman Antoshchenkov, Valerii Adamchuk, Ivan Halych, Yevhen Ihnatiev, Ivan Beloev, Semjons Ivanovs. Investigation of the tractor performance when ballasting its rear half-frame. *INMATEH –Agricultural Engineering*, 2022. Vol. 68. No. 3. PP. 533–542.
5. Антощенко Р. В., Никифоров А. О., Череватенко Г. І., Антощенко В. М. Мікропроцесорна вимірювальна система динаміки та енергетики мобільних

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2021. Том 6. № 4. С. 241–248.
6. Galych I., Antoshchenkov R., Antoshchenkov V., Lukjanov I., Diundik S., Kis O. Estimating the dynamics of a machine-tractor assembly considering the effect of the supporting surface profile . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(7 (109), 51–62. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225117>.
  7. Bulgakov, V., Ivanovs, S., Adamchuk, V., Antoshchenkov R. Investigations of the Dynamics of a Four-Element Machine-and-Tractor Aggregate. *Acta Technologica Agriculturae*. Vol. 22, Is. 4, 1 December 2019, P. 146-151.
  8. Антощенко Р. В., Антощенко В. М., Фабричнікова І. А., Сміцков Д. С., Кісь О. В. Визначення динаміки колеса мобільної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 8. № 4. С. 115–120.
  9. Антощенко Р. В., Череватенко Г. І., Задорожний В. П., Світличний О. В., Кусков М. А. Дослідження динаміки повнопривідної тягово-транспортної машини. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 7. № 3. С. 125-135.
  10. Мазоренко Д. І., Антощенко Р. В., Галич І. В. Динаміка енергетичних витрат багатоелементних тягово-транспортних машин. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Т. 5. № 1. С. 82–97.

**УДК 631.561.6**

## **МЕХАТРОННІ ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ СУМІШІ ВІДХОДІВ СОНЯШНИКА НА ПІДПРИЄМСТВІ ОЛІЙНО ЕКСТРАКЦІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА**

**Бардадим О.В., здобувач наукового ступеню доктора філософії  
Сова Н.А., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*

**Мельник М.М., технічний директор**

*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро, Україна*

*Метою дослідження є визначення впливу мехатронних засобів управління на якість сортування суміші відходів соняшника, визначення напрямків застосування мехатронних засобів для сортування сільськогосподарських культур, визначення напрямків модернізації програмного забезпечення.*

Створені ТОВ НВО «Сортувальні машини» експериментальні мехатронні засоби сортування суміші відходів соняшника потребують як теоретичних, так і експериментальних досліджень для вивчення параметрів та режимів роботи під час імплементації у шеретувально - віяльні підрозділи поточних ліній олійно - екстракційного виробництва. В процесі інсталяції засобів необхідно забезпечити показники продуктивності процесу, якості одержаних продуктів, енергозбереження, що можливо вирішити як мультиплікацією кількості

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 обладнання, так і додатковим покращенням окремих показників засобу, а також раціоналізацією схемних рішень поточних ліній олійно - екстракційного виробництва.

На засадах існуючих рішень поточних ліній [1] теоретично визначено концепцію схемних рішень поточної лінії олійно – екстракційного виробництва. Відповідно до концепції «No Husks» (англ. Без лушпиння) [2], проблема має бути вирішена там, де вона виникає, тобто олійна домішка повинна бути відсортована та повернена до основного технологічного процесу негайно після основної технологічної операції. Згідно до концепції «No Husks», сортувальне обладнання має бути імплементоване після кожної одиниці обладнання, яке генерує лушпиння. Одержану олійну домішку направляють у основний технологічний процес.

Теоретичні розрахунки дозволили визначити основні переваги концепції «No Husks»:

- зниження кількості сміття насіння на 1,5%;

- зменшення кількості лушпиння на 5-6%;

- збільшення виходу олії на 1,4%;

- збільшення виходу шроту на 1,6%;

- зниження олійності лушпиння до рівня 0,20-0,39%;

- зменшення кількості лушпиння за течією технологічного процесу дозволить майже на 20% підвищити продуктивність шеретувально-віяльного та пресового відділень.

У порівнянні з бітер сепараторами, які споживають 16-18 кВт год, мехатронний засіб такої ж самої продуктивності споживає 3-4 кВт год.

Зменшення олійності лушпиння надає змогу забезпечити виготовлення «Зеленого палива» експортної якості, зменшення викидів шкідливих газів при спалюванні лушпиння та сміття у котлах.

Запропоновано схемне рішення технологічної лінії пресування соняшникової олії з програмованими параметрами повного циклу на базі мехатронних адаптивних сортувальних машин [3]. Подальші експериментальні дослідження дозволяють висунути робочу гіпотезу про надлишкову наявність обладнання для контролю перевіря та ядра, а також надлишкову кількість шеретувальних машин. На заключному етапі основного технологічного процесу перед спалюванням лушпиння встановлено спеціальний адаптивний пробовідбірник – аналізатор для контролю якості сортування та якості налаштувань основного технологічного обладнання лінії. Але експериментальна перевірка виявила низьку точність визначення наявної кількості олійної домішки (<95%), тому була виконана модернізація засобу встановленням додаткового каскаду сортування.

Для перевірки теоретичних положень були проведені експериментальні випробування окремих ланок технологічної лінії пресування соняшникової олії. У діючому виробництві були встановлені сортувальні машини для лушпиння на заключних ланках технологічної лінії. Перевірені два варіанта схемних рішень: лінійна та каскадна інсталяція.

Сортувальні машини для сміття насіння встановлені на заключній ланці

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 технології перед подаванням очищеного сміття на спалювання у котельню.

За результатами оброблення експериментальних даних отримані дані, які підтвердили показники продуктивності та якості сортування., але за відсутності адекватних нормативів для методів відбору проб, підготовки проб, та невизначені методів контролю наявної кількості олійної домішки мали невизначеність. Згідно до ДСТУ 7123:2009 [4] відбирають та готують проби згідно до ГОСТ 13979.0, визначають масову долю жиру та екстрактивних речовин згідно з ГОСТ 13496.15. ДСТУ 7123:2009 не регламентує методів відбору, підготовки проб та методи контролю кількості олійної домішки. Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби лушпиння та сміття насіння, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 не надають коректних показників наявної кількості олійної домішки.

Для подолання методичних проблем та релевантних проблем у порівнянні одержаних експериментальних даних запропонована спеціальна лабораторна машина для визначення наявної кількості олійної домішки.

Для перевірки відповідності теоретичного дослідження експериментальним даним були використані методики [5], [6].

#### **Висновок.**

За результатами експериментальних досліджень підтверджені конструктивно - технологічні параметри сортувальних машин та схемні рішення щодо інсталяції мехатронних засобів управління сортуванням суміші відходів соняшника, визначені напрямки застосування мехатронних засобів для сортування сільськогосподарських культур.

Виправлені недоліки конструкції пробовідбірника – аналізатора: встановлені додатково барабанний решітний запобіжник, затулки для паралельного відбору проб для ручного визначення кількості олійної домішки та додатковий каскадний сортувальний канал.

Схемні рішення лінії можливо застосувати при процесах переробки ріпака, сої та льону, для чого необхідно виконати дослідження параметрів сортування цих культур та створення бібліотеки наперед завантажених програмних модулів управління сортуванням.

#### **Список використаних джерел**

1. Алієв, Е. Б., Миколенко, С. Ю., Сова, Н. А. та ін. Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми: колективна монографія / за заг. ред. Е. Б. Алієва. Дніпро: ЛІРА. 2022. 192 с. ISBN 978-966-981-687-0.
2. Кудрявцев І.М., Бардадим О.В., Мельник С.М., Концепція «No HUSKS» (без лушпиння) та перспективи її впровадження у шеретувально віяльних відділеннях олійно екстракційних підприємств. Матеріали ІІ Всеукраїнської науково-технічної конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених, «Молодь - науці і виробництву: Актуальні питання харчової промисловості»: Херсон, 10 травня 2023р. [Електронне видання] – Херсон: ХДАЕУ, 2023. - 132 с. [http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2023/05/mat\\_konf\\_1005.pdf](http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/2023/05/mat_konf_1005.pdf)

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
3. Кудрявцев І.М., Бардадим О.В., Мельник С.М., Бардадим В.К., Ярошкін В.П., Мельник М.М. Патент на корисну модель України №155727, МПК А01F 12/44 (2006.01); В07В 4/02 (2006.01); В07В 9/00; В07В 9/02 (2006.01); В07В 13/14 (2006.01); В07В 15/00; В30В 9/02 (2006.01). Технологічна лінія пресування соняшникової олії повного циклу на базі адаптивних сортувальних машин із програмованими параметрами. Заявник ТОВ НВО «Сортувальні машини», № у 2023 03069. Заявл. 23.06.2023. Опубл. 03.04.2024, Бюл. №14.
  4. Лушпиння соняшнику. Технічні умови: ДСТУ 7123:2009.-[Чинний від 2009-12-18]. -К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с. –(Національний стандарт України).
  5. Випробовування сільськогосподарської техніки. МАШИНИ СОРТУВАЛЬНІ. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-141:2004.-[Чинний від 2004-12-24]. -К.: Мінагрополітики України, 2006. 24 с.
  6. Алієв Е. Б. Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Запоріжжя. 2020. 530 с.

**УДК 352:005.2::355.6**

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАПАСІВ КОМЕРЦІЙНОЇ ТОРГОВЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПОСТАЧАННЯ В УМОВАХ КАТАСТРОФ**

**Попко С.О., Черняк Ю.Д., Шубний В.В., Черепньов І.А., к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

**Пісня Л. А., к.т.н.**

*Наукова-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут  
екологічних проблем»*

*На підставі аналізу наукових публікацій американських і японських дослідників показано як наявність сталих значних запасів в комерційних продуктових магазинах впливає на продовольчу безпеку населення. Це може дозволити значно прискорити доставку продовольства в райони постраждалих від надзвичайних ситуацій і розподіл його серед населення відповідних територій.*

Дві світові війни, численні локальні військові конфлікти, природні і техногенні катастрофи вже довели необхідність постійно оновлення та сталого зберігання запасів продовольства на території кожної держави. У роботі [1] зазначається, що наявність сталих значних запасів в комерційних продуктових магазинах впливає на продовольчу безпеку населення і саме вони дозволяють забезпечити досягнення таких цілей, як: як продовольча безпека, готовність до стихійних лих та інше. У якості прикладу зазначається позитивний досвід, накопичений в Японії, де на регулярній основі проводиться моніторинг запасів



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 продовольства, які відповідно до вимог уряду як на муніципальному рівні, так і на рівні домашніх господарств повинні бути розраховані на споживання протягом двох тижнів.

Як показує сумний досвід різних країн, природні катаклізми здатні надавати руйнівний вплив на людські і матеріальні ресурси, а також порушити природний потік суспільного життя. Стихійні лиха часто виходять за рамки звичних можливостей суспільства до адаптації і можуть призвести до серйозних криз. Так в [2] підкреслено, що досвід наслідків попередніх катастроф як у світі так і в Ірані, включаючи землетрус на Бамі, показує, що пошук вирішення завдань постачання і розподілу продуктів харчування для постраждалих від стихійного лиха людей, особливо в перші кілька днів після катастрофи, розглядається як одна з нагальних проблем в системі антикризового управління.

У роботі [3] представлені результати наукового дослідження проведеного в США. Первісною гіпотезою було положення про те, що для того, щоб продовольчий сектор став важливим джерелом харчування після катастрофічних подій, федеральному уряду необхідно провести стратегічні закупівлі певного рівня. Метою дослідження було вивчити питання визначення розмірів і доцільності таких закупівель. Одним з результатів отриманих в процесі вищевказаного дослідження було те, що додаткові закупівлі в державному секторі не потрібні. У комерційній продуктивній мережі вже є достатні запаси продуктів, що зберігають термін придатності. Проблема полягає не в поставках, а в доставці постраждалим після катастрофічної події. Аналогічні дослідження проводяться і в Японії. Як зазначено в роботі [4]: до теперішнього часу інтенсивно вивчалось питання про доставку продовольчої допомоги в евакуаційні сховища ззовні після великомасштабних лих. Однак ці вантажі часто не доходять до місця призначення через такі проблеми, як несправність дорожньої мережі. Тому була запропонована концепція використання місцевих будівель, захищених від стихійних лих, з уже наявними запасами продовольства в якості укриття для евакуйованого населення. Більш конкретно, це дослідження було зосереджено на потенціалі торгових вулиць у забезпеченні місцевого населення продуктами харчування та напоями, що зберігаються як запаси, після стихійних лих.

У роботі [5] були сформульовані критерії доцільні для формування наборів продуктів харчування підчас планування заходів реагування на стихійні лиха у міських громадах. В якості ключових оцінок для таких критеріїв запропоновано: 1) щільність поживних речовин; 2) властивості щодо зберігання та обігу; 3) простота приготування; 4) культурне визнання/індивідуальна толерантність. Також, була проведена порівняльна оцінка 12 різних харчових продуктів, кожному з яких присвоїли бали в діапазоні від нуля до трьох за кожним з чотирьох вищевказаних критеріїв вибору продуктів харчування.

На підставі опрацювання даних нами була складена діаграма, представлена на рис. 1.

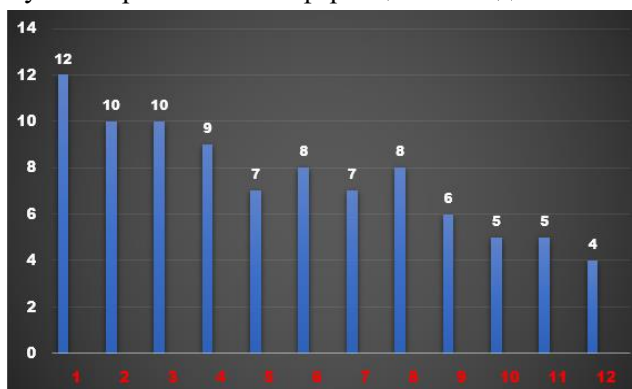
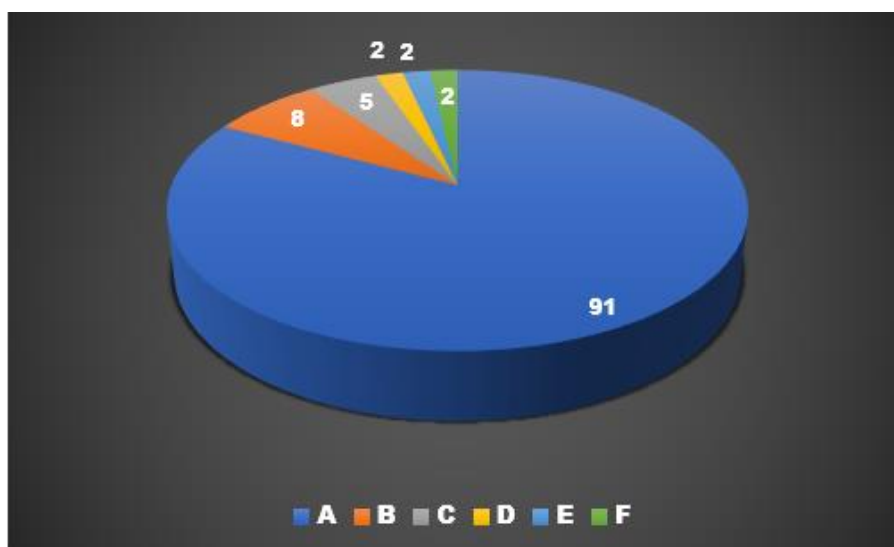


Рисунок 1 – Результати оцінки кожної з груп продуктів харчування відповідно до зазначених критеріїв відбору продуктів харчування, де горизонтальна вісь: 1 - сухі пластівці; 2 - горіхи; 3 - сухофрукти; 4 - зерно; 5 - бобові; 6 - сушене м'ясо / риба; 7 - сухе молоко; 8 - свіжі овочі; 9 - свіжі фрукти; 10 - свіже молоко; 11 - яйця; 12 - свіже м'ясо / риба, а вісь вертикальна: загальна сума балів.

Як видно з рис. 1, найкращі значення бальних оцінок у продуктів харчування рослинного походження. Автори [5] рекомендують забезпечувати ними перш за все осіб, які страждають надмірною вагою і ведуть малорухливий спосіб життя. А м'ясні та рибні продукти залишати для осіб, які виконують рятувальні роботи, і для тих, у кого підвищені потреби в енергії, тобто дітей і вагітних жінок.

У роботі [6] представлений огляд наукових публікацій, які присвячені дослідженням в області управління ланцюжком поставок продовольства при стихійних лихах.

На рис.2 представлена діаграма, складена нами за даними наведеними в роботі [6], яка ілюструє розподіл кількості наукових публікацій наукових публікацій, в яких проаналізовано різні надзвичайні ситуації природного походження.



А - спалах епідемії; В - посуха; С - повінь; D - шторм; Е - землетрус; F - сильна спека.

Рисунок 2 - Розподіл кількості наукових публікацій щодо різних надзвичайних ситуацій природного походження

Як видно з рис. 2, найбільшою популярністю у дослідників користуються епідемії. Однак, на нашу думку, найбільший інтерес представляє висновок авторів роботи [6] про те, що практично відсутні дослідження про вплив політики управління ланцюгів поставок на безпеку харчових продуктів. Дана обставина знижує ефективність формування продовольчих запасів і розподілу їх серед населення постраждалих територій від надзвичайних ситуацій.

До схожих висновків дійшли і в [7], які пропонують насамперед замість того, щоб розробляти нові аналітичні рамки проблеми забезпечення, було б найбільш корисно гармонізувати існуючі інструменти відповідно до спільно узгодженого системного підходу.

Таким чином, урегульований механізм та чітко розроблена політика управління харчовим забезпеченням населення в умовах надзвичайних ситуацій має ґрунтуватися на науково обґрунтованому управлінні як логістики поставок так і оцінкою як самих продуктів так і умов їх зберігання безпосередньо в місцях торгівельної мережі із достатнім рівнем безпеки та автономії в умовах надзвичайних ситуацій.

В якості перспектив досліджень автори [7] зазначають, що продовольча безпека є багатогранною проблемою з комплексними екологічними, соціальними, політичними та економічними причинами, яка охоплює компоненти наявності, доступу та використання продовольчих запасів. Комплексний і цілісний аналіз того, як поточна організація виробництва, обробки, розподілу та споживання харчових продуктів сприяє продовольчій безпеці, вимагає розширення концепції продовольчої системи за межі лише цих видів діяльності та має включати суміжні: економічні, соціальні та екологічні аспекти, а також їх взаємодії, що призводить до комплексних результатів, які необхідно вивчати за допомогою мульти- та міждисциплінарних комплексних підходів.

### Список використаних джерел

1. Lassa J. A., Teng P., Caballero-Anthony M., Shrestha M. Revisiting Emergency Food Reserve Policy and Practice under Disaster and Extreme Climate Events. *International Journal of Disaster Risk Science*. 2019. Vol. 10 (1). P. 1-13. doi:10.1007/s13753-018-0200-y.
2. Moghadam M., Amiresmaeli M., Hassibi M., Doostan F., & Khosravi S. Toward a Better Nutritional Aiding in Disasters: Relying on Lessons Learned during the Bam Earthquake. *Prehospital and Disaster Medicin*. 2017. № 32(04), 382–386. doi:10.1017/s1049023x17006355.
3. Palin P. J. *The Role of Groceries in Response to Catastrophes*. Washington : CNA, 2017. 114 p. URL: <https://www.cna.org/reports/2017/01/supply-chain-resilience-groceries-in-catastrophe.pdf> (дата звернення: 21.11. 2024).
4. Kotani H., Yokomatsu M., & Ito H. Potential of a shopping street to serve as a food distribution center and an evacuation shelter during disasters: Case study of Kobe, Japan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2019. 101286. doi:10.1016/j.ijdr.2019.101286.
5. Wien M, Sabate J. Food selection criteria for disaster response planning in urban

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 societies. *Nutrition Journal*. 2015. № 14(1). 14:47. doi:10.1186/s12937-015-0033-0. URL: <http://surl.li/vdqncr>
6. Perdana T., Onggo B., Sadeli A., Chaerani D., Achmad A., Hermiatin F., Yu Gong Y. Food supply chain management in disaster events: A systematic literature review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2022. Vol. 79. 103183. doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103183.
7. Brouwer I.D., McDermott J., Ruben R. Food systems everywhere: Improving relevance in practice. *Global Food Security*. 2020;26 doi: 10.1016/j.gfs.2020.100398.

**УДК 339.7**

## **ІНФОРМАЦІЙНА АСИМЕТРІЯ: ВПЛИВ ТА НАСЛІДКИ**

**Романашенко І.О. аспірантка, Гіржева О.М. д.е.н., професор**

*Кафедра менеджменту, бізнесу і адміністрування  
Державний біотехнологічний університет*

*Дослідження асиметрії інформації на сьогодні надзвичайно актуально, тому що інформація є найважливішим активом, тому баланс між вартістю та користю пошуку інформації є вирішальним аспектом розвитку будь-якого бізнесу. Але пошук ефективної та чіткої інформації часто є причиною виникнення її асиметрії, що являє собою дисбаланс у якості чи кількості інформації, якою володіють два або більше агентів. У роботі обґрунтовано необхідність розуміння, в яких сферах і яким чином асиметрія інформації може спричиняти вплив.*

Під асиметрією інформації розуміється положення, за якого один суб'єкт ринку володіє більш важливою та/або більш повною інформацією, ніж інший зацікавлений суб'єкт ринку. У випадку недостовірності інформації її перевірка вимагає додаткових витрат. Тому суб'єкт необов'язково прагне до більш достовірної інформації. Великий масив інформації не дає змогу зібрати і накопичити її всю через брак коштів, крім цього, суб'єкт може прийняти невірне рішення і зібрати неважливу інформацію. Всі суб'єкти ринку однаковою мірою не здатні відбирати, аналізувати і накопичувати інформацію про все, що їм зустрічається [1].

Проте на сучасному етапі розвитку економіки в умовах швидких змін зовнішнього середовища суб'єкти ринку потребують все більше достовірної повної ринкової інформації, симетрично розподіленої між агентами ринку. Симетрична інформація спричиняє підвищення конкурентоспроможності та більш повної реалізації економічних потенціалів суб'єктів. Одночасно нерівномірний розподіл інформації між агентами ринку обумовлено їх господарської відособленістю, породжує феномен асиметрії [2].

Асиметрія інформації є рисою, яка іманентно притаманна різним ринкам, а через їх специфіку вона володіє особливими характеристиками, формами прояву, напрямами впливу на агентів ринку. Вона перешкоджає прийняттю

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 економічними суб'єктами оптимальних рішень і ефективному розподілу ресурсів, призводить до несприятливого відбору, виникнення морального ризику і створює можливості для реалізації опортуністичної поведінки сторін, збільшує транзакційні витрати [3].

На будь-якому ринку інформаційна асиметрія характеризується своєю специфікою, аналіз якої допомагає зрозуміти особливості процесу прийняття рішень його суб'єктами. Спостережуваний в суспільстві нерівномірний розподіл інформації, її неоднакова доступність для різних суб'єктів ринку, наявність нецінових інформаційних сигналів призводять до того, що одні суб'єкти отримують інформаційну перевагу перед іншими, що поступово трансформується в економічну, соціальну або політичну перевагу. Результатами є недолік і недоступність ринкової інформації, що перешкоджають прийняттю оптимальних рішень. Інша проблема – нерівномірний розподіл наявної інформації серед учасників ринку, в результаті чого можливі серйозні деформації в поведінці продавців і покупців. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки економічного механізму, спрямованого на зниження наслідків асиметрії інформації і підвищення ефективності функціонування галузевих ринків [4].

Розвиток ринку інформаційних послуг як фактора зниження асиметрії інформації може стати основою для прийняття рішень, що підвищують ефективність такого механізму, а також ефективність бізнес-процесів підприємств і галузей на ринках з асиметричною інформацією. Значимість інформації для прийняття рішень не потребує якогось особливого обґрунтування. Достатнім доказом є те, що припущення про повноту інформації приймалося як обов'язкове під час аналізу всіх основних мікроекономічних моделей ринку. В цей час інформаційне забезпечення – досить складна проблема. Отримання практично будь-якої інформації пов'язане з витратами. Тому, прагнення до її отримання припускає порівняння витрат, пов'язаних з отриманням інформації і додаткової користі від її отримання. При будь-яких обставинах наслідки асиметрії інформації свідчать про те, що асиметрія інформації чинить серйозний негативний вплив, що виражається в зниженні ефективності прийнятих учасниками ринку рішень, функціонування самого ринку і економіки загалом.

Отже, регулювання проблеми асиметрії інформації може проводитися на рівні оптимізації економічної системи загалом. При цьому ринкова інформація відіграє роль громадського блага, а її поширення – одна з найважливіших функцій суспільства. Тому визначальними засобами зниження асиметрії інформації є законодавче регулювання економічної діяльності, розвиток і підтримка державою діяльності громадських організацій – спілок (асоціацій) споживачів і виробників, соціальне страхування, організація інститутів інформаційного посередництва – кредитних бюро, що накопичують ретроспективну інформацію інституційного характеру.

#### **Список використаних джерел:**

1. Барановський О. Предтечі фінансових криз. Фінанси України. 2009. № 3. С.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 3-22.

2. Varian Hal. R. Intermediate Microeconomics: A Modern Approach, Seventh Edition. 7th edition. New York : W.W. Norton & Company, 2005. 784 p.
3. Кабанов В. Методологічні засади ідентифікації кризових явищ на ринку фінансових інвестицій в Україні. Фінанси України. 2009. № 4. С. 109-117.
4. Крисюк Л. М. Вплив асиметрії інформації на ринок підприємств транспортних послуг. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія : Економіка і менеджмент. 2017. Вип. 23(1). С. 55-58.

**УДК 621.873**

## **ВИПРОБУВАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЮ ТАЛЛЮ ВАНТАЖОПІДЙОМНІСТЮ 0,5 Т**

**Свіргун В.В., аспірант, Свіргун О.А., к.т.н., доц.**

*Метою дослідження є експериментальне підтвердження ефективності розробленої мікропроцесорної системи керування електричною таллю.*

Для підвищення ефективності перевантажувальних робіт доцільно використовувати засоби автоматизації і відмовитись від ручного керування. Особливо це актуально для вантажопідйомних машин (ВПМ) з гнучким підвісом вантажу, що використовуються на великих вантажних потоках. Основною проблемою, що виникає при реалізації такого проекту, є наявність гнучкого підвісу вантажу, в наслідок чого виникають значні його коливання, що вимагає суттєвих витрат часу на усунення коливань вантажу в точці завантаження-розвантаження. Оператор вантажопідйомної машини робить це шляхом маніпуляцій розгін-гальмування, але це вимагає досвіду і значних витрат фізичних і моральних сил, він швидко втомлюється і можливі аварійні ситуації. Тому є сенс звільнити оператора від активної участі у керуванні ВПМ і перейти в автоматичний режим роботи.

Для реалізації такого проекту була розроблена програма для ПК, яка використовує задані основні параметри ВПМ і генерує оптимальні закони керування, реалізація яких засобами автоматизації дозволить максимально скоротити час перевантажувального циклу шляхом ефективного усунення коливань вантажу в точці завантаження-розвантаження і кількість перемикачів режимів розгін-гальмування теж є мінімальним. Ця програма є універсальною і може бути використана для будь-якої вантажопідйомної машини з гнучким підвісом вантажу, де точка підвісу рухається прямолінійно. Це може бути мостовий кран, перевантажувач, таль тощо.

Для перевірки правильності отриманих законів керування була розроблена оригінальна система керування на базі мікроконтролера Arduino і проведені експериментальні дослідження на базі електричної талі вантажопідйомністю 0,5т. По-перше, були заміряні основні параметри талі, які потрібні для розрахунку оптимальних законів керування . а саме – маса талі і вантажу,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 довжина канату, рушійне зусилля, швидкість сталого руху і зусилля статичного опору. Також таль була обладнана датчиками зворотного зв'язку для компенсації похибки. Після розрахунку оптимальних законів керування вони закладені в пам'ять контролера і реалізовані в автоматичному режимі. При цьому фіксувалися основні параметри під час руху, а саме швидкість пересування талі і відхилення вантажу від вертикальної осі. Саме вони зображені на Рис. 1.

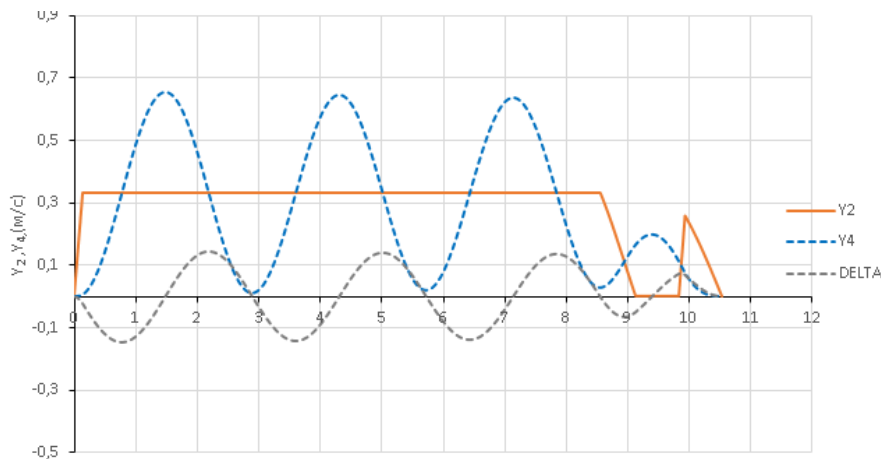


Рис. 1. Графіки перехідних процесів;  $Y_2$  – швидкість талі,  $Y_4$  – швидкість вантажу; DELTA – відхилення вантажу

Видно, що після зупинки талі коливання вантажу повністю відсутні, а час перевантажувального циклу і кількість перемикачів керування – мінімальні. Також були досліджені різні способи усунення коливань вантажу. Перший спосіб – це коли гальмування талі здійснюється за рахунок зусилля статичного опору. Цей спосіб кращий для привода, тому що немає ударів, але може виникнути похибка із-за нестабільності зусилля статичного опору на різних ділянках шляху. Другий спосіб, коли гальмування талі здійснюється двигуном шляхом протиключення. Це більш ефективний і прогнозований спосіб з мінімальними похибками, але більше навантажується привід. Також є можливість використовувати сумісність рухів. Наприклад, механізму пересування талі і механізму підйому вантажу. Це значно скорочує час перевантажувального циклу.

### Висновок

Експериментальні дослідження наочно показали ефективність застосування мікропроцесорної техніки для автоматизації вантажопідйомних машин у порівнянні з ручним керуванням. Результати досліджень можуть бути використані для будівництва сучасних вантажопідйомних машин високої продуктивності.

### Список використаних джерел

1. Свіргун В.П., Свіргун В.В., Антощенко Р.В. Мікропроцесорна система керування мостовим краном на базі Ардуіно. . «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» № 23, 2022. - С. 87-91.
2. Свіргун В.П., Свіргун О.А. Проблеми, що виникають при автоматизації

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 кранів мостового типу. «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» № 21, 2020. - С. 92-96.
3. Антощенко Р. В., Свіргун В. П., Свіргун О. А., Свіргун В. В. Аналіз роботи мікропроцесорної системи керування мостовим краном з використанням оптимальних законів керування. Український журнал прикладної економіки та техніки. 2024. Том 9. № 2. С. 12 – 17.
  4. Свіргун В.В., Антощенко Р.В., Свіргун В.П. Вдосконалення роботи мікропроцесорної системи керування мостовим краном з використанням оптимальних законів керування. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». 2024. С. 212-216.

**УДК 631.879.4**

## **ОПТИМІЗАЦІЯ ГІДРАВЛІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ЗАСОБІВ ХІМІЗАЦІЇ В ҐРУНТ**

**Галич І.В. к.т.н., Лук'яненко О.В. аспірант, Рева Ю.В. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Метою дослідження є пошук оптимальних параметрів для забезпечення максимального засвоєння поживних речовин рослинами та мінімізувати втрати добрив у навколишнє середовище.*

Процес підповерхневого внесення рідких засобів хімізації є важливим етапом у сучасних агротехнологіях, що дозволяє забезпечити максимальне засвоєння поживних речовин рослинами та мінімізувати втрати добрив у навколишнє середовище [1]. Оптимізація гідравлічних параметрів системи внесення є ключовою для досягнення ефективного та економічного використання рідких хімічних засобів. Основними гідравлічними параметрами, що потребують налаштування, є тиск, швидкість подачі рідини та рівномірність розподілу робочого розчину в ґрунті [2]. Правильне налаштування цих параметрів дозволяє досягти оптимального проникнення добрив на задану глибину, підвищуючи ефективність їх дії та зменшуючи ризик забруднення ґрунтових вод [3].

Дослідження проводилися на лабораторному стенді, який імітує процес підповерхневого внесення рідких добрив із використанням спеціального інжекторного обладнання. Було розроблено методику визначення оптимальних параметрів подачі рідких засобів, що включає контроль тиску на виході з форсунок, рівномірність розподілу рідини та ступінь проникнення в ґрунт [4]. Використання математичного моделювання дозволило передбачити поведінку рідини в різних умовах і розрахувати ефективність розподілу хімічних речовин залежно від вологості та структури ґрунту.

За результатами експериментальних досліджень було встановлено, що підвищення тиску подачі рідини сприяє глибшому проникненню добрив у ґрунт, але при цьому збільшується ризик перенасичення окремих зон і виток добрив у суміжні шари, що може спричинити забруднення ґрунтових вод. Для



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 забезпечення рівномірності внесення рідких засобів рекомендовано використовувати комбіновані режими, що включають змінні рівні тиску та адаптацію швидкості подачі залежно від типу ґрунту [5]

Також було виявлено, що оптимальна швидкість подачі рідини залежить від вологості ґрунту: у сухих умовах потрібно підвищувати швидкість для забезпечення ефективного розподілу, тоді як у вологих умовах оптимальним є знижений тиск і помірна швидкість, щоб уникнути перенасичення і зменшити втрати рідини. Розроблена математична модель дозволяє прогнозувати ці параметри для різних агротехнічних умов, що допомагає підвищити точність застосування добрив.

Проведений аналіз показує, що правильна оптимізація гідравлічних параметрів дозволяє зменшити загальне споживання хімічних засобів до 15% завдяки кращому їх засвоєнню та зниженню втрат. Крім того, зниження викидів у навколишнє середовище забезпечує екологічні переваги і підвищує стійкість агротехнологій до вимог охорони довкілля [1]. На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо налаштування гідравлічної системи підповерхневого внесення добрив для забезпечення максимальної ефективності та екологічної безпеки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Коваленко Л.М., Ткаченко В.О. *Системи хімізації в сучасному землеробстві* / Харків: ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, 2021.
2. Пилипенко А.О. *Вплив параметрів внесення рідких добрив на їх засвоєння рослинами* / Агроекологічний журнал. – 2022. – №1. – С. 23-28.
3. Мельник І.Г., Бойко Л.С. *Методи оптимізації процесу внутрішньогрунтового внесення добрив.* / Київ: НАУ, 2020.
4. Черненко С.В. *Гідравлічні параметри систем внесення хімічних засобів в ґрунт* / Техніка і технології АПК. – 2021. – №4. – С. 34-40.
5. Іванченко М.В. *Екологічні аспекти застосування рідких добрив у землеробстві* / Сільськогосподарська техніка і технології. 2020. №3. С. 15-22.

**УДК 631.362**

### **ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМІВ ВІБРАЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ НАСІННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ**

**Галич І.В. к.т.н., Рева Ю.В. аспірант, Лук'яненко О.В. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Метою дослідження є пошук оптимальних режимів вібраційного очищення насіння для зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності.*

Актуальною проблемою сучасного агропромислового виробництва є підвищення ефективності обробки насіння, особливо в умовах зростання

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вартості енергоресурсів [1]. Для забезпечення якості очищення при мінімальних енерговитратах необхідно оптимізувати параметри роботи вібраційного обладнання, зокрема амплітуду та частоту коливань, а також кут нахилу деки. В результаті досліджень було встановлено, що найбільш ефективним є зональний підхід до налаштування цих параметрів, при якому частота і амплітуда коливань змінюються по довжині робочої поверхні, що дозволяє адаптувати процес очищення під фізико-механічні властивості різних фракцій насіння [2].

Для забезпечення високої якості очищення та збереження цілісності зерна було розроблено математичну модель, що дозволяє визначати оптимальні значення параметрів коливань. Результати моделювання показали, що високі частоти у початковій зоні сприяють видаленню великих домішок, тоді як у кінцевій зоні більш низькі частоти та менша амплітуда дозволяють делікатно очищати зерно від легких домішок [3]. Це дає змогу знизити енерговитрати до 15% та підвищити продуктивність до 20% завдяки оптимізації розподілу навантаження на приводний механізм.

Окрему увагу приділено впровадженню системи автоматичного регулювання параметрів коливань, яка дозволяє адаптувати режим роботи обладнання до умов обробки в реальному часі. Такі системи оснащені датчиками, що відстежують характеристики насіння і домішок, а також швидкість подачі матеріалу [4]. За допомогою системи автоматизованого керування регулюється амплітуда і частота коливань декі відповідно до поточних умов. Це дає змогу мінімізувати простой через необхідність ручного налаштування та покращує стабільність якості очищення при великих обсягах зерна.

Експериментальні дослідження показали, що зональний розподіл частот та амплітуд дозволяє значно підвищити селективність процесу очищення. При такому режимі робоча поверхня розділена на ділянки з різними характеристиками коливань, що підвищує точність виділення частинок із різними фізико-механічними властивостями [5]. Наприклад, важкі домішки, такі як каміння або великі грудки землі, ефективно видаляються у початковій зоні з високою частотою коливань, тоді як у кінцевій зоні низька амплітуда забезпечує м'яке очищення легких домішок, знижуючи ризик травмування насіння. Такий підхід є особливо корисним при обробці тендітних культур, що вимагають дбайливого ставлення.

Крім підвищення якості очищення, зональний режим роботи сприяє зменшенню зносу робочих елементів обладнання. Знижені в кінцевій частині декі амплітуда та частота коливань не лише знижують динамічні навантаження на конструкцію, а й покращують довговічність машини. Це дозволяє зменшити потребу в регулярному обслуговуванні та знижує загальні експлуатаційні витрати. У перспективі, розробка нових алгоритмів автоматизованого управління параметрами коливань дозволить розширити функціональність обладнання для обробки різноманітних культур з урахуванням їх специфічних властивостей.

Математичне моделювання показало, що впровадження зонального підходу також забезпечує оптимізацію енергоспоживання за рахунок зменшення інтенсивності навантажень на приводний механізм. Це дозволяє суттєво знизити

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 витрати на електроенергію без погіршення якості очищення насіння, що позитивно впливає на загальну ефективність виробничих процесів в агропромисловому комплексі.

### **Список використаних джерел**

1. Ткаченко О.М. Вібраційні технології в агропромисловому виробництві: навчальний посібник. / Київ: НУБіП України, 2020.
2. Дмитрук В.М. Дослідження параметрів роботи очисних машин для підвищення якості обробки зерна Вісник НУБіП України. – 2021. – №2. – С. 45-51.
3. Кот І.В., Левченко О.О. Теоретичні основи мехатронних систем для агропромислового комплексу / Харків: ХНТУСГ, 2019.
4. Петренко С.М., Савченко Ю.В. Основи проектування машин для очищення зернових культур. / Вінниця: ВНТУ, 2018.
5. Іваненко М.В. Оптимізація роботи вібраційних систем для обробки зернових культур / Сільськогосподарська техніка і технології. – 2020. – №4. – С. 12-17.

**УДК 631.1.65**

## **ПОБУДОВА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ І СПЕЦТЕХНІКИ**

**Андрющенко О. В., Куценко Є.О. студенти; Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

Останнім часом з'явилося багато організацій по вантажоперевезенням які займають високі чи низькі сходинки на ринку автопослуг.

Головними вимогами замовників на сьогодні є те щоб на процес перевезення вантажу витрачалось мінімум часу і при цьому гарантувалась його цілісність. Недбала організація вантажоперевезення може потягнути за собою серйозну моральну і фінансову шкоду.

Проблема забезпечення якості є комплексною і вирішувати її традиційними методами лише шляхом контролю якості виконаної роботи, практично не можливо. Тому повинен бути комплексний, системний підхід, реалізація якого можлива лише в рамках системи управління якістю.

Значну роль у підвищенні якості відіграють стандарти, які є нормативною базою систем якості. Загальновизнаними на сьогодні є міжнародні стандарти ISO серії 9000, 9001, які сконцентрували досвід управління якістю, нагромаджений в різних країнах. У багатьох країнах, в тому числі і в Україні вони прийняті як національні.

Також, як відомо, у ринковій економіці замовник має можливість домовлятися з виконавцем не тільки про вимоги до якості його послуги, що цікавить, але й до умов її виконання, що гарантує виконання цих вимог. У закордонній практиці такою умовою найчастіше стає вимога про наявність в відділенні - виконавців діючої системи якості, що відповідає вимогам стандартів ДСТУ ISO серії 9001-2015 [1]. Ця вимога вже починає включатися й у договори

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 про надання послуги. Тому у зв'язку з необхідністю підвищення конкурентоспроможності послуг відділення й вимогами замовників була спроектована система управління якістю для Красноградського відділення технологічного транспорту і спецтехніки.

Красноградське відділення технологічного транспорту і спецтехніки (КВТТіСТ) бурового управління “Укрбургаз” філії дочірньої компанії “Укргазвидобування” діяльність якого є:

- доставка бурового обладнання до місць, зазначених у договорах;
- доставка продукції від виробника до споживача;
- земельні роботи з використанням важкої та спеціальної техніки.

Проектування системи управління якістю передбачає виконання цілого ряду робіт в цій сфері. Було проаналізовано організаційну структуру відділення і розділена відповідальність по кожному з процесів системи управління якістю згідно зі стандартом ДСТУ ISO 9001-2015. Відповідно до матриці відповідальності посадові інструкції всіх працівників, які мають відношення до процесів системи управління якістю, були доповнені повноваженнями та обов'язками на основі стандарту ДСТУ ISO 9001-2015.

Ефективне функціонування відділення неможливе без визначення чисельних взаємопов'язаних процесів та взаємодії між ними.

У системах управління якістю організацій документообіг є невід'ємною частиною [1, 2], звісно і в Красноградському відділенні технологічного транспорту і спецтехніки також є документообіг. Вся документація СУЯ ділиться на три рівні. Основним документом першого рівня є Політика відділення в області системи управління якістю.

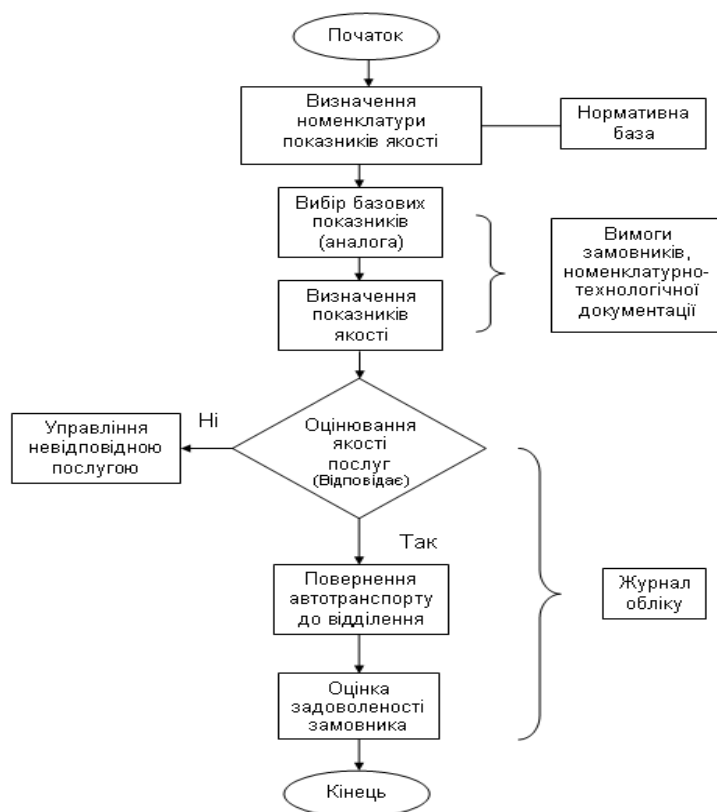


Рисунок 1 – Блок-схема процесу “Оцінювання якості послуги”

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

В процесі роботи було розроблено методику процесу «Оцінювання якості послуги». Це дуже важливий процес СУЯ, який виконується на підставі замовлення, для документального доказу якісного надання послуг. Процес оцінювання пояснюється побудованою блок-схемою (рис.1).

Проведений аудит СУЯ виявив три невідповідності. В результаті їх аналізу за допомогою причинно – наслідкових діаграм та діаграм Паретто був складений звіт про аудит, в якому передбачені рекомендації по усуненню виявлених невідповідностей.

#### **Список літератури:**

1. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). Системи управління якістю. Вимоги. – Введ. 01.07.2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с.
2. ДСТУ ISO 9004:2018 (ISO 9004:2018, IDT) Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху. – Введ. 01.01.2020. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 51 с.

**УДК 631.1.65**

### **РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ В ТОВ «ВСЕСТО»**

**Кулик А. Д., Андрющенко О. В. студенти; Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

У 2002 році в Україні було засновано підприємство ТОВ «Всесто». Предметом діяльності товариства є діяльність в галузі виробництва морепродуктів.

Компанія об'єднує дві торгові марки:

- ТМ «Доктор-Море» - салати з морської капусти;
- ТМ «Всесто» - салати з грибів, моркви, капусти та інших овочів.

Сировинна база галузі представлена вітчизняною сировиною (овочі, спеції, тара) та імпортною сировиною.

З метою покращення виробництва було прийнято рішення впровадження системи управління підприємством у відповідності з сучасними міжнародними вимогами. Для цього було проведено аналіз таких систем управління як:

- Система управління якістю продукції на відповідність ДСТУ ISO серії 9000 [1 - 3];
- Система екологічного менеджменту на відповідність ДСТУ ISO серії 14000 [4];
- Система управління охороною праці і виробничою безпекою (OHSAS 18000) [5];
- Система управління харчовою безпекою ISO серії 22000 [6 - 8].

В зв'язку з розвитком науки та технологій в сферах виробництва продовольчої сировини та переробки сільськогосподарської продукції спостерігається поява додаткових чинників, які негативно впливають на безпечність харчової продукції. Як найбільш ефективний засіб попередження

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 захворювань, які пов'язані з харчовими продуктами є застосування системи НАССР (Аналіз Небезпек і Контроль Критичних Точок).

Така система забезпечує систематичний метод для аналізу харчових процесів, визначення можливих небезпек і визначення критичних контрольних точок, необхідних для відвертання небезпечних харчових продуктів від споживача.

НАССР побудована навколо семи принципів:

- проведення аналізу небезпечних чинників;
- визначення критичних точок контролю (КТК);
- встановлення критичної межі (меж);
- встановлення процедур моніторингу КТК (Хто? Коли? Як?);
- встановлення коригувальних дій, що мають вживатися коли моніторинг вказує на вихід конкретної КТК з під контролю;
- встановлення процедур перевірки для упевненості, що система НАССР працює ефективно;
- встановлення документування всіх процедур та записів, що мають відношення до цих принципів, та їх застосування.

Перед тим як розпочати впровадження системи НАССР було розроблено політику підприємства. Цілі підприємства формуються з урахуванням політики та тих цінностей, на які орієнтується вище керівництво: підтвердити звання лідера на ринку і зберегти лідируючі позиції, запровадити в організаційну структуру управління підприємством відділ НАССР, розробити нові види салатів без хімічних консервантів.

Для впровадження та подальшого удосконалення системи НАССР запропоновано на підприємстві ввести додаткову посаду начальника відділу НАССР. Особа, що займатиме дану посаду, має відповідати за функціонування та підтримку створеної системи. Для того, щоб можливо було виконати дані функції, в розпорядження даної посади пропонується створити відділ НАССР та групу безпеки.

Розподіл обов'язків за виконання вимог системи розроблений у вигляді матриці відповідальності, в якій відповідальність за пункти стандарту розподілена між всіма керівниками підприємства.

Матриця відповідальності забезпечує опис і узгодження структури відповідальності за виконання робіт. Вона являє собою форму опису розподілу відповідальності за реалізацію робіт, із зазначенням ролі кожного з підрозділів в їх виконанні.

Для впровадження системи НАССР на підприємстві «Всесто» було розроблено схему технологічного контролю руху сировини, яка показана на рис. 1. З даної схеми видно, в яких процесах виробництва необхідно покращити контроль безпеки, з метою уникнення зараження. Таким чином було виділено 5 критичних точок контролю. А саме: вхідний контроль сировини, матеріалів і тари; аналіз якості вимитої сировини; аналіз якості очистки овочів; розрахунок терміну зберігання; аналіз готової продукції.

Важливим завданням впровадження нових рецептур є розрахунок терміну зберігання для отримання продукту тривалого зберігання без хімічних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 консервантів і інших шкідливих добавок, що відповідають вимогам здорового харчування.

Для збільшення терміну придатності продуктів, що розробляються, нами була проведена порівняльна оцінка часнику, японської спеції васабі та імбиру, що мають консервуючу дію завдяки вмісту в них ароматичних речовин, що пригнічують дію мікроорганізмів.

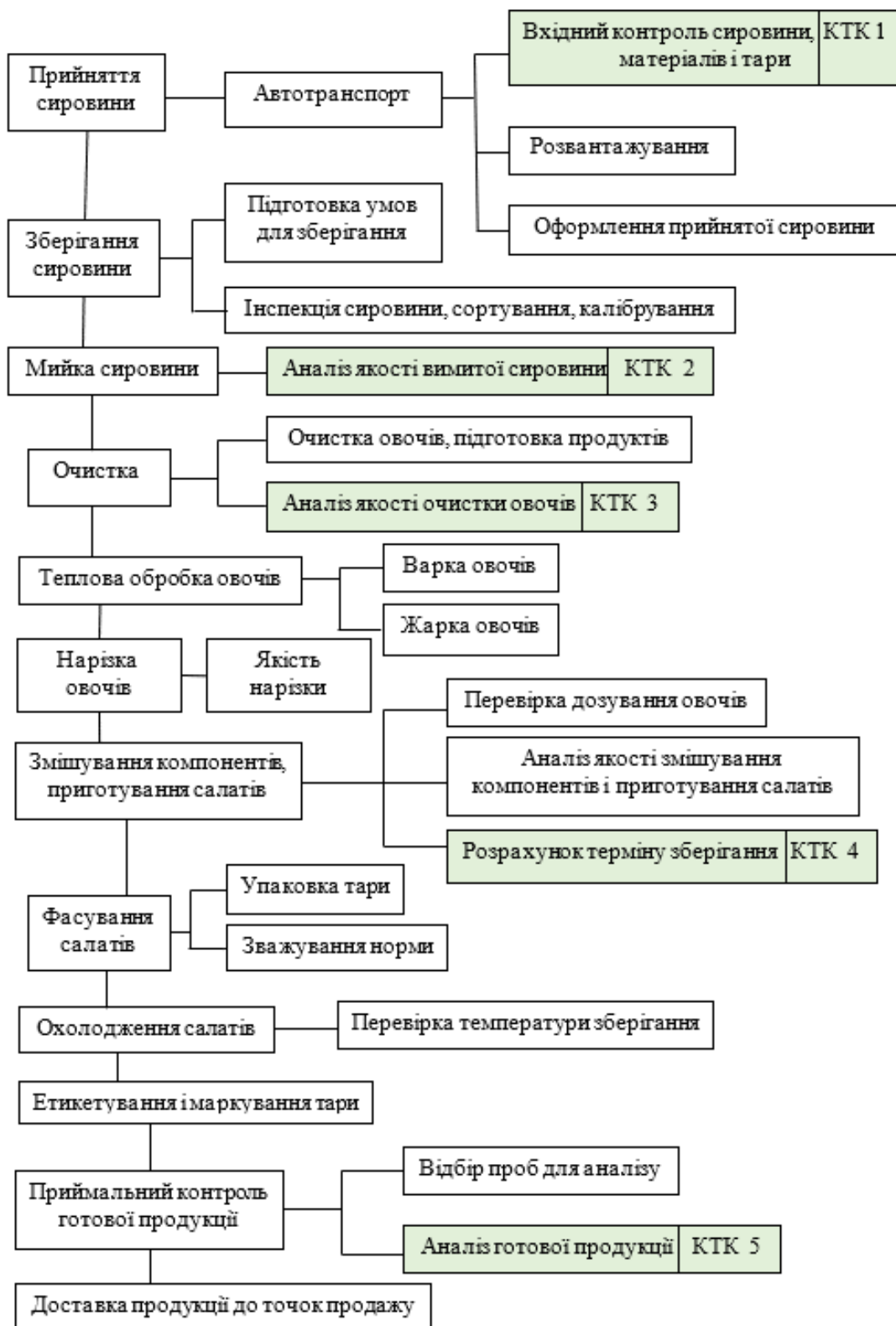


Рисунок 1 – Схема технологічного контролю руху сировини

Поставлено і вирішено завдання визначення виду і кількості сировини, що вноситься, що забезпечує максимально можливе продовження терміну зберігання кулінарного виробу на основі морської капусти і збереження його якості. Нами вивчений ароматичний комплекс часнику, японської спеції васабі та імбиру, вивчена зміна активності ферментів в процесі подрібнення хрину і часнику.

З метою обґрунтування інгредієнтів, що входять до складу салатів побудовано алгоритм виміру змісту антиоксидантів та визначені показники антиоксидантної активності більше 9 видів сировини.

Досліджування зразків проводились амперометричним способом на приладі Колір Яуза 01-АА (рис.2).



Рисунок 2 – Прилад Колір Яуза-01-АА

Прилад «КолірЯуза-01-АА» складається з одного блоку. До складу цього блоку входять амперометричний детектор, термостат детектора і електронні плати управління приладом і зв'язки з ПК, насос і кран-дозатор. Як матеріали робочих вимірювальних електродів використовуються скловуглерод, золото, срібло, платина та ін., як в чистому вигляді, так і з нанесеними шарами наночасток, нанотрубок.

Як видно з отриманих даних, високу антиоксидантну активність мають соки фруктів, але для виробництва кулінарних виробів на основі морської капусти потрібне поєднання з органічними показниками виробу.

Нами проведені дегустаційні оцінки зразків салатів, приготованих з різними інгредієнтами. Кращу оцінку отримали салати до складу яких увійшли плоди авокадо, японська спеція васабі, сік цедри лимона в різних поєднаннях з морською капустою.

З метою вивчення бар'єрних властивостей васабі були проведені модельні експерименти по виявленню її антисептичних властивостей на групах мікроорганізмів.

До складу розчинів увійшли порошок васабі і лимонна кислота в різних співвідношеннях: 1:1,5; 1:2,0; 1:2,5; 1:3,0; 1:3,5; 1:4,0. Таким чином, при однаковому вмісті порошку васабі в 6 досліджуваних композиціях більшу бактерицидну активність на бактерійні культури мала композиція №5. Ймовірно це пов'язано з синергетичним ефектом лимонної кислоти, який максимально проявляється при співвідношенні рівному 1:3,5.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Введення до складу продукту васабі і лимонної кислоти в співвідношенні 1:3,5 дозволило збільшити терміни зберігання продукту до 12 діб при збереженні біологічної і смакової цінності кулінарного виробу.

### **Список літератури:**

1. ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів [Текст]. - Введ. 01-07-2016. – К.: Держспоживстандарт, 2016. - 50 с.
2. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги [Текст]. - Введ. 01-07-2016. – К.: Держспоживстандарт, 2016. - 31 с.
3. ДСТУ ISO 15161:2004. Настанови щодо застосування ДСТУ ISO 9001:2001 у виробництві харчових продуктів та напоїв [Текст]. - Введ. 01-07-2005. – К.: Держспоживстандарт, 2005. - 39 с.
4. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування [Текст]. - Введ. 01-07-2016. – К.: Держспоживстандарт, 2016. - 37 с.
5. ДСТУ OHSAS 18002:2015. Системи управління гігієною та безпекою праці. Основні принципи виконання вимог OHSAS 18001:2007 [Текст]. - Введ. 01-07-2016. – К.: Держспоживстандарт, 2016. - 61 с.
6. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги [Текст]. - Введ. 01-07-2003. – К.: Держспоживстандарт, 2003. - 18 с.
7. ДСТУ ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT). Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі [Текст]. Введ 31-10-2019. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 39 с.
8. ДСТУ-Н ISO/TS 22004:2009. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Настанова щодо застосування ISO 22000:2005 [Текст]. - Введ 12-03-2009. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2010. – 19 с.

**УДК 631.372**

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ ТРАНСМІСІЇ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ САДОВИХ ТРАКТОРІВ**

**Байдужий В.В., студент; Бобрусь Т.М., студент;  
Фесенко А.М., ст. викладачка; Ляшенко С.О., д.т.н., професор**

*Державний біотехнологічний університет*

*В тезах розглянуто питання щодо ефективного використання гібридних спеціалізованих електричних тракторів для виконання робіт у садах. Важливе місце займає гібридизація трансмісії, електричних тракторів. Оптимізація режимів роботи та конфігурацій електричних спеціалізованих тракторів дозволить підвищити ефективність їх роботи.*

Обробка землі тракторними агрегатами займає значне місце у сільськогосподарському виробництві. Різні сільськогосподарські операції, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 здійснюються завдяки тракторним агрегатам, вимагають наукового підходу до оптимізації режимів роботи тракторів. Критерієм ефективності роботи тракторних агрегатів є енергоефективність їх роботи.

У сучасному сільськогосподарському виробництві особливе значення відіграють енергоефективні електрифіковані та гібридні спеціалізовані садові трактори, які можна використовувати для виконання садових робіт та інших специфічних робіт. Привабливість можливості роботи тільки на електроенергії особливо актуальна у наш час і особливо у великих теплицях, парильних тунелях, садових дільницях, особливо при роботі разом із ручною працею, оскільки немає вихлопних газів дизельного палива та надмірного шуму. Для реалізації цього потенціалу електрифіковані гібридні трактори оснащені електродвигуном з регульованою частотою обертання, який приводить в дію насоси кермового управління та гідравлічну систему, причому остання управляє навісними пристроями. Особливу увагу, при розробці і використанні їх для різного типу робіт приділяється мінімізації шуму, що створюється гідравлічними насосами та клапанами, щоб не порушувати спокій при роботі на тихій електроенергії [1-3].

Використання такого типу транспортних засобів вимагає застосування ефективного керуючого програмного забезпечення, що відстежує та регулює потік енергії, визначаючи оптимальну робочу точку двох силових установок, а також керує зарядкою акумуляторів. Тому питання ефективності використання такого типу транспортних засобів вимагає застосування сучасних наукових підходів для визначення енергоефективності їх при використанні для садових та інших спеціалізованих операцій.

**Метою роботи** є оптимізація роботи різних конфігурацій трансмісії для спеціалізованих електричних садових тракторів за результатами польових вимірювань.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі наступні завдання, як визначення критеріїв ефективності спеціалізованих електричних садових тракторів; проведення чисельного порівняльного аналізу між продуктивністю звичайного спеціалізованого садового трактора, що приводиться в рух дизельним двигуном, і характеристиками трьох різних рішень для гібридних спеціалізованих електричних тракторів (hybrid electric tractor - HET); проаналізувати можливості використання пікової потужності та енергоспоживання традиційної архітектури та архітектури HET; розробка стратегія управління енергією для правильного розподілу потужності між тепловими та електричними блоками; моделювання роботи різних силових агрегатів, що використовуються для оцінки ефективності їх роботи; визначення найбільш ефективних конструктивних конфігурацій для застосування в гібридних спеціалізованих електричних тракторах [2-4].

**Висновок.** З результатів аналізу наукових досліджень по питанням гібридизації сільськогосподарських тракторів можна відмітити, що немає чіткої відповіді на те, яка гібридна конструктивна архітектура краще підійде для конкретного класу тракторів. У випадку використання садового трактора, гібридизація трансмісії повинна враховувати різні особливості роботи, які

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 впливають на ці транспортні засоби. Зокрема, дуже різноманітні робочі сценарії, можливості максимальної потужності, витривалість і доступність бортового простору можуть представляти справжні виклики при проектуванні електрифікованої трансмісії. Тому ця робота спрямована на те, щоб висвітлити переваги та недоліки різних гібридних рішень з огляду на вимоги до цих спеціалізованих транспортних засобів.

В роботі було: проведено чисельний порівняльний аналіз між продуктивністю звичайного спеціалізованого садового трактора, що приводиться в рух дизельним двигуном з номінальною потужністю 73 кВт, і характеристиками трьох різних рішень НЕТ, які використовують зменшений дизельний двигун потужністю 53 кВт; проведено аналіз можливостей використання пікової потужності та енергоспоживання традиційної архітектури та архітектури НЕТ і які були чисельно перевірені в конкретному наборі робочих сценаріїв, пов'язаних з експериментальними польовими вимірюваннями; для кожної архітектури НЕТ була запропонована стратегія управління енергією для правильного розподілу потужності між тепловими та електричними блоками. Ці стратегії були розроблені, щоб віддавати перевагу ДВЗ ( або - internal combustion Engine – ICE) як основному джерелу живлення та використовували два основні режими роботи залежно від рівня BESS SOC (BESS - Battery Energy Storage System – акумуляторна система зберігання енергії), (SOC - вимірювання рівня заряду літій-йонів): розрядження (CD) і підтримання заряду (CS); було проведено моделювання, щоб оцінити підвищення ефективності та економію палива архітектури НЕТ порівняно зі звичайним силовим агрегатом. Оскільки бортова BESS є найбільш критичним джерелом енергії, для всіх конфігурацій НЕТ використовувалася однакова потужність.

Таким чином, моделювання також дозволило встановити здійсненність як напруги, так і потужності запропонованого BESS відповідно до запропонованих профілів місії. Результати показали, що рішенням НЕТ вдалося мати продуктивність, порівнянну зі звичайною архітектурою та навіть кращу за неї. Крім того, їм вдалося досягти кращої ефективності використання палива під час нормальної роботи завдяки використанню двигуна зменшеного об'єму замість збільшеного. Зменшений двигун, крім того, може призвести до меншого впливу транспортного засобу на навколишнє середовище та до зниження витрат на необхідну систему доочищення вихлопних газів.

Серед запропонованих рішень для НЕТ паралельні конфігурації НЕТ показали кращі результати з точки зору максимальної потужності, тоді як серійні НЕТ показали кращу загальну ефективність і, отже, більшу економію палива. Крім того, серія НЕТ, безсумнівно, представила переваги в спрощенні трансмісії, що можна перевести в більшу конструктивну простоту. Електрогідравлічна конфігурація НЕТ також була запропонована в цій роботі як компроміс між потребою в меншому дизельному двигуні, якому допомагає електродвигун, і можливостями CVT (Continuously Variable Transmission, CVT – безступенева трансмісія) [4-6].

Експлуатаційні випробування показали хорошу пікову потужність, але нижчу загальну ефективність через введення гідравлічних витрат у гідростатичній

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 трансмісії.

Майбутні роботи необхідно зосередити на вдосконаленні обмежень, які характеризують запропоновані архітектури. Крім того, предметом дослідження має бути більш глибоке вивчення стратегії керування, оскільки це може відповідним чином вплинути на продуктивність і споживання палива трактора. Крім того, заслуговує на вивчення глибше дослідження акумуляторної батареї та її розміру відповідно до наявності місця на борту. Інші архітектури, такі як гібридна система Power Split, яка теоретично може поєднувати переваги як паралельного, так і послідовного НЕТ, можуть бути досліджені в подальших дослідженнях.

### Список використаних джерел

1. Vacenetti, J.; Lovarelli, D.; Facchinetti, D.; Pessina, D. An environmental comparison of techniques to reduce pollutants emissions related to agricultural tractors. *Biosyst. Eng.* 2018, *171*, 30-40.
2. Ляшенко С.О., Байдужний В.В. Моделювання системи сільськогосподарських техніки з допомогою matlab. ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (21 – 22 листопада 2024 року) Том 2: секції 4 Баку – Харків – Бельсько-Бяла –2024. С.-120. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.24.t2>
3. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія / Р. В. Антощенко. – Х.: ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017. – 244 с.
4. Liu, M.; Xu, L.; Zhou, Z. Design of a Load Torque Based Control Strategy for Improving Electric Tractor Motor Energy Conversion Efficiency. *Math. Probl. Eng.* 2016, *2016*, 1-14.
5. Rossi, C. E-CVT power split transmission for hybrid-electric vehicles. *In Proceedings of the 2013 9th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Beijing, China, 15-18 October 2013*; pp. 138-145.
6. Moreda, G.; Muñoz-García, M.; Barreiro, P. High voltage electrification of tractor and agricultural machinery-A review. *Energy Convers. Manag.* 2016, *115*, 117-131.

## РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Криворучко О.М., Коновод Д.Ю., Кісь М.В., студенти;  
Фесенко А.М. ст. викладачка; Ляшенко С.О., д.т.н., професор

*Державний біотехнологічний університет*

*В тезах розглянуто проблеми ефективного використання електричних колісних агрегатів для невеликих господарств. Проведено моделювання роботи електричного колісного агрегату у різних умовах роботи і з різними конфігураціями. Отримані результати дають можливість застосовувати найбільш енергоефективні режими роботи електричних агрегатів.*

Підвищення ефективності енергоспоживання колісних сільськогосподарських машин, для використання в невеликих фермерських господарствах, в сучасних умовах можна здійснювати за рахунок розробки економічних електричних тракторних агрегатів. Втілення тракторних агрегатів дає можливість зменшити викиди шкідливих речовин в повітря та підвищити ефективність та продуктивність праці. Важливою складовою підвищення ефективності роботи таких агрегатів є оптимізації роботи всіх складових процесу та вузлів електричного транспортного агрегату [1].

**Мета роботи.** Оптимізація енергоефективних режимів роботи транспортних засобів при виконанні сільськогосподарських операцій, за рахунок розробки ефективної моделі колісного електричного агрегату, моделі взаємодії шини та ґрунту з деформованим рельєфом, моделі електричної силової установки та моделі динаміки роботи із знаряддям.

Для визначення ефективності роботи електричного агрегату було розглянуто на рисунку 1 схему сил, що впливають на транспортний агрегат, і точки дотику їхньої взаємодії (тангенційної ( $F_t$ ) і нормальної напруги ( $F_\sigma$ )). Зусилля шини можуть змінюватися в межах ділянки контакту. Випадок, показаний на рисунку 1, представляє транспортний засіб з повним приводом, у якому і передня, і задня осі забезпечують тягову силу. Висота землі за шинами відповідає висоті колій, залишених шинами.

Відповідно поставленої мети в роботі було проведено аналіз напрямку дослідження роботи компактних колісних електричних агрегатів, що використовуються при роботах на невеликих виробничих ділянках; представлено нову імітаційну модель трансмісії електричного транспортного засобу, який працює з зубовою бороною; розроблено імітаційну модель взаємодії шини агрегату та ґрунту з деформованим рельєфом; розроблено імітаційну модель руху транспортного агрегату з бороною для електричного транспортного засобу; розглянуто різні варіанти енергоспоживання транспортного агрегату в різних виробничих умовах і запропоновані оптимальні конструктивні та експлуатаційні режими роботи тракторного агрегату [1, 2].

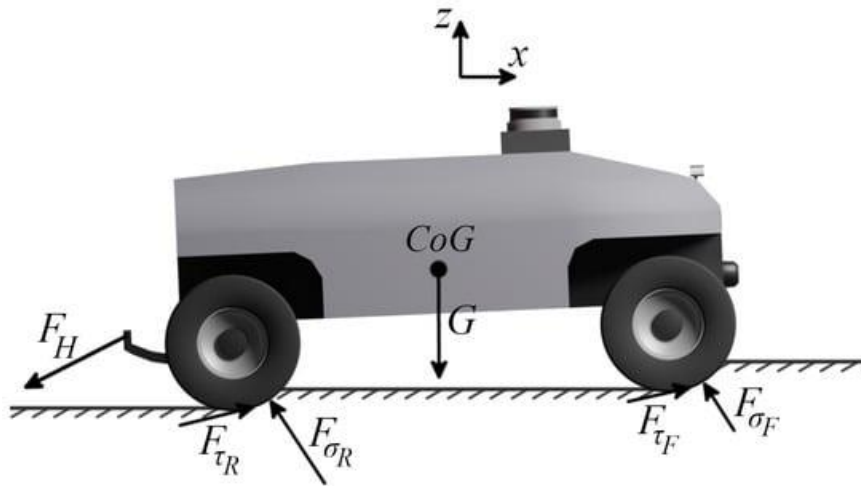


Рис. 1 Схема сил, що впливають на транспортний агрегат.

**Висновок.** У цій роботі представлено новий підхід імітаційного моделювання колісного електричного агрегату розміром із квадроцикл, який тягне знаряддя на деформованому рельєфі. Двовимірний модель містить напівемпіричну модель взаємодії шини з ґрунтом, а також модель трансмісії. Були конструктивно розглянуті задньопривідні (RWD), передньопривідні (FWD) і повнопривідні версії (AWD) роботи електричного агрегату. Моделювання проведено на двох різних ґрунтах, щоб перевірити споживання енергії та тягові характеристики варіантів трансмісії. Результати показали, що споживання енергії найменше змінюється з AWD версією. Однак задній привід може забезпечити менше споживання енергії, ніж повний привід із легкими навантаженнями завдяки меншій масі. Однак при найбільшому робочому навантаженні AWD споживав на 7,5% менше енергії, ніж RWD. Також встановлено, що FWD здатний споживати менше енергії, ніж AWD, на легких робочих навантаженнях, але він не підходить для важких робочих навантажень через обмеження тяги. Загалом результати продемонстрували важливість урахування характеристик місцевості та робочого навантаження [3, 4].

Крім цього, оптимальна конфігурація трансмісії сильно залежить від робочого навантаження та типу ґрунту. При менших робочих навантаженнях моделі з заднім приводом виявилися здатними до нижчого споживання енергії порівняно з моделлю з повним приводом, причому найбільша різниця становить 3,5%; в той час як AWD має чудове зчеплення порівняно з конфігураціями з приводом на одну вісь, він втрачає більшу масу. У найбільш енергоємних циклах повнопривідна модель перевершила задньопривідні версії.

### Список використаних джерел

1. Li, H.; Schindler, C. Analysis of soil compaction and tire mobility with finite element method. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part K J. Multibody Dyn.* 2013, 227, 275-291.
2. Jasoliya, D.; Untaroiu, A.; Untaroiu, C. A review of soil modeling for numerical simulations of soil-tire/agricultural tools interaction. *J. Terramech.* 2024, 111, 41-64.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

3. Ghobadpour, A.; Monsalve, G.; Cardenas, A.; Mousazadeh, H. Off-Road Electric Vehicles and Autonomous Robots in Agricultural Sector: Trends, Challenges, and Opportunities. *Vehicles*. 2022, 4, 843-864.
4. Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Криворучко О.М. Ідентифікація процесу функціонування тракторного агрегату із знаряддям при виконанні сільськогосподарських робіт. ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (21 – 22 листопада 2024 року) Том 2: секції 4 Баку – Харків – Бельсько-Бяла –2024. С.-100. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.24.t2>

УДК 631.372

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ ІЗ ЗНАРЯДДЯМ

**Бобрусь Т.М., студент; Байдужий В.В., студент; Кісь О.В., аспірант;  
Фесенко А.М., ст. викладачка; Ляшенко С.О., д.т.н., професор**

*Державний біотехнологічний університет*

*В тезах розглянуто проблеми ефективного використання тракторних агрегатів у сільськогосподарському виробництві. Проведено моделювання роботи тракторного агрегату у різних умовах та режимах роботи і з різними конфігураціями розташування знаряддя. Отримані імітаційні моделі роботи тракторного агрегату показали ефективність запропонованого підходу і результати було перевірено в реальних умовах.*

Важливе місце у сільськогосподарському виробництві займає обробка землі, а ефективність цих операцій вимагає наукового підходу до оптимізації режимів роботи тракторних агрегатів. Одним з найважливіших критеріїв ефективності роботи тракторних агрегатів є енергоефективність. Продуктивність машинних агрегатів значною мірою залежить від робочої ширини захвату, швидкості руху, номінальної потужності двигуна, тягового зусилля енергетичного засобу, а також від раціонального використання робочого часу. Продуктивність також визначається умовами роботи, зокрема розміром ділянки, глибиною обробітку, складом та питомим опором ґрунту, його щільністю, рельєфом, маневровими властивостями агрегатів, кваліфікацією оператора тощо.

Підвищення продуктивності агрегатів за збільшенням потужності тракторного двигуна відбувається завдяки посиленню його тягового зусилля та через збільшення робочої швидкості агрегатів, що супроводжується зростанням питомої витрати палива. Для підвищення ефективності техніко-технологічних показників роботи тракторного агрегату було визначено шляхи оптимізації технічних та технологічних складових роботи агрегату [1, 2].

**Метою доповіді** є підвищення енергоефективних складових роботи тракторного агрегату при виконанні сільськогосподарських операцій по обробці землі завдяки розробці ефективної імітаційної моделі функціонування агрегату.

Для досягнення мети було проведено аналіз шляхів підвищення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ефективності техніко-технологічних показників роботи тракторного агрегату; розроблено моделі процесу роботи агрегату машини з урахуванням роботи системи задньої навіски агрегату з системою регулювання зусилля; побудована математична модель роботи системи: трактор-знаряддя-грунт, що визначає фізичні зв'язки між окремими підсистемами системи; розроблено і реалізовано в середовищі Matlab/Simulink імітаційної моделі, що побудована на основі математичної моделі функції системи: трактор-знаряддя-грунт; узгоджено результати імітаційних досліджень, отриманих на перевірній моделі, з експериментальними даними для відповідних ґрунтових умов.

Перевірка імітаційної моделі здійснювалась через випробувальний стенд, що складається з трактора із знаряддям. Було проведено лабораторний аналіз та польові випробування з метою отримання вхідних даних для верифікації та валідації розробленої моделі та моделювання роботи трактора відповідно до комп'ютерної програми Matlab/Simulink.

Запропоновану модель роботи машинного агрегату перевірено на основі експериментальних даних, отриманих у натурних випробуваннях. Модифікований коефіцієнт Неша-Саткліффа використовувався як міра визначення ефективності моделі [2, 3]:

$$NS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N |S_i - O_i|}{\sum_{i=1}^N |O_i - O_c|} \quad (1)$$

де  $S$  - імітований вихід моделі;  $O_i$  - змінна, яку спостерігали;

$O_c$  - середнє значення спостережень, які  $NS$  використовує як еталон, з яким порівнюється ефективність моделі;

$N$  - загальна кількість спостережень.

Значення  $NS$  коливаються від негативної нескінченності до 1, де 1 означає ідеальну модель.  $NS$  дорівнює нулю, що означає, що середнє, за яким спостерігали є таким же хорошим предиктором, як і модель, і якщо  $NS$  менше нуля, то модель є гіршим предиктором, ніж  $O_c$ . Отже, чим вище значення досягає коефіцієнт  $NS$ , тим краще модель описує експериментальні дані.

**Висновок.** Після аналізу тягового та загального ККД, а також споживання палива та продуктивності площі було визначено наступні співвідношення між найбільш сприятливими значеннями окремих показників ефективності машинної одиниці: найвище значення тягової ефективності - це найменша витрата палива на гектар, а найвище значення загальної ефективності - це також найвище значення продуктивності площі, за умови, що значення ковзання коливаються від 10,5% до 24,2%.

Система контролю зусилля для ґрунту з різними значеннями опору вимагає від оператора налаштування глибини, щоб забезпечити рівномірну робочу глибину культиватора. У конкретних ґрунтових профілях, що характеризуються різноманітними фізико-механічними властивостями, необхідно вручну регулювати силу опору як провідну величину.

Модель була розроблена для прогнозування споживання палива трактором на основі експлуатаційних вимог та умов тяги, і було продемонстровано застосування. Оцінено тягові параметри двопривідного трактора та витрату



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 палива. Використання показників роботи колісних тракторів може бути використано для оптимізації енерговитрат [ 2, 3].

### Список використаних джерел

1. Gipser, M. FTire-The tire simulation model for all applications related to vehicle dynamics. *Int. J. Veh. Mech. Mobil.* 2007, 45, 139-151.
2. Jasoliya, D.; Untaroiu, A.; Untaroiu, C. A review of soil modeling for numerical simulations of soil-tire/agricultural tools interaction. *J. Terramech.* 2024, 111, 41-64.
3. Ляшенко С.О., Бобрусь Т.М. Інформаційна модель підвищення енергоефективності тракторів. ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (21 – 22 листопада 2024 року) Том 2: секції 4 Баку – Харків – Бельсько-Бяла -2024. С.-121. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.24.t2>.

УДК: 631.3.631

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОСЕПАРАТОРА ДЛЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Карбазін А.В., Калинич В.Ю. здобувачі ВО

*Державний біотехнологічний університет*

Підвищення ефективності сепарації зернових матеріалів за допомогою пневмосепараторів є важливим напрямом у післязбиральній обробці зерна. Основна мета таких пристроїв – розділення зернових частинок та домішок за їх аеродинамічними властивостями. Для забезпечення високої ефективності роботи пневмосепаратора необхідно враховувати ключові технологічні параметри, такі як швидкість повітряного потоку, геометрія робочої камери та властивості зернового матеріалу.

Основним фактором у процесі розділення є сила опору повітря  $F_r$ , яка діє на частинки:

$$F_r = C_d \cdot \frac{\rho \cdot v \cdot A}{2},$$

де  $C_d$  – коефіцієнт аеродинамічного опору;  
 $\rho$  – густина повітря;  
 $v$  – швидкість повітряного потоку;  
 $A$  – площа поперечного перерізу частинки.

Для оптимізації швидкості повітряного потоку  $v$  враховуються властивості частинок, зокрема їх питома вага та форма. Наприклад, для зерна пшениці рекомендована швидкість становить 6-8 м/с. При меншій швидкості можливе накопичення важчих домішок у робочій зоні, а при більшій – винос корисного матеріалу разом із домішками.

Ефективність сепарації  $\eta$  визначається як відношення маси відокремлених

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
домішок  $m_d$  до загальної маси домішок  $M_d$ :

$$\eta = \frac{m_d}{M_d} \cdot 100\%.$$

Для досягнення високого значення  $\eta$  геометрія робочої камери повинна забезпечувати ламінарний характер потоку. Використання камер із змінним перерізом дозволяє зменшити турбулентність і рівномірно розподілити частинки в зоні сепарації.

Вологість зерна також впливає на ефективність процесу. При вологості вище 15% спостерігається утворення агрегатів, що знижує точність розділення. Попереднє сушіння матеріалу дозволяє уникнути цього негативного явища.

Таким чином, шляхом обґрунтування та оптимізації параметрів пневмосепаратора – швидкості повітряного потоку, конструкції робочої камери та підготовки матеріалу – можна значно підвищити якість очищення зернових матеріалів. Це сприяє покращенню товарних властивостей зерна, зменшенню втрат і забезпеченню тривалого зберігання.

### Список використаних джерел

1. Петренко, Д. І., Васильковський, О. М., Лещенко, С. М., Нестеренко, О. В. (2013). Ефективність розділення зернового матеріалу на фракції турбінним сепаратором.
2. Синявський В.П., Янович В.П. Дослідження конструктивно-технологічних параметрів пневмосепаратора.
3. Лещенко С.М. *Обґрунтування параметрів пневмосепаруючої системи інерційного прямоточного сепаратора зерна* (Doctoral dissertation, «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва» Кіровоград, 2010. 20 с.

УДК 631.319

## ПРОЄКТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ БЕЗВІДВАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**Калинич В.Ю., Кулик А.Д. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

Сучасне сільське господарство потребує ефективних і ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту, які зберігають його структуру, зменшують ерозійні процеси та забезпечують сприятливі умови для розвитку рослин. Одним із перспективних рішень є безвідвальний обробіток, який мінімізує порушення природного стану ґрунту. Робочий орган для такого типу обробітку має забезпечувати оптимальну взаємодію з ґрунтом, зберігаючи його родючий шар.

Основними вимогами до робочого органу є:

Мінімальний опір руху. Енергоефективність визначається силою опору  $F$ , яка залежить від форми та кута атаки лемеша:

$$F = k \cdot A \cdot \sin \alpha,$$

де  $k$  – коефіцієнт опору ґрунту;  
 $A$  – площа контакту;  
 $\alpha$  – кут атаки.

Забезпечення якісного подрібнення і перемішування. Робочий орган повинен створювати рівномірне подрібнення ґрунту для забезпечення проникності вологи та повітря.

Зниження ущільнення. Конструкція має мінімізувати ущільнення ґрунту на робочій глибині. Для цього доцільно застосовувати опуклі або вигнуті елементи, які спрямовують потік ґрунту вбік.

Ефективною є конструкція, яка включає:

– гострокутний леміш із самозаточуванням для зменшення зношування.  
– ребра жорсткості для підвищення надійності під час роботи з важкими ґрунтами.

– пружинні або гідравлічні амортизатори для адаптації до змін рельєфу.

Під час проектування доцільно використовувати моделювання в CAD-системах (наприклад, SolidWorks) для аналізу взаємодії з ґрунтом і оптимізації форми. Лабораторні випробування та польові експерименти дозволять уточнити параметри та оцінити ефективність.

Оптимальний робочий орган для безвідвального обробітку забезпечує мінімальну енерговитратність, високу якість обробітку ґрунту та довговічність у роботі, що робить його перспективним для широкого впровадження.

### **Список використаних джерел**

1. Ветохін, В. І. (2008). Проектування глибокорозпушувачів з урахуванням деяких аспектів деформування ґрунту.
2. Фостенко, Артур Вікторович. Механізація вирощування ярої пшениці з модернізацією культиватора-щілиноріза. (2024).
3. Болдирева, Л. В., Болдирева, Л. В., Юрчук, В. П. (2007). До питання геометричного моделювання робочих поверхонь ротаційних органів сільськогосподарських машин.

**УДК 631.1.65**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГВИНТОВОГО ЖИВИЛЬНИКА**

**Дідко Є.В., Куценко Є.О. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

Гвинтові живильники широко застосовуються в агропромисловому комплексі для транспортування та дозування мінеральних добрив. Їхня ефективність залежить від конструктивних параметрів, фізико-механічних властивостей добрив та умов експлуатації. Дослідження процесу

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 транспортування дозволяє оптимізувати роботу таких механізмів і підвищити продуктивність технологічних процесів.

Основними характеристиками, які впливають на роботу гвинтового живильника, є:

Геометричні параметри гвинта. Зовнішній діаметр  $D$ , крок гвинта  $S$  та кут підйому витка  $\alpha$  визначають продуктивність  $Q$ :

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \eta}{4}$$

де  $n$  – частота обертання гвинта;  
 $\eta$  – коефіцієнт наповнення.

Фізико-механічні властивості добрив. Щільність  $\rho$ , фракційний склад, сипкість та вологість добрив впливають на швидкість транспортування та можливість утворення заторів. Висока вологість може спричинити злипання частинок, знижуючи ефективність роботи.

Кут нахилу гвинта. При горизонтальному транспортуванні продуктивність максимальна, але зі збільшенням кута нахилу зростає опір руху матеріалу, що потребує підвищення потужності привода.

Під час дослідження проводяться лабораторні експерименти для визначення продуктивності за різних параметрів. Моделювання потоку матеріалу за допомогою CFD (комп'ютерної динаміки рідин) дозволяє візуалізувати процес і виявити зони застою чи перевантаження.

Результати досліджень показують, що для транспортування мінеральних добрив з оптимальною вологістю (10–12%) та фракційним складом 2–5 мм найкращі результати досягаються при кроці гвинта, рівному 0,8–1,0 діаметра, та швидкості обертання 100–200 об/хв. Для уникнення пошкодження гранул і залипання рекомендовано використовувати гвинти зі спеціальним покриттям, що зменшує тертя.

Таким чином, дослідження процесу транспортування мінеральних добрив за допомогою гвинтового живильника дозволяє оптимізувати його конструкцію та режим роботи, що підвищує продуктивність і забезпечує рівномірне дозування добрив на наступних етапах агротехнологічного процесу.

### Список використаних джерел

1. Сівірін Д.С., Кісь В.М. Удосконалення процесу транспортування мінеральних добрив гвинтовим живильником.
2. Власишен, Є.А., Токарчук О.А. Обґрунтування параметрів гвинтового живильника приймальних пристроїв складів мінеральних добрив.
3. Ляшук, О. Л., Гевко, Р. Б., Дзюра, В. О., Кирик, О. М., Довбиш, А. П. (2019). Створення та модернізація транспортно-технологічних механізмів машин і обладнання.

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ КОВШОВОГО ЕЛЕВАТОРА**

**Бондаренко А.С., Дідко Є.В. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

Ковшові елеватори є ключовими механізмами для вертикального транспортування мінеральних добрив у сільському господарстві та на підприємствах. Основним завданням їх удосконалення є забезпечення високої продуктивності, мінімізація втрат і пошкодження гранул, а також підвищення енергоефективності. Одним із перспективних напрямів є впровадження мехатронних систем для моніторингу й управління роботою елеватора.

Оптимізація конструктивних параметрів ковшового елеватора. Основні параметри, що впливають на ефективність транспортування:

- Швидкість руху стрічки або ланцюга. Занадто висока швидкість може спричинити розкидання або пошкодження гранул добрив, тоді як надто низька – знизити продуктивність. Оптимальна швидкість визначається співвідношенням маси ковша, - кількості матеріалу та висоти підйому.

- Форма та розмір ковшів. Глибокі ковші з плавними вигинами забезпечують рівномірне завантаження й вивантаження без залипання матеріалу.

- Відстань між ковшами. Правильно підібраний крок між ковшами запобігає взаємодії матеріалу між ними під час транспортування.

Інтеграція мехатронних систем. Мехатронні системи дозволяють автоматизувати процес транспортування та підвищити надійність роботи елеватора. Основні компоненти:

- Датчики навантаження. Встановлюються на приводному механізмі та ковшах для контролю заповнення й виявлення перевантажень.

- Датчики швидкості. Забезпечують стабільність роботи шляхом моніторингу руху стрічки або ланцюга.

- Система управління на основі ПЛК (програмованого логічного контролера). Регулює роботу привода залежно від навантаження, запобігаючи перевантаженням і зупинкам.

- Вібраційні датчики. Дозволяють своєчасно виявляти пошкодження або зношення елементів конструкції.

Використання мехатронних систем дозволяє інтегрувати елеватор у загальну автоматизовану систему виробництва, забезпечуючи віддалений контроль і налаштування параметрів через інтерфейси SCADA.

Енергоефективність і довговічність. За рахунок впровадження частотних перетворювачів можна адаптувати швидкість роботи елеватора до змінних умов, що знижує споживання енергії. Крім того, застосування зносостійких матеріалів для ковшів і стрічок подовжує термін експлуатації обладнання.

Таким чином, вдосконалення процесу транспортування мінеральних добрив за допомогою оптимізації параметрів ковшового елеватора й інтеграції

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мехатронних систем підвищує ефективність роботи, знижує втрати матеріалу та сприяє автоматизації технологічних процесів у сільському господарстві.

### **Список використаних джерел**

1. Ашіров, Р. Т. Обґрунтування параметрів конструкції та дослідження конструктивно-технологічних параметрів ковшового елеватора. 2021.
2. Жигулін ОА, Махмудов І.І., Жигуліна Н.О. Підйомно-транспортні машини. 2020.

**УДК 621.8**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСПОРТУВАННЯ І ОБРОБКИ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ**

**Бондаренко А.С., Зірка А.І., Ісаєв С.І. здобувачі ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

Сучасне сільське господарство потребує інноваційних підходів до транспортування та обробки зернових матеріалів і мінеральних добрив, спрямованих на підвищення ефективності, зменшення втрат і збереження якості продукції. Одним із ключових напрямів є оптимізація робочих органів і впровадження автоматизованих систем управління.

Для підвищення ефективності процесів сепарації розробляються пневмосепаратори з оптимізованими параметрами швидкості повітряного потоку, геометрії робочої камери та адаптацією до властивостей зернового матеріалу. Такі пристрої забезпечують видалення домішок із мінімальними втратами корисного продукту, зберігаючи структуру та властивості зерна. Впровадження комп'ютерного моделювання дозволяє вдосконалювати конструкції сепараторів, забезпечуючи точність і стабільність процесу.

Гвинтові живильники, які використовуються для транспортування мінеральних добрив, вдосконалюються шляхом оптимізації кроку, швидкості обертання та кута нахилу гвинта. Аналіз фізико-механічних властивостей матеріалів, таких як щільність, вологість і сипкість, сприяє забезпеченню рівномірного потоку добрив і запобігає утворенню заторів. Інтеграція мехатронних компонентів, таких як датчики навантаження й автоматизовані системи управління, дозволяє зменшити енерговитрати та підвищити точність дозування.

Ковшові елеватори, що застосовуються для вертикального транспортування, удосконалюються за рахунок оптимізації швидкості стрічки, форми ковшів і використання зносостійких матеріалів. Інтеграція мехатронних систем, таких як датчики вібрації, швидкості та навантаження, забезпечує автоматизований контроль процесу транспортування та своєчасне попередження можливих відмов. Застосування частотних перетворювачів підвищує енергоефективність шляхом адаптації швидкості роботи до поточних умов.

Таким чином, удосконалення транспортно-технологічного обладнання та впровадження мехатронних систем дозволяє значно підвищити ефективність

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 процесів у сільському господарстві. Це сприяє зниженню втрат матеріалів, зменшенню енерговитрат, покращенню продуктивності та забезпеченню стабільної роботи обладнання в умовах змінних характеристик матеріалів і експлуатаційних умов. Впровадження таких рішень є важливим кроком до інноваційного та сталого розвитку аграрної галузі.

### Список використаних джерел

1. Шапко О.В., Коровицька В.В., Галич І.В. Управління якістю аграрного підприємства. *Матеріали XIX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті"* (6-7 квітня 2023 р.) Харків. 2023. С 316.
2. Галич І.В., Нємикін А.В., Радченя С.І. Управління якістю в аграрній сфері. *Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 9-10 травня 2023 року. Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. С. 191.
3. Вусик А.А., Майстрєнко А.О., Галич І.В. Якість в АГРОІНЖЕНЕРІЇ. *Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 9-10 травня 2023 року. Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. С. 192.
4. Галич І.В., Антощенков Р.В. Оцінка відповідності продукції як складова технічного регулювання. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація»*. Харків: ХНТУСГ, 2020. С 142-143.

УДК 631.362

## ОПТИМІЗАЦІЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ПІДЙОМНИХ МЕХАНІЗМІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Ісаєв С.І., Зірка А.І. здобувачі ВО

*Державний біотехнологічний університет*

Підйомні механізми відіграють ключову роль у технологічних процесах на підприємствах агропромислового комплексу (АПК), забезпечуючи транспортування та переміщення вантажів. Безпечна експлуатація таких механізмів залежить від надійності їхніх гальмівних систем, які повинні забезпечувати контрольоване уповільнення, утримання вантажів і своєчасне спрацьовування в аварійних ситуаціях.

Удосконалення гальмівних систем спрямоване на підвищення їх ефективності, зменшення часу реакції та забезпечення довговічності. Основними напрямками оптимізації є:

**Використання електромагнітних і гідравлічних гальм.** Електромагнітні системи забезпечують швидке спрацьовування та високий рівень точності, тоді як гідравлічні гальма гарантують плавність зупинки навіть за великих навантажень.

**Інтеграція мехатронних систем.** Встановлення датчиків навантаження, швидкості й положення дозволяє автоматично регулювати гальмівне зусилля залежно від ваги вантажу та динамічних умов роботи. Система управління, побудована на основі ПЛК (програмованих логічних контролерів), забезпечує своєчасне виявлення відхилень і реагування на аварійні ситуації.

**Енергоефективність.** Для зниження енерговитрат впроваджуються системи рекуперації енергії, які накопичують і використовують енергію, що виділяється під час гальмування.

**Поліпшення конструктивних характеристик.** Використання зносостійких матеріалів і саморегулювальних механізмів продовжує термін служби системи, зменшуючи витрати на технічне обслуговування.

**Моделювання та тестування.** Використання CAD/CAE-систем для моделювання гальмівних процесів дозволяє оптимізувати параметри конструкції та передбачити поведінку механізму в різних режимах роботи.

Завдяки впровадженню сучасних технологій і автоматизації гальмівних систем підйомних механізмів, підприємства АПК можуть значно знизити ризики аварій, підвищити безпеку праці та забезпечити стабільну роботу обладнання. Такі удосконалення є важливою складовою розвитку технологічних процесів у агропромисловій галузі.

УДК 631.362.8

## **ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВХІДНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН АГРОТЕХНІКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ**

**Волосник В.В. здобувач ВО; Галич І.В. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Система вхідного контролю якості запасних частин агротехніки є важливим елементом для забезпечення безперебійної роботи машин і механізмів у сільському господарстві. Від якісних запчастин залежить не тільки працездатність агротехніки, але й загальна ефективність виробничих процесів на агропідприємствах. Підвищення ефективності цієї системи дозволяє зменшити кількість відмов обладнання, продовжити термін експлуатації техніки і знизити витрати на обслуговування.*

Основні напрямки удосконалення системи вхідного контролю.

### **Автоматизація та механізація контролю.**

Впровадження автоматизованих систем контролю дозволяє значно знизити вплив людського фактору, підвищуючи точність вимірювань і скорочуючи час на перевірку запасних частин. Використання роботизованих систем і промислових датчиків дає змогу здійснювати детальний аналіз геометричних розмірів, матеріалів і інших характеристик деталей без необхідності залучення великої кількості персоналу.

### **Інтеграція з інформаційними системами підприємства (ERP, MES).**



Для більш ефективного управління запасами та контролю якості важливо інтегрувати систему вхідного контролю в загальну інформаційну мережу підприємства. Це дозволяє здійснювати моніторинг якості постачання запасних частин в режимі реального часу, автоматизувати обробку даних і прийняття рішень, а також запобігати появі неякісних комплектуючих на етапі закупівлі.

#### **Застосування сучасних методів контролю якості.**

Важливим аспектом є застосування новітніх методів тестування матеріалів і виробів, таких як ультразвукові дослідження, рентгенографія, термографія та магнітні методи. Ці методи дозволяють виявляти дефекти матеріалу і конструкції запасних частин на ранніх етапах, що знижує ризик використання дефектних деталей в роботі техніки.

#### **Стандартизація і сертифікація постачальників.**

Для забезпечення постійного рівня якості важливо створити базу сертифікованих постачальників, які відповідають міжнародним стандартам якості, таким як ISO 9001. Система постійного моніторингу якості продукції від кожного постачальника допоможе знизити ризик постачання неякісних запасних частин і забезпечити стабільну роботу техніки.

#### **Аналіз причин відмов і зворотний зв'язок.**

Впровадження механізмів для аналізу причин відмов запасних частин після їх встановлення допомагає вчасно коригувати систему контролю. Ведення бази даних про проблеми з конкретними постачальниками дозволяє оперативно вжити заходів щодо поліпшення якості або заміни деталей. Зворотний зв'язок від кінцевих користувачів допомагає оперативно виявляти слабкі місця у процесі постачання та контролю.

#### **Прогнозування зносу і навантаження на деталі.**

Використання систем моніторингу стану техніки в реальному часі, що дозволяють прогнозувати знос деталей на основі умов їх експлуатації, може допомогти визначити оптимальні інтервали для заміни запасних частин. Це дозволяє запобігати аваріям і знижувати непередбачувані витрати на обслуговування.

**Висновки.** Впровадження інтегрованих підходів до системи вхідного контролю якості запасних частин дозволяє значно підвищити ефективність управління технікою на підприємствах агропромислового комплексу. Це сприяє зниженню витрат на обслуговування, підвищенню надійності техніки, а також забезпеченню високої якості роботи агротехніки, що є ключовим фактором для досягнення сталого розвитку галузі.

#### **Список використаних джерел**

1. Пархоменко В.М. Методика внутрішнього контролю втрат від браку у виробництві. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*, 2009, 2 (14): 130-147.
2. Россоха В., Соколов Д. Технологічні трансформації в агропромисловому виробництві України: тенденції та результати. 2013.
3. Жигулін О.А., Махмудов І.І., Жигуліна Н.О. Логістика, управління й конкурентоспроможність в агробізнесі. 2020.

## РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МЕНЕДЖМЕНТУ ЯКОСТІ НА ОСНОВІ НАССР

**Заколюдажний С.В., Волосник В.В. здобувачі ВО; Галич І.В. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Впровадження системи менеджменту якості на основі НАССР є необхідним етапом для підприємств, які працюють у харчовій галузі, агропромислового комплексу та інших сферах, де важливо забезпечити безпеку продукції та послуг.*

НАССР є науково обґрунтованим методом управління безпекою харчових продуктів, який спрямований на ідентифікацію, оцінку та контроль небезпечних факторів на всіх етапах виробництва, починаючи від постачання сировини і закінчуючи реалізацією готової продукції.

Ключові етапи впровадження системи НАССР на підприємстві:

Підготовчий етап:

- Аналіз поточного стану. Проведення внутрішнього аудиту для оцінки існуючої системи якості, виявлення слабких місць і визначення необхідних змін для відповідності вимогам НАССР.

- Навчання персоналу. Організація тренінгів і курсів для ключових співробітників щодо принципів НАССР, нормативних вимог і процедур. Це дозволить створити команду, здатну ефективно управляти системою безпеки на всіх етапах виробничого процесу.

Ідентифікація небезпечних факторів (Hazard Analysis):

- Аналіз небезпек. Ідентифікація всіх можливих небезпечних факторів (фізичні, хімічні, біологічні), які можуть виникнути на кожному етапі виробництва. Це включає перевірку сировини, технологічних процесів, пакування та зберігання.

- Оцінка ризиків. Оцінка ймовірності виникнення кожного небезпечного фактора і ступеня його впливу на безпеку продукту.

Визначення критичних контрольних точок (CCPs):

- Визначення CCPs. На основі аналізу ризиків визначаються критичні контрольні точки – етапи, де контроль за небезпечними факторами є необхідним для забезпечення безпеки продукту. Це можуть бути етапи термічної обробки, миття, зберігання при певних температурах і т. д.

- Встановлення критичних меж. Для кожної CCP визначаються межі, що повинні бути досягнуті для забезпечення безпеки продукту (наприклад, температура, час, рівень вологості).

Моніторинг і контроль:

- Розробка плану моніторингу. Окремі методи і процедури моніторингу для кожної CCP, що включають регулярні вимірювання і записи параметрів. Це дозволяє оперативно виявляти відхилення від встановлених меж і вжити відповідних заходів.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

- Інструменти для контролю. Встановлення технічних засобів (датчиків температури, тиску, вологості) і процедур для постійного моніторингу та коригування процесу.

Коригувальні заходи:

- Розробка коригувальних процедур. У разі відхилення від критичних меж важливо мати чітко визначену процедуру для вжиття коригувальних заходів, таких як зміна технологічних умов, вилучення продукції або переробка.

Верифікація та валідація:

- Перевірка ефективності системи. Регулярне проведення верифікації для підтвердження того, що система НАССР працює ефективно. Це може включати перевірки від сторонніх організацій, тестування продуктів на відповідність стандартам безпеки.

- Аудити і сертифікація. Організація регулярних внутрішніх і зовнішніх аудитів для перевірки відповідності всіх процесів вимогам НАССР. Це також включає можливість отримання сертифікації від акредитованих органів.

Документація і запис:

- Ведення документації. Створення та ведення документації щодо кожного етапу системи НАССР: аналізу небезпек, визначення критичних точок, моніторингу, коригувальних дій, верифікації. Це забезпечує можливість відстеження всіх дій і виявлення проблем на будь-якому етапі.

- Зберігання записів. Всі записи повинні зберігатися належним чином для аудиту та перевірки органами сертифікації.

Постійне вдосконалення:

- Оцінка ефективності. Після впровадження системи НАССР необхідно регулярно оцінювати її ефективність, аналізувати можливі вдосконалення і впроваджувати нові технології та методи для підвищення безпеки продукту.

- Аналіз інцидентів і зворотний зв'язок. Збирання та аналіз інформації про проблеми, що виникають, дозволяє запобігти їх повторенню в майбутньому.

**Висновки.** Впровадження системи менеджменту якості на основі НАССР дозволяє підприємствам агропромислового комплексу та харчової промисловості значно підвищити рівень безпеки своїх продуктів, відповідність міжнародним стандартам і вимогам споживачів. Завдяки комплексному підходу до управління небезпеками, систематичному моніторингу та коригуванню процесів, можна мінімізувати ризики, пов'язані з продуктами харчування, забезпечивши високу якість і довіру споживачів.

### Список використаних джерел

1. Галич І.В., Антощенко Р.В., Шапко О.В. Підхід PDCA в основі системи управління якістю. Актуальні проблеми та перспективи розвитку агропродовольчої сфери, індустрії гостинності та торгівлі: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 2 листопада 2022 р.; Державний біотехнологічний ун-т. Харків, 2022. 27-28 с.
2. Галич І.В., Немикін А.В., Радченя С.І. Управління якістю в аграрній сфері. *Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 9-10 травня 2023 року. Харків, 2023. С. 191.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
3. Хребтюк Я.В., Знова М.М., Галич І.В. Аналіз підходів до оцінки результативності системи менеджменту якості. *Матеріали XXI Міжнародної наукової конференції „Сучасні проблеми землеробської механіки”*. 2020. С. 250-251.

**УДК 631.016**

## **УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Галич І.В. к.т.н., доцент; Заколюдажний С.В. здобувач ВО**

*Державний біотехнологічний університет*

Управління якістю аграрного виробництва є ключовим фактором для забезпечення ефективності, сталості та конкурентоспроможності підприємств агропромислового комплексу. Система управління якістю (СУЯ) включає в себе цілу низку заходів, спрямованих на контроль за якістю продукції на всіх етапах виробництва — від підготовки ґрунту до зберігання та реалізації готової продукції. Ефективне управління якістю допомагає мінімізувати втрати, забезпечити відповідність продукції стандартам, підвищити її конкурентоспроможність та задовольнити вимоги споживачів.

Ключові аспекти управління якістю в аграрному виробництві:

**Стандартизація та сертифікація:** Одним з основних елементів управління якістю є впровадження стандартів, таких як ISO 9001 для управління якістю, ISO 22000 для безпеки харчових продуктів, та інших галузевих стандартів. Стандартизація визначає вимоги до виробничих процесів, сировини, технологій та готової продукції. Сертифікація є підтвердженням відповідності продукції міжнародним або національним стандартам, що є важливим для виходу на ринки інших країн і збільшення довіри споживачів.

**Контроль якості на етапах виробництва:** Управління якістю включає постійний контроль на кожному етапі виробничого процесу. Це починається з вибору якісної сировини, ґрунтового обробітку, вибору насіння, дотримання правильних технологій посадки та обробки рослин, а також використання добрив і засобів захисту. Регулярні перевірки якості на цих етапах дозволяють своєчасно виявити відхилення і уникнути негативних наслідків.

**Моніторинг та оцінка умов вирощування:** Важливою частиною управління якістю є моніторинг умов вирощування, таких як вологість ґрунту, температура, кислотність та наявність шкідників. Використання сучасних технологій, таких як датчики вологості, температури та автоматизовані системи моніторингу, дозволяє оперативно реагувати на зміни умов і приймати необхідні рішення.

**Використання сучасних технологій та інновацій:** Впровадження передових технологій, таких як точне землеробство, автоматизовані системи управління фермерськими господарствами, роботизація процесів, забезпечує високий рівень контролю за якістю. Точне землеробство дозволяє точно вносити добрива, поливати та обробляти поля, що знижує витрати ресурсів і підвищує

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
врожайність без шкоди для навколишнього середовища.

**Управління ланцюгом постачання:** Якість аграрної продукції також залежить від ефективного управління ланцюгом постачання, починаючи від постачальників сировини і закінчуючи кінцевими споживачами. Забезпечення якісних логістичних процесів, зберігання та транспортування продукції є важливим для збереження її якості до моменту реалізації. Вчасне постачання свіжої продукції без порушення умов зберігання є ключовим для гарантії її безпеки та якості.

**Інтеграція систем управління безпекою та екологією:** Окрім управління якістю, важливим аспектом є інтеграція системи управління безпекою харчових продуктів та екологічної відповідальності. Врахування екологічних вимог щодо використання пестицидів, добрив, захисту навколишнього середовища є необхідним для забезпечення стійкості виробництва і зниження негативного впливу на природу.

**Постійне вдосконалення:** Для досягнення сталого розвитку та високої якості аграрної продукції важливо постійно вдосконалювати систему управління. Це включає проведення регулярних аудитів, аналіз відгуків споживачів, впровадження нових методів та підходів до виробництва. Постійне вдосконалення є основою для адаптації до змін на ринку, зміни технологій, впровадження нових нормативних вимог.

**Висновки.** Управління якістю в аграрному виробництві є комплексною задачею, що охоплює не тільки контроль якості готової продукції, а й моніторинг кожного етапу виробництва, від вибору насіння до продажу продукції кінцевому споживачеві. Впровадження системи управління якістю дозволяє підвищити конкурентоспроможність продукції, знижувати витрати та покращувати ефективність виробництва, забезпечуючи при цьому безпеку і відповідність екологічним вимогам. Використання новітніх технологій, стандартизація та постійне вдосконалення є запорукою успіху в управлінні якістю аграрного виробництва.

### **Список використаних джерел**

1. Галич І.В., Антощенко Р.В., Шапко О.В. Підхід PDCA в основі системи управління якістю. Актуальні проблеми та перспективи розвитку агропродовольчої сфери, індустрії гостинності та торгівлі: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 2 листопада 2022 р. Харків 2022. 27-28с.
2. Шапко О.В., Коровицька В.В., Галич І.В. Управління якістю аграрного підприємства. Матеріали ХІХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті" (6-7 квітня 2023 р.) Харків. 2023. С 316.
3. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). Системи управління якістю. Вимоги. – Введ. 01.07.2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с.
4. ДСТУ ISO 9004:2018 (ISO 9004:2018, IDT) Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху. – Введ. 01.01.2020. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 51 с.
5. Лук'яненко В.М., Галич І.В. Інтегровані системи менеджменту. кість технологій та освіти: збірник наукових праць УПА. Харків. 2011. С 67-70.

Секція 5

**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ  
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ  
ТА ОБЛАДНАННЯ**

## ЩОДО АЛГОРИТМУ ВИКОНАННЯ ОБЧИСЛЕНЬ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТОЧКИ НАСІННЄВОГО МАТЕРІАЛУ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ВІБРОПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА

Завгородній О.І. д.т.н., професор; Пак А.О. д.т.н., професор;  
Михайлов А.Д. к.т.н., доцент; Сіняєва О.В. ст. викл.;  
Гайворонський В.О. здобувач ВО

*Державний біотехнологічний університет*

**Сіняєва О.А. викл.**

*Харківський автомобільно-дорожній фаховий коледж*

*This paper describes an algorithm for calculating the parameters of the movement of a particle of seed material in the working channel between planes that oscillate under the action of these vibrations and the action of the air flow in the channel.*

Для розрахунку траєкторії руху частинок в робочому каналі, а що в кінцевій точці відповідає дальності її польоту (потрапляння частки вихідного матеріалу в відповідний приймач продуктів розділення), використовуючи розроблений в роботі [1] математичний апарат одним із надійних і простим варіантом є використання програмного продукту «Mathcad». Сам математичний апарат можна виконати в цій програмі за допомогою восьми окремих підпрограм. Чотири перші (UD1, UD2, UDP1, UDP2) з них в результаті їх рішення будуть давати параметри частинки матеріалу після її удару об одну з площин робочого каналу, дві перші з них реалізують випадок часткового ковзання частки по одній з поверхонь, дві другі реалізують випадок повного ковзання частки без зупинки по одній з поверхонь. П'ята підпрограма призначена для виконання функцій призначених для спрощення користування шляхом заміни в інтерфейсі більш складних рівнянь більш простими зверненнями (посиланнями) до них. Шоста підпрограма (NU) виконує функцію визначення початкових умов переміщення частки в робочому каналі з моменту першого її зіткнення з площиною. Такими функціями є  $\varphi$ ,  $\vartheta_{x0}$ ,  $\vartheta_{y0}$ ,  $\vartheta_{z0}$ ,  $\Omega_{x0}$ ,  $\Omega_{y0}$ . Сьома програма (Tud) виконує функцію визначення часу польоту частки між ударами по площинах. Восьма (DU) виконує розв'язок диференціальних рівнянь польоту частинки між площинами. Останні дві програми передбачають також і можливість удару частки не по двом площинам а лише по одній, як окремий випадок.

Основна програма GLAV виконується наступним чином, в першому блоці користувачем вводяться дані  $V_n$ ,  $A$ ,  $\omega$ ,  $H$ ,  $B$ ,  $\alpha$ ,  $k$ ,  $\mu$ ,  $r$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $f_1$ ,  $f_2$ . В другому блоці приймаються початкові умови руху частки як шляхом звернення до програми (NU) так і шляхом припущень прийнятих припущень  $t_0=0$ ,  $x_0=0$ ,  $y_0=r$ ,  $z_0=0$ . В третьому блоці здійснюється циклічний розрахунок переміщення часточки в робочому каналі, з призначенням номеру циклу  $i$  четвертим блоком, та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 перевіряється умова знаходження частки в каналі  $z_i < H$  п'ятим блоком. Розрахунки циклу відбувається в процесі виконання блоків від шостого по двадцять п'ятий. Шостий блок підвищує зміну циклу на одиницю. Сьомий блок присвоює значення одиниці або двійки відповідно до того біля якої площини опиняється частка, та обчислюються значення  $t_i$ ,  $y_i$ , та  $u_{yi}$  зверненням до програми (Tud). Восьмий блок шляхом звернення до програми (DU) знаходить значення  $z_i$ ,  $x_i$ ,  $u_{xi}$  та  $u_{zi}$ . В дев'ятому блоці виконується перевірка умови  $m_i = 1$  за її виконання виконуються блоки з десятого по шістнадцятий, а при невиконанні виконується блок вісімнадцятий. В десятому та одинадцятому блоках виконується обчислення величини  $Usl_i$ . А в дванадцятому блоці перевіряється умова  $Usl_i \leq f_i$  при виконанні якої буде відбуватися часткове ковзання і тринадцятим блоком присвоюється значення  $M_i$  ЧКЗ і блоком чотирнадцять виконується звернення до програми (UD1) для визначення  $\vartheta_{xi}$ ,  $\vartheta_{yi}$ ,  $\vartheta_{zi}$ ,  $\Omega_{xi}$ ,  $\Omega_{yi}$ . А при невиконанні цієї умови матиме місце повне ковзання і  $M_i$  ПКЗ, тоді блоком п'ятнадцять виконується звернення до програми (UDP1) блоком шістнадцять, з знаходженням тих же параметрів. Після цього цикл повторюється. Якщо ж виконання передавалось блоку сімнадцять то аналогічним чином виконуються такі ж самі обчислення але блоками від сімнадцятого до двадцять п'ятого з поверненням до початку циклу. Після виконання умови п'ятого блоку цикл завершується і виводяться обчислені дані у вигляді числових значень чи у вигляді побудованої траєкторії руху частки, чи дальності її польоту.

### Список використаних джерел

1. Завгородній А.И. Движения шара в воздушном потоке между вибрирующими плоскостями / Завгородній А.И., Синяева О.В. // «Вібрації в техніці та технологіях»: Всеукраїнський науково-технічний журнал, №3(67). Вінниця: ВНАУ, 2012. С.20-27.
2. До розробки сепараторів нового покоління [Текст] / О. Б. Козій, М.М. Крекот, С.Ю. Новосельцева, М.В. Бутенко, О.С. Колмик // *Молодь і технічний прогрес в АПВ. Інноваційні розробки в аграрній сфері: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф.*, м. Харків, 17-18 трав. 2021 р. Харків: ХНТУСГ, 2021. Т. 2. С. 78.
3. Застосування математичного апарату для розрахунку процесів сепарації при частинному ковзанні [Текст] / О.І. Завгородній, О.В. Синяєва, М.В. Бакум, М.М. Крекот // *Технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнар. наук.-практ. конф.*, 21-22 трав. 2024 р. Харків: ДБТУ, 2024.



## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ВІДХОДІВ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ СОНЯШНИКУ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

**Кудрявцев І.М.** здобувач наукового ступеню доктора філософії;  
**Кошулько В.С.** доцент, к.т.н., завідувач кафедрою харчових технологій

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна*

**Мельник М.М.** технічний директор

*ТОВ НВО «Сортувальні машини», м. Дніпро, Україна*

*Метою дослідження є порівняльний аналіз результатів чисельного моделювання процесу сепарації відходів насінневої суміші соняшнику в камері розрідження аеродинамічного сепаратора та експериментальних результатів.*

Експериментальний зразок аеродинамічного сепаратора, виготовлений на ТОВ НВО «Сортувальні машини» з метою застосування для сортування відходів соняшника [1], піддавався дослідженню. Попередньо теоретично були розраховані рівняння регресії залежності відстані між піками розподілів лушпиння соняшника і дрібних частинок ( $\Delta y'$ ) від ефективного діаметра ( $D_p$ ), швидкості подачі компонентів ( $V_p$ ) та радіуса кривизни верхньої грані камери розрідження ( $R$ ) [2]. Встановлено, що при  $D_p = 0,01$  м,  $V_a = 3,35$  м/с,  $R = 0,054$  м середня відстань між піками розподілів лушпиння і дрібних частинок становить  $\Delta y' = 0,443$  м. В моделі отримано раціональне значення для точки перетину розподілів компонентів суміші ( $y'_{int} = 0,43$  м).

На другому етапі моделювання процесу сепарації в аеродинамічному сепараторі колонного типу були розраховані рівняння регресії коефіцієнта розподілу ( $\delta$ ) від вмісту компонентів в насінневі суміші ( $\psi_h, \psi_d, \psi_k$ ), подачі суміші ( $q$ ) та швидкості повітряного потоку ( $V_a$ ).

Встановлено раціональні значення факторів для забезпечення високої якості сепарації при достатній продуктивності і знижених енерговитратах:  $q = 133$  кг/год,  $V_a = 2,46$  м/с, при цьому коефіцієнт розподілу  $\delta = 0,92$ .

Експериментальні дані одержані при сортуванні двох зразків відходів соняшника.

Перший зразок лушпиння соняшника в кількості 5 кг був відібраний в умовах діючого виробництва на олійно-жировому підприємстві у м.Дніпро.

Другий зразок – модельне середовище, яке було спеціально виготовлене шляхом п'ятикратної ітерації сировини при аеродинамічній сепарації (до повного вилучення олійної домішки), також піддавалась п'ятикратній ітерації олійна домішка з метою вилучення із олійної домішки лушпиння. Після сепарації у модельне середовище була розміщена дозована кількість олійної домішки та лушпиння. Таки чином, дослідники мали змогу попередньо визначити кількість олійної домішки у модельному середовищі.

Потреба у модельному середовищі виникла за відсутності адекватних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 методів відбору проб, підготовки проб, та невизначені методів контролю наявної кількості олійної домішки. Згідно до ДСТУ 7123:2009 [3] відбирають та готують проби згідно до ГОСТ 13979.0, визначають масову долю жиру та екстрактивних речовин згідно з ГОСТ 13496.15.

ДСТУ 7123:2009 не регламентує методів відбору, підготовки проб та методи контролю кількості олійної домішки. Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 спотворюють показники наявної кількості олійної домішки. Саме ці обставини вимусили проводити експериментальні дослідження із застосуванням модельного середовища.

За результатами оброблення експериментальних даних отримано рівняння регресії, які описують взаємозв'язок коефіцієнта розподілу ( $\delta$ ) від вмісту компонентів в насіннєвій суміші ( $\psi_h, \psi_d, \psi_k$ ), подачі суміші ( $q$ ) та швидкості повітряного потоку ( $V_a$ ) [4].

Отримані рівняння регресії дозволяють дослідити, як режимні параметри впливають на коефіцієнт розподілу, тобто на якість сортування.

Для перевірки відповідності теоретичних результатів експериментальним даним було використано методики [5]. Побудова довірчих інтервалів для експериментальних даних та теоретичної залежності мають подібний характер, і умова ( $R_n = R_3$ ) виконується при схожих параметрах. Теоретичні результати потрапляють у межі інтервалів довіри, що підтверджує їх адекватність з довірчою ймовірністю 95%.

#### Висновок

За результатами експериментальних досліджень підтверджені раціональні конструктивні рішення та режимні параметри сортування відходів соняшника.

Дослідженнями енергоспоживання сортувальної машини встановлено надлишкову встановлену потужність генератора повітряного потоку.

Система керування повинна бути модернізована іншими типами частотних перетворювачів, які мають змогу у забезпеченні тонкого налаштування з меншою дискретністю вибору частоти перетворювача, або з плавним вибором частоти.

Сортувальна машина має перспективу у сортуванні не тільки відходів соняшника, але і відходів інших сільськогосподарських культур, сортування насіння і зерна, для чого необхідно допрацювати програмне забезпечення сортувальної машини встановленням модуля наперед встановлених режимних параметрів сортування для інших культур.

Для забезпечення перспективного використання сортувальної машини необхідні додаткові теоретичні та експериментальні дослідження для встановлення технічної спроможності у сортуванні низки культур та можливого необхідного розширення технічних характеристик сортувальної машини.

Методи відбору та підготовки проб, які наводяться для насіння соняшника, дозволяють одержувати тільки нерепрезентативні проби, а спроби визначення показників методами за ДСТУ 7123:2009 спотворюють показники наявної кількості олійної домішки. Тому доцільним можуть бути додаткові наукові

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дослідження показників, притаманних лушпинню та відходам соняшника, зважаючи на потенційну перспективність сировини для переробки, оскільки містять 30-50 % придатної для подальшого використання зернової або олійної домішки та значні обсяги генерації відходів в Україні. Цю цінну сировину можна отримати лише шляхом механічного сортування відходів на спеціалізованих машинах.

### Список використаних джерел

1. Кудрявцев І. М., Луценко М. В, Чурсінов Ю. О. (2022). Техніко-економічне обґрунтування доцільності сортування відходів зернових та олійних культур. «Наука, технології інновації». 2(22): 61-67. <http://doi.org/10.35668/2520-6524-2022-2-08>.
2. Кудрявцев І.М. Чисельне моделювання процесу сепарації відходів насінневої суміші соняшнику в камері розрідження аеродинамічного сепаратора. *Вібрації в техніці та технологіях*, № 2 (113) / 2024, С.132-142. DOI: 10.37128/2306-8744-2024-2-15. <http://vibrojournal.vsau.org/uk/particles/chisel-ne-modelyuvannya-procesu-separaciyi-vidhodiv-nasinnyevoyi-sumishi-sonyashniku-v-kameri-rozridzhennya-aerodinamichnogo-separatora>
3. Лушпиння соняшнику. Технічні умови: ДСТУ 7123:2009. [Чинний від 2009-12-18]. К.: Держспоживстандарт України, 2011. 8 с. (Національний стандарт України).
4. Алієв Е. Б. Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: монографія. Запоріжжя: СТАТУС. 2019. 196 с. ISBN 978-617-7759-32-3.
5. Алієв Е. Б. Механіко-технологічні основи процесу прецизійної сепарації насінневого матеріалу соняшнику: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.11. Запоріжжя. 2020. 530 с.
6. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 2023, 340 с. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9>.

## **КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЦНОСТІ ТА КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ З ВІДСІКАМИ, ЗАПОВНЕНИМИ РІДИНОЮ**

**Антонов О. О. магістрант**

*Харківський національний університет радіоелектроніки,  
м. Харків, пр. Науки, 14, Україна*

*Метою дослідження є комп'ютерне моделювання міцності та надійності елементів конструкцій з урахуванням дестабілізуючих факторів та побудова розрахункових моделей і числових методів розв'язання плоских і просторових задач теорії пружності.*

Стрімкий розвиток сучасної техніки зумовлює необхідність вивчення міцності елементів конструкцій при інтенсивних статичних і динамічних навантаженнях. Велика кількість таких конструкцій працює при взаємодії з рідиною або газом, що необхідно враховувати в математичних моделях, щоб адекватно описати динамічну поведінку зазначених елементів. Це вимагає побудови таких методів обчислення статичних і динамічних характеристик, які включають взаємодію між двома середовищами.

Останніми роками спостерігається тенденція до продовження терміну служби промислового обладнання, яке працює поза початковими проектними межами. Конструктивні елементи такого обладнання часто мають дефекти, такі як тріщини та мікропори, які можуть утворювати скупчення або ланцюги. Ще одним дестабілізуючим фактором, що впливає на міцність конструкцій, є вплив раптово прикладених інтенсивних навантажень. В роботі проаналізовано дестабілізуючий вплив вимушених коливань на міцність елементів конструкції, що взаємодіють з рідиною. Методи теорії потенціалу застосовані для визначення тиску рідини на тонких поверхнях, що призвело до необхідності розв'язання гіперсингулярних інтегральних рівнянь для визначення невідомих густин потенціалів [1]. Для обчислення гіперсингулярних інтегралів було використано ефективний числовий метод [2]. З'ясовано, що густина потенціалу подвійного шару визначає перепад тиску в двосторонньому обтіканні поверхні ідеальною нестисливою рідиною. Вивчено умови застосування прямого формулювання методу граничних елементів для дослідження власних і вимушених коливань оболонкових конструкцій, заповнених рідиною.

Проаналізовано непряме формулювання методу граничних елементів та його застосування при дослідженні коливань елементів конструкцій при двобічному обтіканню ідеальною нестисливою рідиною.

Побудовані розрахункові моделі на основі методів теорії потенціалу та гіперсингулярних інтегральних рівнянь для визначення частот і форм коливань прямокутних та секторіальних пластин з урахуванням приєднаних мас рідини. Практично досліджено швидкість збіжності методу граничних елементів при використанні різних типів апроксимації густини.

Проаналізовані різні типи граничних елементів, що застосовуються для розв'язання гіперсингулярних рівнянь у двовимірних задачах. Для кожного типу з єдиних позицій проведено аналіз щодо такого вибору точок колокації, аби відповідні числові реалізації методу граничних елементів були стійкими до похибок. Виявився цікавий факт: для деяких типів елементів таких точок немає зовсім, тобто на простих і зовні привабливих елементах неможливо побудувати стійкі до похибок чисельні схеми [3]. Проведені числові та аналітичні дослідження дозволили зробити висновок, що для сталої густини у просторовому випадку такі точки співпадають із центрами ваги граничних елементів.

Проведено числове моделювання для визначення частот і форм коливань прямокутних і секторних консольних пластин, що моделюють лопаті гідротурбін. Ці результати порівняно з експериментальними даними, що продемонструвало вірогідність методу. Розроблено методу розрахунку вимушених коливань в елементах конструкції, що взаємодіють з рідиною під дією зовнішніх гармонічних навантажень. Цей метод використовує розкладання в ряд невідомих переміщень на основі форм коливань цих елементів, без врахування приєднаних мас рідини. Проаналізовано коливання квадратної, жорстко закріпленої пружної пластини, що вібрує в рідині під впливом різних зовнішніх навантажень. Результати показують, як максимальна інтенсивність напруження змінюється з часом для різних параметрів навантаження. Такий підхід дозволяє оцінити міцність конструкції та підібрати параметри навантаження для забезпечення надійної роботи агрегатів під час вібрацій.

### **Висновок.**

Проаналізовано дестабілізуючий вплив вимушених коливань на міцність конструктивних елементів, що при експлуатації взаємодіють з рідиною. Для визначення тиску рідини на тонкі поверхні використано методи теорії потенціалу, які дозволили отримати гіперсингулярні інтегральні рівняння відносно невідомих густин потенціалів. Саме густини потенціалів подвійного шару й визначають перепад тиску при двобічному обтіканні поверхні ідеальною нестисливою рідиною. Проаналізовано точність та ефективність методів числового розв'язання сингулярних та гіперсингулярних рівнянь. Проведені числові дослідження з визначення частот та форм коливань прямокутних та секторіальних консольних пластинок, які моделюють лопаті гідротурбіни. Здійснено порівняння отриманих даних з даними експерименту. Розроблено метод розрахунку вимушених коливань конструктивних елементів, що взаємодіють з рідиною та знаходяться в умовах дії інтенсивних зовнішніх гармонічних навантажень.

### **Список використаних джерел**

1. Avramov, K. V. and. Strelnikova E. A. Chaotic vibrations of plates two-sided interacting with flux of moving fluid. *Int. Appl. Mech*, 2014, Vol. 50, P. 329-335.
2. Karaiev, A, Strelnikova, E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in the dual reciprocity method. *Z Angew Math Mech*. 2021. Vol. 101, e201800339, DOI:10.1002/zamm.201800339.
3. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariov

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. Journal of King Saud University – Science, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101589.

**УДК 539.3, 519.60**

## **ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ ТА КОЛИВАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ВЗАЄМОДІЇ З РІДИНОЮ**

**Колодяжний А. С. аспірант; Стрельнікова О.О. д.т.н., проф.**

*Інститут енергетичних машин та систем імені А.М. Підгорного,  
м. Харків, вул. Комунальників, 2/10, 61046, Україна  
Харківський національний університет радіоелектроніки,  
м. Харків, пр. Науки, 14, 61166, Україна*

*Метою дослідження є побудова методів комп'ютерного моделювання стійкості руху та коливань рідини в елементах конструкцій.*

Оболонки та оболонкові конструкції, що частково заповнені рідиною, широко застосовуються в різних галузях сучасної промисловості, таких як авіа-космічна промисловість, транспорт, хімічне машинобудування, будівництво, сільське господарство.

Проектування резервуарів, що містять різні наповнювачі, в тому числі й вибухонебезпечні або отруйні, вимагає ретельного дослідження поведінки рідини в них як при аварійних ситуаціях, так і при експлуатаційних умовах, оскільки руйнування таких резервуарів внаслідок прикладених інтенсивних навантажень може призвести до небажаних екологічних наслідків та пошкоджень інфраструктурних об'єктів.

Для покращення механічних властивостей та міцності елементів такого обладнання широко використовують новітні матеріали, наприклад, метаматеріали або композити [1].

В роботі запропоновано метод дослідження стійкості руху рідини в оболонкових конструкціях при інтенсивних періодичних навантаженнях. Вважається, що рідина всередині оболонки є ідеальною і нестисливою, а її рух, викликаний прикладеними навантаженнями, є безвихровим. В цих умовах існує потенціал швидкості, який визначається з крайової задачі для рівняння Лапласа. Граничними умовами для цієї крайової задачі є умова непроникливості на змочених поверхнях оболонкової конструкції, а також статична та динамічна умови на вільній поверхні рідини.

Розв'язання крайової задачі може бути здійснено за допомогою різних числових методів. Серед них варто зазначити метод граничних елементів [2], метод скінченних елементів [3]; обидва засновані на використанні методу зважених нев'язок [4]. Треба відзначити, що застосування методу зважених нев'язок потребує побудови системи базисних функцій, за якою розкладається розв'язок, з подальшою вимогою виконання умови ортогональності нев'язки до

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 всіх елементів базисної системи.

Внаслідок різного характеру граничних умов крайової задачі, неможливо побудувати єдину систему базисних функцій. Тому в роботі побудовано три таких системи: для знаходження пружних переміщень незаповненої оболонки, для визначення форми коливань вільної поверхні, а також для знаходження форм коливань пружної оболонки з рідиною, але без врахування гравітаційної складової. Це дозволяє використовувати різні ряди для побудови наближень невідомих функцій [5].

Для отримання інтегральних рівнянь для подальшої числової реалізації використовується третя формула Гріна. Це призвело до необхідності розв'язання системи сингулярних інтегральних рівнянь для невідомих базисних функцій, що є формами коливань рідини в жорсткій оболонці [6]. Виконання динамічної граничної умови дозволило отримати систему диференціальних рівнянь, що а саме, систему рівнянь Матьє. Досліджено стійкість розв'язку та визначені зони і параметри нестійкого руху за допомогою діаграми Айнса - Стретта.

Отримані також частоти коливань пружної конструкції при частковому заповненні ідеальною нестисливою рідиною. Для цього також розв'язувались сингулярні інтегральні рівняння, праві частини яких містили нормальні складові форм коливань незаповненої конструкції.

#### **Висновок.**

В роботі побудовані математичні моделі для дослідження стійкості коливань рідини в резервуарах та паливних баках. Математичні моделі засновані на використанні методів теорії потенціалу та сингулярних інтегральних рівнянь. Застосовано ефективний метод числового розв'язання сингулярних рівнянь, заснований на зведенні їх до одновимірних рівнянь та використанні властивостей узагальнених еліптичних інтегралів. Побудовано розв'язувальну систему диференціальних рівнянь. З'ясовані умови стійкості розв'язку цієї системи, що дало змогу визначити зони нестійкого руху конструкції.

#### **Список використаних джерел**

1. Sierikova O., Koloskov V., Degtyarev K., Strelnikova E. Improving the Mechanical Properties of Liquid Hydrocarbon Storage Tank Materials. *Materials Science Forum. Trans Tech Publications Ltd, Switzerland* 2022 Vol. 1068. P. 223-229. DOI:10.4028/P-888232.
2. Avramov, K. V. and Strelnikova E. A. Chaotic vibrations of plates two-sided interacting with flux of moving fluid. *Int. Appl. Mech*, 2014, Vol. 50, P. 329-335.
3. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-Stage Optimization of Laminated Composite Elements with Minimal Mass. *In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, Vol 536. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_42).
4. Brebbia, C.A.: The birth of the boundary element method from conception to application, *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 77, iii-x, (2017), <https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2016.12.001>.

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
5. Medvedovskaya T. Strelnikova E., Medvedyeva K. Free Hydroelastic Vibrations of Hydroturbine Head Covers Intern. J. Eng. and Advanced Research Technology (IJEART). 2015. Vol. 1, No 1. P. 45–50. DOI: 10.13140/RG.2.1.3527.4961.
  6. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariov K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. *Journal of King Saud University – Science*, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101589.

**УДК 539.3, 519.60**

## **РОЗВИНЕННЯ МЕТОДІВ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЛОПАТЕЙ ПОВІТРЯНИХ УСТАНОВОК**

**Сичов В. В. магістрант**

*Харківський національний університет радіоелектроніки,  
м. Харків, пр. Науки, 14, 61166, Україна*

*Метою дослідження є удосконалення методів нелінійного програмування для побудови оптимальних проектів лопатей повітряних установок з використанням адаптивного керування та гібридизації пошукових методів.*

Конструювання сучасних технічних об'єктів (чи їх елементів), і навіть вдосконалення вже створених, ставить перед конструктором численні проблеми, однієї з яких є отримання оптимального проекту, тобто. найбільш вигідного варіанту з множини можливих. При цьому проектувана конструкція (або її окремі елементи) повинна успішно протистояти різним пошкодженням і задовольняти експлуатаційним умовам (надійність), забезпечувати безвідмовну роботу протягом певно встановленого терміну експлуатації (довговічність), доцільно враховувати можливості виготовлення, транспортування та монтажу, зручності експлуатації (технологічність), відповідати сучасним вимогам щодо рівня витрат на матеріали та виготовлення (економічність), а також задовольняти необхідному рівню різноманітних техніко-економічних показників. Безпосередньо до зазначених загальних вимог відносяться фізико-технічні обмеження на міцність, жорсткість, стійкість і на багато інших характеристик конструкції, що висуваються існуючими умовами функціонування проектуваного об'єкта. Через нелінійний характер таких задач їхнє розв'язання може потребувати значних обчислювальних ресурсів та точного налаштування параметрів алгоритму. Останні досягнення в обчислювальній техніці, а також розвиток сучасних програмних інструментів дозволили значно розширити можливості розв'язання нелінійних задач оптимізації. Тому дослідження у галузі нелінійного програмування залишається актуальним і постійно розвивається.

В роботі побудовані математичні моделі для визначення перепаду тиску, що діє на тонку поверхню в потоці рідини або газу [1]. Ці моделі дають змогу вирішити задачу визначення аеродинамічних навантажень, що діють на лопаті повітряної енергетичної турбіни. Лопать промодельована тонкостінним закрученим стрижнем довжиною  $L$  змінного поперечного перетину, що



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 знаходиться під дією аеродинамічного і відцентрового навантажень. Аеродинамічне навантаження зумовлено перепадом тиску на зовнішній та внутрішній поверхнях лопаті і зводиться до визначення змінних по довжині навантажень перерізу та крутильного моменту. Задача обтікання лопаті вирішується у тривимірному формулюванні на основі теорії несучої поверхні. Повітряний потік вважається безвихровим, швидкості – у декілька разів меншими за швидкість звуку. Задачу обтікання лопаті зведено до гіперсингулярного рівняння, розв'язком якого з фізичної точки зору є перепад тиску. Лопаті ВЕУ моделюються як тонкі крила скінченного розмаху. При оптимальному проектуванні складних багатопараметричних об'єктів типу, що розглядається, зручно скористатися автоматичним гібридним пошуковим методом оптимізації [2], призначеним для знаходження локального оптимального вектору  $X^*$  задачі на умовний екстремум. Проведений аналіз оптимізаційних процедур та особливостей вирішення задач оптимального проектування показує, що просте накопичення ефективних методів у бібліотеці математичного забезпечення, і навіть запровадження діалогового режиму процесу розв'язання не може забезпечити необхідних умов для оптимізації. Пов'язано це з тим, що задача, що реалізується, заздалегідь не забезпечена відповідним набором ознак, за якими керуюча мета-програма зуміла б ідентифікувати завдання і призначити необхідний метод. Спільні дії гібридентів забезпечують більш ефективне досягнення мети, ніж кожен із методів коаліції окремо. Це досягається шляхом введення спеціального адаптивного керування, яке здійснює одержання векторів мінімізуючої послідовності  $\{X\}$ , напрямів пошуку Dig та пошукових адаптованих кроків відповідно до ситуації. Запропонована схема гібридної оптимізації для розв'язання задачі нелінійного програмування побудована таким чином, що обходиться без будь-яких попередніх перетворень розв'язуваної задачі та не висуває жодних спеціальних вимог до функцій мети та обмежень. Розглядається лише коаліція методів і заздалегідь описується обмежений набір найбільш характерних ситуацій, які можуть виникнути у реальній задачі оптимізації. В роботі розв'язано задачу вагової оптимізації лопатей повітряних турбін, тобто вирішено задачу побудови лопаті найменшої ваги при обмеженнях на напруження.

### **Висновок.**

В роботі розроблено методику знаходження напружень в лопаті, під дією заданих навантажень. Навантаження обчислюються з використанням теорії потенціалу та сингулярних інтегральних рівнянь. Знайдено напруження в лопатях, визначені власні частоти коливань лопаті. Удосконалено методику розв'язання сингулярних інтегральних рівнянь. Здійснено формулювання та розв'язання задачі оптимального проектування.

### **Список використаних джерел**

1. Medvedovskaya T. Strelnikova E., . Medvedyeva K. Free Hydroelastic Vibrations of Hydroturbine Head Covers Intern. J. Eng. and Advanced Research Technology (IJEART). 2015. Vol. 1, No 1. P. 45–50. DOI: 10.13140/RG.2.1.3527.4961.
2. Karaiev, A, Strelnikova, E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 the dual reciprocity method. *Z Angew Math Mech.* 2021. Vol. 101, e201800339, DOI:10.1002/zamm.201800339.
3. Smetankina N. V., Merkulova A. I., Postnyi O. V., Merkulov D. O. And Misura S. Y., Optimal Design of Layered Cylindrical Shells with Minimum Weight Under Impulse Loading, *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2021, P. 506-509, DOI: 10.1109/KhPIWeek53812.2021.9569982.
  4. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariv K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. *Journal of King Saud University – Science*, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI:10.1016/j.jksus.2021.101589.

**УДК 539.3, 519.60**

## **ПОБУДОВА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЙ З ДЕФЕКТАМИ**

**Сидоров В. В. магістрант**

*Харківський національний університет радіоелектроніки,  
м. Харків, пр. Науки, 14, 61166, Україна*

*Метою дослідження є побудова та удосконалення методів комп'ютерного моделювання довговічності елементів конструкцій з дефектами.*

В останні роки намітилася тенденція до продовження ресурсу роботи обладнання, яке знаходиться в експлуатації протягом тривалого часу, та практично вичерпало свій нормативний ресурс. В зв'язку з виробленням ресурсу гідротурбінного, нафтохімічного, енергетичного обладнання на багатьох промислових підприємствах Україні, при його модернізації виникає питання про можливість продовження терміну служби окремих вузлів і деталей і необхідності заміни морально і фізично застарілого обладнання для забезпечення експлуатаційної надійності агрегатів в процесі подальшої експлуатації при виконанні гарантій по потужності і коефіцієнту корисної дії. Оскільки обладнання працює тривалий час, то зазвичай його елементи можуть бути послаблені різного роду мікро-дефектами. Розвинення цих дефектів може призвести до виходу з ладу або до повного руйнування досліджуваного конструктивного елемента. Виникає питання оцінки часу до руйнування цих елементів під дією циклічних навантажень. Задача визначення довговічності конструкції з урахуванням тріщиностійкості полягає у визначенні часу (кількості циклів), після якого тріщина підростає до критичного розміру, і відбувається швидке руйнування. Зазвичай заздалегідь невідомо, які саме дефекти наявні в досліджуваному елементі конструкції, оскільки не завжди мікро-дефекти можуть бути виявлені навіть методами ультразвукового сканування. Тому актуальним є питання вивчення впливу дефектів різної конфігурації та розмірів на довговічність конструкції з метою з'ясування найбільш небезпечних та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 визначення найменшого часу до руйнування. Цей час може слугувати як для оцінки залишкового ресурсу, так і для визначення термінів міжремонтного періоду обладнання. Елементи обладнання часто мають дефекти типу тріщин, отворів і мікропор, причому ці дефекти можуть утворювати скупчення або ланцюжки.

Математичні моделі, що описують ці завдання, є диференціальними рівняннями або системами диференціальних рівнянь еліптичного типу. Для їх числового вирішення найбільш ефективно використовувати методи теорії потенціалу, що дозволяє звести розглянуті задачі в тривимірних областях до сингулярних і гіперсингулярних інтегральних рівнянь, невідомі в яких розподілені лише на межі області, що розглядається [1]. Для побудови інтегральних зображень розв'язків крайових задач в роботі використані методи теорії потенціалу. Саме потенціали простого та подвійного шару будуються на основі фундаментальних та сингулярних розв'язків диференціальних рівнянь та слугують як інтегральні зображення. Зазначимо, що використання гармонічних чи узагальнених потенціалів простого і подвійного шару як інтегральних зображень відповідних завдань передбачає застосування формул Гріна чи Соміліани (для просторової задачі механіки руйнування). Це дозволяє обійти труднощі, що виникають при використанні даних формул (справедливих на замкнутих поверхнях) при інтегруванні області, обмеженою двома близькими поверхнями [2].

Побудовані аналітичні розв'язки гіперсингулярних рівнянь, що описують поведінку тривимірних середовищ з плоскими розрізами у вигляді кола та еліпсу з метою їх подальшого застосування при виконанні тестових розрахунків [3]. Виконано порівняння числових та аналітичних результатів в двовимірних та тривимірних гіперсингулярних інтегральних рівняннях, яке демонструє добру узгодженість даних та свідчить про ефективність розроблених числових методів [4]. Розроблено метод визначення коефіцієнтів інтенсивності навантажень [5]. По побудованим коефіцієнтам з використанням критерія Періса обчислено кількість циклів до руйнування елемента конструкції.

### **Висновок**

В роботі розроблено методику знаходження кількості циклів до руйнування елементів конструкцій, що знаходяться під дією інтенсивних періодичних навантажень. Для опису поведінки тіл з розрізами використано методику, засновану на використанні гіперсингулярних інтегральних рівнянь. Розв'язки цих інтегральних рівнянь є розривами переміщень пружного тіла на поверхнях тріщини. Коефіцієнти інтенсивності напружень виражаються через отримані стрибки переміщень. Це дає змогу використати критерій Періса для знаходження кількості циклів до руйнування конструкції.

### **Список використаних джерел**

1. Avramov K. V. and Strelnikova E. A. Chaotic vibrations of plates two-sided interacting with flux of moving fluid. *Int. Appl. Mech*, 2014, Vol. 50, P. 329-335.
2. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-Stage Optimization of Laminated Composite Elements with Minimal Mass. *In:*

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, 2023, Vol 536. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_42)
3. Karaiev, A, Strelnikova, E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in the dual reciprocity method. *Z Angew Math Mech*. 2021. Vol. 101, e201800339, DOI:10.1002/zamm.201800339.
  4. Choudhary N., Kumar N., Strelnikova E., Gnitko V., Kriutchenko D., Degtyariov K. Liquid vibrations in cylindrical tanks with flexible membranes. *Journal of King Saud University – Science*, 2021. Vol. 33(8), 101589, DOI: 10.1016/j.jksus.2021.101589.
  5. Moskalenko R., Zaydenvarg O., Strelnikova O., Gnitko V., Software development for the computational analysis of crack propagation and durability of structures, 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), pp. 509-514, 2020. doi: 10.1109/KhPIWeek51551.2020.9250089.

**UDC 519.6:001.5**

## **APPLICATION OF NUMERICAL METHODS FOR REALIZATION OF MATHEMATICAL MODELS**

**Kravtsov A. Candidate of Technical Science, Associate Professor;  
Levkin D. Candidate of Engineering Science, Associate Professor**

*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

*The paper analyzes the advantages and disadvantages of using numerical methods to implement computational and optimization mathematical models. The choice of methods for implementing mathematical models depends on the type of objective function and restrictions on the technical parameters of the modeled system.*

Solving the problems of managing the resources of technical systems is reduced to solving the problems of minimizing (finding the maximum) values of the objective function, considering the constraints on the objective function and its parameters. This means that the objective function is built, and, based on the assumed characteristics of the technical parameters of the modeled systems containing the sources of physical fields, restrictions on the technical parameters of the system are formed [1]. When building mathematical models, only those factors that significantly affect the functioning of the system are considered, while other factors are neglected. Since, in practice, in most cases, mathematical models are based on nonlinear differential equations and nonlinear constraints on the parameters of the objective function are set, it is important to fulfill the conditions for the existence of a single solution to boundary value problems. In this case, applying methods from the traditional theory of existence and uniqueness of solutions to boundary value problems for differential equations, it is impossible to guarantee their correctness [2]. In the opinion of the authors of this study, it is more expedient to apply algorithms and methods from the theory of differential operators over the field of generalized slow power functions [3].

From the point of view of convenience in obtaining solutions to boundary value problems with differential equations, it is advisable to use approximate computing methods to solve boundary value problems on a computer using mathematical programs. This means that the mathematical model is specified in a form that can be implemented on a computer. The solution obtained in this way will be approximate and will take the form of a series of values of the objective function, but the values of individual system parameters will not be considered.

Despite the above advantages of approximate computing methods over analytical ones, the values of the objective function obtained afterwards should be analyzed for their relevance to the process under study. Thus, to improve the accuracy of the implementation of calculation and optimization mathematical models, it is more expedient to use analytical methods rather than approximate computing methods.

### References

1. Sklyar G., Barkhayev P., Ignatovich S., Rusakov V. Implementation of the algorithm for constructing homogeneous approximations of nonlinear control systems. *Mathematics of Control, Signals, and Systems*. 2022. Vol. 34. Pp. 883–907. <https://doi.org/10.1007/s00498-022-00330-5>
2. Makarov A.A., Chernikova A.V. Well-posedness and parabolicity of the boundary-value problem for systems of partial differential equations. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics*. Kharkiv, 2024. Vol. 99. S. 51–61. DOI: 10.26565/2221-5646-2024-99-04
3. Levkin D. Doslidzhennia umov korektnosti kraiovykh zadach dlia bahatosharovoho biotekhnolohichnoho seredovyshcha. *Measuring and computing devices in technological processes*. Khmelnytskyi, 2023. Issue. 1. Pp. 101–105. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-73-1-14>.

UDC 519.6:001.5

## MATHEMATICAL MODELS, AS A TOOL FOR OPTIMIZING TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Zavgorodniy O. Doctor of Technical Sciences, Professor; Levkin D. Candidate of Engineering Science, Associate Professor; Kotko Ya. Candidate of Economic Sciences, Associate Professor**

*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

*To improve the quality of the technological process of thermal impact on a technical system, the paper proposes mathematical models, computational methods for calculating and optimizing the technical parameters of emitters. This made it possible to develop an algorithm for controlling the consumption of resources in many technical and biotechnological systems that contain concentrated, discrete, moving sources of thermal load.*

To optimize the parameters of technical systems that contain sources of physical

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 fields, it is necessary to propose methods from interdisciplinary research. This is primarily due to the fact that boundary value problems with partial differential equations are used to analyze the state of these systems. The boundary conditions are set in accordance with the technical characteristics of the load sources, considering the expert assessment of the system parameters. Since the boundary value problems with differential equations describe not one physical phenomenon but several physical processes in the modeled systems, the dimension of the space of the desired parameters is quite significant and in general, it depends on the number of load sources and the dimension of the area where they are located.

Quite often, it is necessary to optimize the parameters of technical systems to improve the quality of technological processes of thermal impact on the material by, for example, minimizing the deviation of the temperature field in a given area of the material from its predefined permissible value. Limitations imposed on the limits of change in the technical parameters of radiators are generally nonlinear and their number depends on the number of parameters to be changed. In general, due to the non-standard shape of the objects under study under the influence of thermal load sources, the domain of admissible solutions is multi-connected. The analysis of processes occurring in modeled systems is possible only after obtaining solutions to boundary value problems with differential equations. Optimization of the technical parameters of systems is possible only after obtaining the values of the objective function and is ensured through a repeated iterative process of searching for its local extremes, which is achieved through the repeated implementation of a series of boundary value problems in the process of mathematical modeling. In addition, to solve boundary value problems and obtain the values of the objective function, it may be necessary to use not one but several computational methods [1, 2]. This will increase the accuracy of the implementation of boundary value problems, but will also complicate applied optimization mathematical models for finding and searching for local extremes of the temperature field.

Since analytical (approximate-analytical) solutions exist only for classical domains, in order to improve the accuracy of optimization and control over resource consumption in technical systems, it is necessary to prove the correctness of boundary value problems, applied optimization mathematical models for finding local extrema of the objective function and the general problem of improving the quality of thermal effects on a technical system by taking into account the constraints on the resulting temperature field of the material. In [3], to find and substantiate the conditions for the correctness of boundary value problems with differential equations of heat conduction and applied optimization mathematical models for biotechnological systems, it is proposed to apply the theory of pseudo-differential operators over the field of specialized functions. Improving the detail of the modeled systems, increasing the number of technological process features considered in the implementation of boundary value problems and applied optimization mathematical models, made it possible to improve the accuracy of calculation and optimization of technical parameters of the modeled systems, and also increased the accuracy of solving the general problem of controlling the consumption of resources of technical systems.

The use of the above approach for calculating and optimizing parameters in

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 technical systems has made it possible to develop an algorithm for controlling resource consumption in many technical and biotechnological systems that contain concentrated, discrete, moving sources of thermal load. The specificity of the mathematical models and computational methods proposed in this paper is that they should be used to solve not specific, partial tasks, but to solve the general problem of resource consumption control in these systems. As the object of study changes, boundary value problems, methods for solving them, and searching for local extremes of the temperature field will change, but the proposed algorithm will remain unchanged. This indicates the interdisciplinarity of the above studies and their wide application to control resource consumption in many systems with distributed parameters.

### References

1. Semerak M., Mykhailyshyn M., Nesen I. Analitichnyi metod rozviazannia aktualnykh zadach teploobminu. Zbirnyk naukovykh prats Cherkaskogo instytutu pozheznoi bezpeky imeni Heroiv Chornobylia Natsionalnogo universytetu tsyvilnogo zakhystu Ukrainy «Nadzvychni situatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia». 2021. Vol. 5. No. 1. S. 115–122. <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.115.122>.
2. Pavlichkov S. A small gain theorem for finite-time input-to-state stability of infinite networks and its applications. *Visnyk of V.N. Karazin Kharkiv National University. Ser. Mathematics, Applied Mathematics and Mechanics*. Kharkiv, 2021. Vol. 94. S. 40–59. <https://doi.org/10.26565/2221-5646-2021-94-03>.
3. Levkin D.A., Zavgorodniy O.I., Gulieva D.O., Levkin A.V. Application of boundary-border problems for the analysis of the state of complex systems. *Vcheni zapysky Tavriiskogo natsionalnogo universytetu imeni V.I. Vernadskogo. Serii: «Tekhnichni nauky»*. Kyiv, 2024. Vol. 35 (74). No. 1. S. 190–194. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.1.1/29>.

**UDK 539.3**

## OPTIMAL DESIGN FOR TWO-DIMENSIONAL COMPOSITE STRUCTURES

**Alyona Merkulova, Graduate Student**

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine*

*The problem of optimal design of structures made of composite materials is considered. The optimal design of laminated plates and shells subject to constraints on strength, stiffness, bending loads and fundamental natural frequencies is proposed.*

Composite materials are now widely used in the mechanical and aerospace industries because they enable designers to achieve significant weight savings [1, 2]. Another advantage is that more complex shapes can be produced due to the manufacturing techniques used, and the total number of parts can be significantly

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 reduced [3, 4]. When sizing a particular design, in addition to the thickness of the laminates used, the total number of plies and the orientation of the fibers in each ply must be specified. The mechanical properties of a laminate vary considerably depending on the fiber orientation, and it is necessary to tailor the laminate for each specific application to maximize the material properties [5, 6]. This study examines the optimal design of laminated plates and shells under various constraints. In many applications, laminates are subjected to in-plane loading and the stiffness and/or strength properties must be optimized. For static bending loads, laminates are designed to maximize bending stiffness. In other cases, bending loads or natural frequencies must be maximized. However, in most applications, several constraints apply simultaneously and multi-criteria optimization methods are used [7].

In many applications, laminated composites are subjected to in-plane loads, and the thickness and stacking of the plies must be chosen to satisfy stiffness or strength constraints for minimum weight [8, 9]. Using a stiffness invariant formulation, it is shown that the effects of laminate thickness and stacking can be separated and that for symmetric balanced laminates, all stacking can be represented by only two parameters regardless of the number of plies. Thus, the optimization problem is greatly simplified. Determining the optimal configuration for a laminate subjected to arbitrary in-plane loading is a challenging problem. For unidirectional composites, the method of calculating the principal stress, which is to align the fibers in the direction of the highest principal stress, can be used very effectively. Thus, the tangential stresses in the principal stress of the material can be utilized very effectively. In this way, the tangential stresses in the principal coordinates of the material are eliminated, and the shear failure mode is also eliminated. When the transverse stresses are small, unidirectional composites fail in tension or compression in the longitudinal direction, and the strength is determined by the strength of the fibers. As the shear stresses increase, the material fails due to shear stresses and unidirectional composites become very inefficient because the shear strength is essentially determined by the properties of the matrix and the fibers become inefficient. In this case, laminates must be used, and the number of design variables increases from two (fiber orientation and total thickness) to  $2n$  for  $n$ -layer laminate.

It is shown that the stiffness invariant formulation is useful for isolating the effects of laminate thickness, material properties and lamination scheme. It allows to determine the optimal paving for a particular application and limits the number of design variables in the optimization problem.

## References

1. Strelnikova E., Gnitko V., Krutchenko D., Naumemko Y. Free and forced vibrations of liquid storage tanks with baffles. *Journal of Modern Technology & Engineering*. 2018. Vol. 3, No. 1. P.15–52.
2. Merculov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
3. Karaiev A., Strelnikova E. Axisymmetric polyharmonic spline approximation in the



- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
dual reciprocity method. *ZAMM – Journal of Applied Mathematics and Mechanics / Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik*. 2021. Vol. 101, No. 4, P. e201800339
4. Сметанкіна Н.В., Мисюра С.Ю., Линник А.В. Влияние предварительно напряженного состояния на частоты несущих конструкций гидротурбин. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин*. Харків, 2018. Т. 1, № 38. С. 42–48.
  5. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угримов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
  6. Hontarovskiy P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering*. Kharkiv, 2022. Vol. 25, No 1. P. 14–21.
  7. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угримов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.
  8. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2023. Vol. 536. P. 456–465.
  9. Shupikov A.N., Smetankina N.V., Sheludko H.A. Selection of optimal parameters of multilayer plates at nonstationary loading. *Meccanica*. 1998. Vol. 33, No. 6. P. 553–564.

**УДК 664.8/9**

## **ФОРМУВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЛІВКИ ІЗ КИШКОВОЇ СИРОВИНИ ПІД ЧАС СУШІННЯ**

**Онищенко В.М. д.т.н., доц.; Пак А.О. д.т.н., проф.; Онищенко А.В. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

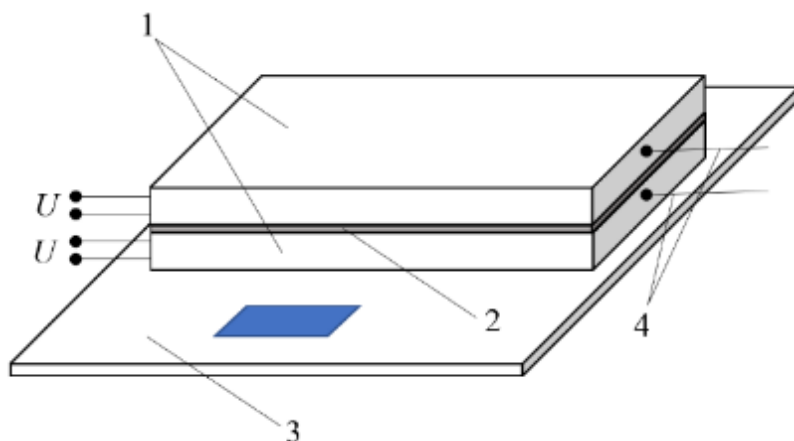
*Дослідженнями кінетики сушіння плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини визначено раціональні значення температури нагрівальних поверхонь.*

Метою дослідження є визначення раціональних значень температури нагрівальних поверхонь, з точки зору ефективності процесу зневоднення плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини під час її сушіння.

Сушіння є однією із найбільш енергоємних операцій при виробництві плівки багатофункціонального призначення із кишкової сировини, за технологією, що розглядається [1]. Рентабельність виробництва цієї плівки суттєвим чином залежить від витрат на процес зневоднення вихідної сировини.

Дослідження процесу сушіння полягало у отриманні та аналізі кінетики

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 сушіння вологої сировини [2]. Кінетику вологовмісту сировини та кінетику швидкості сушіння при цьому визначали за експериментальними даними, отриманими з використанням експериментального стенду з рис. 1.



1 – нагрівальні поверхні; 2 – волога плівка; 3 – ваги; 4 – термопри

Рис. 1. Експериментальний стенд для дослідження процесу кондуктивного сушіння плівки із кишкової сировини

Кінетику вологовмісту сировини та кінетику швидкості сушіння визначали наступним чином. Зразок вологої плівки 2 розміщували між нагрівальними поверхнями 1, що знаходяться на вагах 3. Змінюючи напругу на джерелі живлення нагрівальних поверхонь, обирали визначену температуру сушіння. Контроль за значенням температури сушіння здійснювався з використанням термопар 4. Далі фіксували масу зразка через певні проміжки часу та розраховували поточний вологовміст. Вимірювання проводили до досягнення зразком постійного вологовмісту.

При цьому поточний вологовміст розраховували за формулою:

$$w = m_{s.s.} / m_w, \quad (1)$$

де  $m_{s.s.}$  – маса сухих речовин сировини, кг;  
 $m_w$  – маса системної води, яку сировина утримує, кг.

Далі за отриманими експериментальними точками будували апроксимаційну функцію, тобто кінетику сушіння вологої плівки. Як апроксимаційні функції використовувались поліноміальні функції виду:

$$w(\tau) = a_0 + a_1 \cdot \tau + a_2 \cdot \tau^2 + \dots + a_n \cdot \tau^n, \quad (2)$$

де  $\tau$  – поточний час, с;  
 $n$  – ступінь полінома;  
 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$  – апроксимаційні коефіцієнти.

Дослідження проводили за різної температури нагрівальних поверхонь, яка змінювалась дискретно від 40 до 70°C.

На рис. 2 наведено кінетики сушіння багатофункціональної плівки за різної температури сушіння. Під температурою сушіння розуміється температура нагрівальних поверхонь.

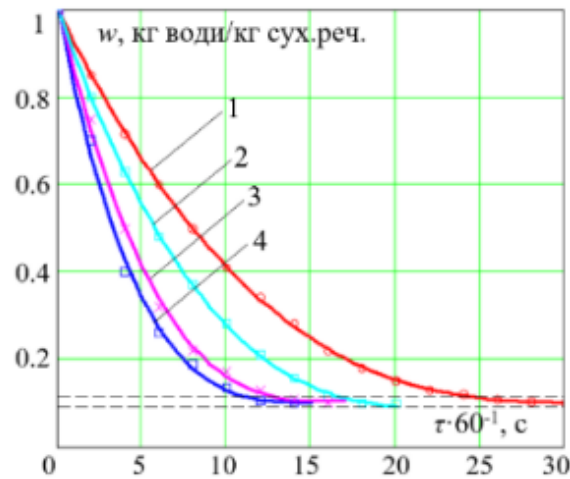


Рис. 2. Кінетика сушіння багатofункціональної плівки за різної температури нагрівальних поверхонь, °C: 1 – 40; 2 – 50; 3 – 60; 4 – 70

Наведені кінетики сушіння за різних температур нагрівальних поверхонь мають типовий для кондуктивного способу зневоднення вигляд. Вологовміст зі збільшенням тривалості процесу сушіння монотонно прагне до кінцевого вологовмісту. Відмінності між наведеними кінетиками полягають у різному нахилі кінетик до осі, на якій відкладено вологовміст. Тобто швидкість наближення до кінцевого вологовмісту наведених залежностей – різна. Фізичним змістом швидкості наближення кінетики сушіння до кінцевого вологовмісту є швидкість зневоднення вологої сировини. Очевидно, результатом цього є різна тривалість процесу видалення системної води із сировини.

Виходячи із виду кінетик сушіння плівки за різної температури сушіння, видно, що всі зразки досягають кінцевого вологовмісту, який лежить у діапазоні 0.1...0.09 відн.од. Цей діапазон вологовмісту, відокремлений на рис. 2 з двох сторін пунктирною лінією, для сухих фабрикатів черев є рівноважним [3]. Таким чином, за умови досягнення сировиною даного вологовмісту, слід вважати, що процес зневоднення для цієї сировини завершений. Швидкість сушіння при цьому дорівнює нулю.

Визначення раціональної тривалості сушіння багатofункціональної плівки визначали за моментом досягнення швидкістю сушіння значення, яке дорівнює нулю. Кінетику швидкості сушіння отримували як першу похідну від кінетики сушіння:

$$\omega(\tau) = dw(\tau)/d\tau. \quad (3)$$

На рис.3 наведено кінетику швидкості сушіння вихідної сировини, отриману за різної температури нагрівальних поверхонь.

Характер зміни швидкості сушіння вологої сировини зі зміною часу для різних температур нагрівальних поверхонь однаковий. Швидкість сушіння монотонно зменшується за зменшення кількості системної води, що, очевидно, пов'язано із видаленням вологи з різним зв'язком із сухими речовинами сировини. Відмінності наведених залежностей полягають у величині швидкості сушіння та у значеннях тривалості, за якої досягається нуль швидкості сушіння (пунктирні лінії на рис. 3).

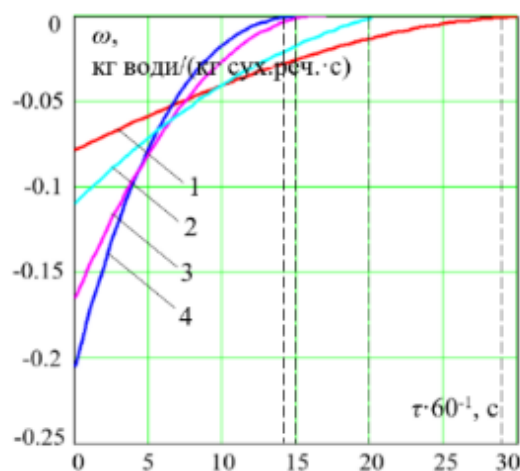


Рис. 3. Кінетика швидкості сушіння багатofункціональної плівки за різної температури нагрівальних поверхонь, °С: 1 – 40; 2 – 50; 3 – 60; 4 – 70

Раціональна тривалість сушіння вологої плівки, визначена з рис.3, за різної температури зневоднення складає: 40°C – 29...30 хв.; 50°C – 20...21 хв.; 60°C – 15...16 хв.; 70°C – 14...15 хв.

Отримані результати показують, що при збільшенні температури від 40°C до 50°C, тобто на 25%, тривалість зневоднення зменшується на 31%, тобто з 29 хв. до 20 хв. При подальшому збільшенні температури від 50°C до 60°C (при збільшенні на 21%), тривалість сушіння зменшилась на 25% (зменшилась з 20 хв. до 15 хв.). За збільшення температури від 60°C до 70°C, тобто на 17%, тривалість сушіння зменшилась лише на 7%, тобто зменшилась з 15 хв. до 14 хв.

Виходячи з отриманого результату видно, що за збільшення температури нагрівальних поверхонь до 60°C, наявне суттєве зменшення тривалості сушіння. Це сприяє підвищенню ефективності технології виробництва плівки багатofункціонального призначення, оскільки технологічні операції з її отримання мають періодичний характер з порядком тривалості 10...20 хв. Однак подальше збільшення температури відносно 60°C не дає суттєвого зменшення тривалості зневоднення. При цьому слід враховувати, що збільшення температури за значення температури коагуляції білків, що містяться у вихідній сировині, може привести до суттєвого зниження якості кінцевої продукції через необоротні зміни її пружних властивостей.

**Висновок.** Раціональним значеннями температури нагрівальних поверхонь, з точки зору ефективності процесу зневоднення, є температура 60°C, при цьому тривалість сушіння складатиме 15...16 хв. Однак під час вибору температури сушіння в технології отримання багатofункціональної плівки із кишкової сировини, слід враховувати функціонально-технологічні властивості, отримуваного напівфабрикату, які залежать від температури нагрівальних поверхонь.

#### Список використаних джерел

1. Pak A, Onishchenko V, Yancheva M, Grynchenko N, Dromenko O, Pak A, Inzhyants S, Onyshchenko A. Devising a technique and designing an apparatus for obtaining a multifunctional purpose film from intestinal raw materials //

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2023. – Vol.3/11(123). – P.6-15. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279008>
2. Pak A, Onishchenko V, Yancheva M, Onyshchenko A, Grynchenko N, Pak A, Inzhyyants S. Formation of functional and technological properties of the film from intestinal raw materials during the drying process // Food science and technology. – 2024. – 18(1). – P.73-83. (<https://doi.org/10.15673/fst.v18i1.2850>) URL: <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/2850/3012>
  3. Onishchenko V, Pak A, Goralchuk A, Shubina L, Bolshakova V, Inzhyyants S, Pak A, Domanova O. Investigation of hygroscopic properties and porosity of glued reinforced sausage casings // EUREKA: Life Sciences. – 2021. – Vol.1. – P.31-36. URL: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2021.001632>

**УДК 65.012.14:664**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМНОЇ ВОДИ ЖЕЛЕЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ ВІД РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИМ КАЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ**

**Пак А.О. д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

**Пак А.В. к.т.н., доц., Пілюгін Д.Ю. магістр**

*ННІ «УІПА» ім. В.Н. Каразіна*

*Низькотемпературним калориметричним методом досліджено системну воду желейної продукції від різних виробників, інформація про яку надає можливість спрогнозувати необоротні зміни у продукції під час її зберігання, а, також, є вихідною для аналізу виробником рецептури за умови необхідності її раціоналізації.*

Стан та структура системної води, форми її зв'язку з сухими речовинами харчової продукції обумовлюють інтенсивність процесів, які змінюють вихідні властивості цієї продукції [1]. Тому інформація про системну воду надає можливість спрогнозувати необоротні зміни у продукції під час її зберігання, а, також, є вихідною для аналізу виробником рецептури за умови необхідності її раціоналізації.

Об'єктом дослідження є желейні вироби від різних виробників, а, саме: ТМ «Бісквіт-Шоколад»; ТМ «Стимул»; ТМ «Klim»; ТМ «Jelini»; ТМ «Haribo»; ТМ «Roshen».

Одним із методів, які дозволяють досліджувати системну воду таких харчових систем є низькотемпературний калориметричний метод [2]. Метод полягає у непряму визначенні кількості теплоти, що виділяється через фазовий перехід I (кристалізація) або II (перехід у аморфний стан) роду системної води під час охолодження досліджуваного зразка до температури, яка підтримується в термостаті. Ідея методу полягає у реєстрації різниці між початковою та кінцевою температурою охолоджувача, який омиває досліджуваний зразок, що знаходиться у спеціальній вимірювальній камері

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 всередині термостата [2].

Частина системної води, яка переходить у кристалічний стан за температури  $0^{\circ}\text{C}$ , володіє властивостями, так званої, вільної або об'ємної води [2]. Ця вода є сприятливим середовищем для перетікання окислювальних та мікробіологічних процесів. Слід відмітити, наявність мікробіологічних та окислювальних процесів є однією із основних причин псування харчової продукції під час тривалого зберігання. Частина системної води, яка переходить у кристалічний або аморфний стан за більш низьких температур, зв'язана тим, чи іншим механізмом з сухими речовинами харчової продукції. Перетікання мікробіологічних та окислювальних процесів у цій частині системної води ускладнено наявністю саме цього зв'язку. Зважаючи на це, виробники такої продукції як желейні вироби, з точки зору подовження термінів зберігання, прагнуть різними способами зменшити частину системної води, що володіє властивостями вільної води, та збільшити частину води, яка є зв'язаною із сухими речовинами тим, чи іншим механізмом. Однак зв'язувати всю системну вологу не доцільно з точки зору органолептики, оскільки це приведе до невідповідності органолептичних властивостей вимогам, що ставляться до желейної продукції. Таким чином, під час виробництва желейної продукції, як правило, визначається раціональне співвідношення, з точки зору виробника, між зв'язаною та вільною системною водою продукції, виходячи із поставлених пріоритетів.

Дослідження желейної продукції калориметричним методом проводили за температури калориметра мінус  $12^{\circ}\text{C}$ . За цих умов існує можливість визначити дві компоненти системної води, а, саме, виморожену та невиморожену воду за температури мінус  $12^{\circ}\text{C}$ .

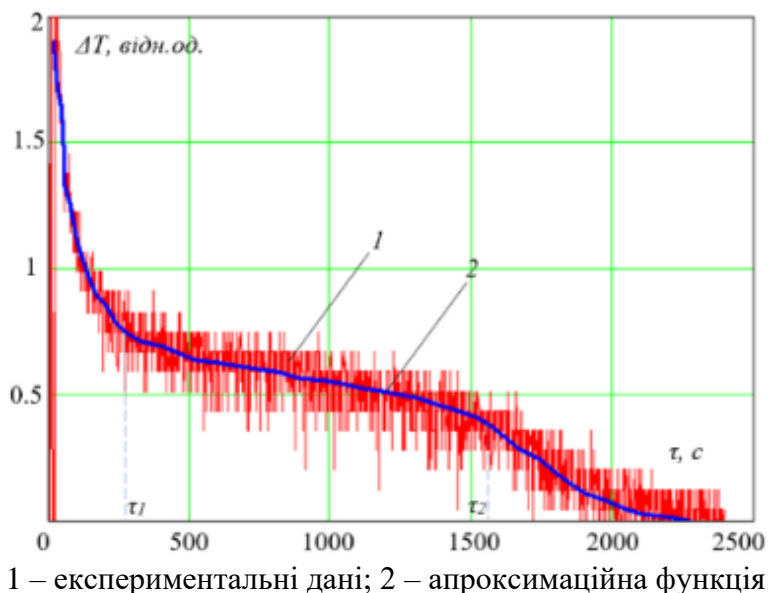


Рис. 1. Термограма, отримана з використанням низькотемпературного калориметричного методу для зразка желейної продукції від ТМ «Бісквіт-Шоколад»

Термограма отримана під час охолодження досліджуваних зразків має типовий вигляд [3] і являє собою зміну з часом  $\tau$  різниці температур  $\Delta T$  між

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 входом та виходом у вимірювальну камеру у відносних одиницях. На рис. 1 наведено, як приклад, термограму, отриману для зразка желевної продукції від ТМ «Бісквіт-Шоколад».

Термограми, отримані під час охолодження в термостаті досліджуваних зразків до температури мінус 12°C, можна розділити на три основні ділянки. Перша ділянка (I) відповідає охолодженню зразка до температури кристалізації частини системної води, яка переходить у твердий або твердоаморфний стан за температури 0°C та яка володіє властивостями вільної води. Друга ділянка (II) відповідає кристалізації цієї частини системної води. При цьому температура зразка залишається постійною і дорівнює 0°C, різниця температур  $\Delta T$  при цьому відмінна від нуля і також постійна. Третя ділянка (III) – охолодженню зразка до рівноважної температури термостата. Площа під кожною із ділянок відповідає кількості теплоти, яка виділяється під час відповідного теплообмінного процесу: ділянка I та III – охолодження; ділянка II – фазовий перехід I роду (кристалізація). Розділення термограми на ділянки проводиться наступним чином. На першому етапі проводиться апроксимація експериментальних даних. Для експериментальних даних підбирається апроксимаційна функція  $\Delta T(\tau)$ . Далі робиться припущення, що оскільки під час охолодження будь-якого тіла, температура змінюється за експоненціальним законом (I та III ділянки), а під час фазового переходу води I роду (II ділянка) – температура постійна, то при переході між ділянками апроксимаційна функція буде мати перегини. Ці точки перегину (межа між I і II та між II і III ділянками) знаходились шляхом визначення положення екстремумів першої похідної від апроксимаційної функції.

Слід відмітити, що площа під другою ділянкою  $S_{fr}$  помножена на відповідний масштабний коефіцієнт  $coef_{fr}$  пропорційна кількості системної води  $w_{fr}$ , яка переходить у кристалічний або твердоаморфний стан за температури термостата мінус 12°C:

$$w_{fr} = coef_{fr} \cdot S_{fr}. \quad (1)$$

Площа під відповідною ділянкою термограми знаходиться як інтеграл від апроксимаційної функції у межах визначених за положеннями екстремумів першої похідної від неї:

$$S_{fr} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} \Delta T(\tau) d\tau. \quad (2)$$

Величина масштабного коефіцієнту  $coef_{fr}$  визначалась при охолодженні еталонного зразка за тих же умов. Як еталон використовувалась ємність із матеріалу з високою теплопровідністю, заповнена водою питною.

При цьому загальна кількість системної води  $w_{s.w.}$  нормується та є сумою двох частин – вимороженої  $w_{fr}$  та невимороженої  $w_{nfr}$  води за даної температури термостата (мінус 12°C):

$$w_{s.w.} = w_{fr} + w_{nfr} = 1. \quad (3)$$

Отримані таким чином результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Частина вимороженої та невимороженої системної води у зразках желейної продукції від різних виробників

Зразок	$w_{fr}$ , кг/кг	$w_{nfr}$ , кг/кг
ТМ «Бісквіт-Шоколад»	0.29	0.71
ТМ «Стимул»	0.27	0.73
ТМ «Klim»	0.15	0.85
ТМ «Jelini»	0.25	0.75
ТМ «Haribo»	0.13	0.87
ТМ «Roshen»	0.31	0.69

З наведених результатів слідує, що найбільшу кількість системної води, яка володіє властивостями об'ємної або, так званої, вільної води, утримують зразки желейної продукції від ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» (відповідно 0.31 та 0.29 кг/кг), а найменшу – зразки від ТМ «Haribo» та ТМ «Klim» (відповідно 0.13 та 0.15 кг/кг). Інші зразки займають проміжне значення щодо кількості вимороженої системної води.

### Висновок

Дослідженнями системної води желейної продукції від різних виробників низькотемпературним калориметричним методом встановлено, що найбільшу кількість системної води, яка володіє властивостями об'ємної або, так званої, вільної води, утримують зразки желейної продукції від ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» (відповідно 0.31 та 0.29 кг/кг), а найменшу – зразки від ТМ «Haribo» та ТМ «Klim» (відповідно 0.13 та 0.15 кг/кг). Інші зразки займають проміжне значення щодо кількості вимороженої системної води: ТМ «Стимул» – 0.27 кг/кг; ТМ «Jelini» – 0.25 кг/кг. Виходячи із отриманих даних, можна припустити, що під час розробки технології виробництва желейної продукції пріоритетними для ТМ «Roshen» та ТМ «Бісквіт-Шоколад» були у більшому ступені органолептичні властивості, а для продукції ТМ «Klim» – подовжені терміни зберігання. Щодо желейної продукції від ТМ «Haribo», то вона на відміну від інших досліджуваних зразків, які відносяться до желейного мармеладу, відноситься до жувального мармеладу, вимоги до якого за органолептичними властивостями за консистенцією відрізняються від інших зразків.

### Список використаних джерел

1. Дюкарева Г.І., Гасанова Г.Е., Пак А.О. Determination of storage conditions for new biscuits using their sorption isotherms // Ukrainian Food Journal. –2014. – Volume 3. Issue 2. – P. 249-256.
2. Погожих М.І., Пак А.О., Чеканов М.А., Іштван Є.О., Павлюк І.М. Дослідження системної води харчової сировини термодинамічними та молекулярно-кінетичними методами // ЕЕJET, Східно-європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 5/11 (71). – С.42-46.
3. Дослідження системної води ягідних джемів низькотемпературним калориметричним методом // Погожих М.І., Пак А.О., Пак А.В., Нечай Є.С. «ScienceRise», 2019. – №11 (64) – С. 35–39.



## **ANALYSIS OF MULTILAYER SHELL ELEMENTS OF VEHICLE STRUCTURES UNDER STATIC LOADING**

**Oleksandr Virt, Denys Kynash, Students; Natalia Smetankina, Doctor of  
Technical Sciences, Professor; Tetiana Sheiko, Doctor of Technical Sciences,  
Professor; Roman Uvarov, Candidate of Technical Sciences, Scientific  
Researcher**

*State Biotechnological University, Ukraine*

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy  
of Sciences of Ukraine, Ukraine*

*A method for solving two-dimensional problems of static deformation of multilayer shells of complex geometry of ground vehicles and aircraft elements has been developed. The method performs strength calculations of both multilayer and homogeneous shell elements in a refined formulation.*

When creating modern vehicles, elements such as multilayer shells and plates made of new non-metallic materials are increasingly used [1, 2]. This is due to the fact that nowadays it is practically impossible to satisfy the whole set of requirements for ground vehicles and aircraft using only traditional structural schemes and solutions [3, 4]. Multilayer structural elements composed of layers with different mechanical, thermophysical and other characteristics can have a unique set of properties, such as high strength and reliability, good thermal insulation and aerodynamic qualities at a relatively low mass [5, 6].

Structural elements are subjected during operation to significant external loads and thermal fields and operate, as a rule, under conditions of the stress-strain state close to the limit state [7, 8]. This leads to increased requirements to the accuracy of strength calculations of such structures and is the reason for intensive research both in the field of theory and methods of their calculation. The purpose of the present work is to construct a method for solving static and thermoelastic problems for closed shells of rotation and two-dimensional problems for unclosed shells of arbitrary shape, which are elements of structures of ground vehicles and aircraft.

In the framework of the Grigoliuk-Chulkov kinematic model, the basic relations of the linear theory of non-hollow multilayer shells of complex geometry with and without transverse compression are constructed. The obtained relations are applicable to the study of the stress-strain state of shells with layers of insignificantly varying thickness and non-canonical outlines of the support contour. The components of the displacement vectors of the face surfaces of the outer layers and the contact surfaces of the inner layers are taken as the sought functions, which leads to the matrix of differential operators of the solving system of equations. This allowed us to significantly simplify the construction of the algorithm for the numerical solution of the problem. A numerical method for solving axisymmetric problems of statics and thermoelasticity of multilayer shells of rotation with arbitrary fixing conditions is developed on the basis of the obtained relations. Numerical investigation of the

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 convergence of the developed method of calculation has been carried out and the reliability of the results obtained on its basis has been established by comparison with the solutions available in the literature.

Calculations have been made to study the static strength of a number of structural elements of complex geometry under the action of surface and thermal loads on them. In the future, the method can be used to study the stress-strain state of a number of real shell structures of aircraft and ground vehicles, such as glazing, fairings, and power panels.

### References:

1. Smetankina N.V. Non-stationary deformation, thermal elasticity and optimisation of laminated plates and cylindrical shells. Kharkiv: Miskdruk Publishers, 2011. 376 p.
2. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
3. Hontarovskiy P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering*. Kharkiv, 2022. Vol. 25, No 1. P. 14–21.
4. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
5. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2023. Vol. 536. P. 456–465.
6. Smetankina N., Kravchenko I., Merkulov V., Ivchenko D., Malykhina A. Modelling of bird strike on an aircraft glazing. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. Series “Advances in Intelligent Systems and Computing”*. Springer, Cham, 2020. Vol.1113. P. 289–297.
7. Merkulov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
8. Smetankina N., Malykhina A., Merkulov D. Simulating of bird strike on aircraft laminated glazing. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol. 304. P. 01010-01016.

## THERMOELASTIC DEFORMATION OF PLATES OF VARIABLE THICKNESS

**Daryna Misiura, Kostiantyn Kusenko, Students; Natalia Smetankina, Doctor of Technical Sciences, Professor**

*State Biotechnological University, Ukraine*

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine*

*An approach to the study of the thermal stress state of plates of stepwise variable thickness has been developed. The approach is based on minimization of the total strain energy functional and subsequent continuation of the solution by the parameter.*

The progress of technology has led to the widespread use of a variety of thin-walled structures, whose elements are plates and shells that are not only under the action of mechanical loads, but also high temperature field [1, 2]. Problems of temperature stresses arise in mechanical engineering, aviation, metallurgy, construction and other fields where strength issues related to temperature effects can be of great, and often decisive, importance [3, 4]. Analysis of literature sources shows that thin-walled shell structures are widely used in various fields of engineering [5, 6]. To give greater rigidity, the thin-walled part of plates and shells is reinforced with stiffening ribs [7]. Structures can be subjected not only to mechanical but also to thermal effects. Strength and stability calculations of such structures play an important role in the design of modern machines, apparatuses and structures [8]. The behavior of smooth thin-walled structures and structures of stepped-variable thickness, which are in the temperature field and allow deflections commensurate with the thickness, are not sufficiently studied and are the object of our study.

For the potential energy of deformation of a thermally stressed shell of variable thickness, the expression of potential energy for hollow shells of stepwise variable thickness at finite deflections in the case of the kinematic model of the classical theory is written. To minimize the potential energy functional, the Ritz method is applied, which leads to a system of nonlinear algebraic equations with respect to the coefficients of the expansion of the desired functions in series over the systems of basic functions. To solve the system of nonlinear algebraic equations, the method of successive loadings is used, which is a special case of the method of continuation of the solution by parameter and reduces the solution of the initial nonlinear system of algebraic equations to the successive solution of systems of linear algebraic equations. Since the order of derivatives of the desired functions in the total strain energy functional is two times lower than in the equilibrium equations, the coefficients of the system of linear algebraic equations are significantly simplified. The proposed method was tested on the solution of problems of deformation of square plates under the action of uniform temperature. Further, the problems for ribbed plates under the action of a temperature field varying in thickness were solved. The stress-strain state of plates with a different number of ribs was investigated for the action of the temperature field at the heat-

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 insulated side surface of the ribs. Calculations were carried out when the temperature field was approximated by a quadratic dependence along the plate thickness.

The developed method can be applied to study the thermal stress state of important structural elements in various areas of transportation engineering, aircraft construction and civil engineering.

### References:

1. Hontarovskiy P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering*. Kharkiv, 2022. Vol. 25, No 1. P. 14–21.
2. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
3. Smetankina N., Merkulova A., Merkulov D., Misura S., Misiura Ie. Modelling thermal stresses in laminated aircraft elements of a complex form with account of heat sources. *ICoRSE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2023. Vol. 534. P. 233–246.
4. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угрімов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2016. № 3(58). С. 408–413.
5. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2023. Vol. 536. P. 456–465.
6. Smetankina N., Kravchenko I., Merkulov V., Ivchenko D., Malykhina A. Modelling of bird strike on an aircraft glazing. *Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering. Series “Advances in Intelligent Systems and Computing”*. Springer, Cham, 2020. Vol.1113. P. 289–297.
7. Smetankina N.V. Non-stationary deformation, thermal elasticity and optimisation of laminated plates and cylindrical shells. Kharkiv: Miskdruk Publishers, 2011. 376 p.
8. Merkulov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.

## MODELLING OF CYCLICALLY SYMMETRIC STRUCTURES FOR STRENGTH ANALYSIS

**Oleksiy Lysak, Fuad Husseinli, Students; Natalia Smetankina, Doctor of Technical Sciences, Professor; Serhii Misiura, PhD, Associate Professor; Ievgeniia Misiura, PhD, Associate Professor**

*State Biotechnological University, Ukraine*

*Anatolii Pidhornyi Institute of Power Machines and Systems of the National Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine*

*National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Ukraine*

*Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine*

*A methodology for the investigation of spatial cyclically symmetric structures with radial ribs is developed. The possibility of optimal designing covers using nonlinear mathematical programming methods at the design stage in order to improve their strength is demonstrated.*

In recent years, due to competition, the level of requirements for the efficiency and reliability of power equipment has increased dramatically [1, 2]. This problem is solved by reconstructing and replacing physically worn-out and obsolete equipment [3, 4].

Particular attention is paid to the supporting structures and turbine impellers, which are dynamically affected by the water flow. The bearing structures include the turbine cover, which is a spatial structure consisting of thin-walled bodies of revolution (meridional multi-connected plates). It not only restricts the turbine flow path from above, but also serves as a load-bearing structure that absorbs significant loads from mass forces and hydrodynamic pressure.

The problem consists in an investigation of the stress-strained state of the initial and modified cover of a rotary-blade hydraulic turbine under the influence of a statistical axisymmetric load and it is solved by the finite element method [5, 6]. The aim of this study is to develop a methodology for calculating spatial cyclically symmetric structures (hydroturbine covers) with radial ribs.

Calculations for a rotary-blade hydraulic turbine have been performed for a fully functioning state, taking into account the weight and distributed hydraulic loads. To solve the problem, a triangular elastic shell finite element with three nodes is used. The model is divided into finite elements, after which cyclic symmetry conditions, as well as the conditions for fixing and loading the structure, are introduced at the boundaries with neighboring sectors. Round holes are provided in the ribs to accommodate the mechanisms and reduce the weight of the assembly. The ring plates have shaped holes in the form of a blade profile, which are designed to dismantle and repair individual blades without completely disassembling the guide apparatus. Calculations of the rotary-blade hydraulic turbine cover were performed for the normal operating mode. Weight and distributed hydraulic loads were taken into account. As a result of calculating the initial structure, the values of stress intensity and axial displacements

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 were obtained. It has been established that the maximal stresses do not exceed the limiting values in the initial and modified constructions.

The obtained results demonstrate the possibility of optimal designing covers using nonlinear mathematical programming methods [7, 8] at the design stage in order to improve their strength, decrease a material consumption without reducing working and technological characteristics.

## References

1. Gnitko V.V., Degtyariov K.G., Naumenko V.V., Strelnikova E.A. Coupled BEM and FEM analysis of fluid-structure interaction in dual compartment tanks. *Boundary Elements and Other Mesh Reduction Methods*. 2018. Vol. 6, No. 6. P. 976–988.
2. Strelnikova E., Gnitko V., Krutchenko D., Naumemko Y. Free and forced vibrations of liquid storage tanks with baffles. *Journal of Modern Technology & Engineering*. 2018. Vol. 3, No. 1. P.15–52.
3. Merkulov V., Kostin M., Martynenko G., Smetankina N., Martynenko V. Force simulation of bird strike issues of aircraft turbojet engine fan blades. *International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2021. Lecture Notes in Networks and Systems*. Springer, Cham, 2022. Vol. 305. P. 129–141.
4. Сметанкіна Н.В., Мисюра С.Ю., Линник А.В. Влияние предварительно напряженного состояния на частоты несущих конструкций гидротурбин. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Динаміка і міцність машин*. Харків, 2018. Т. 1, № 38. С. 42–48.
5. Gontarovskiy P., Smetankina N., Garmash N., Melezhyk I. Numerical analysis of stress-strain state of fuel tanks of launch vehicles in 3D formulation. *Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020*. Springer, Cham, 2021. Vol. 188. P. 609–619.
6. Гонтаровський П.П., Сметанкіна Н.В., Гармаш Н.Г., Глядя А.А., Клименко Д.В., Сиренко В.Н. Дослідження напружено-деформованого стану паливного бака вафельної конструкції ракети-носія. *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. Дніпро, 2019. Вип. 29. С. 91–102.
7. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. In: *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2021. P. 506–509.
8. Шелудько Г.А., Шупіков О.М., Сметанкіна Н.В., Угрімов С.В. Прикладний адаптивний пошук. Харків: Око, 2001. 191 с.

## MODERN MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

**Kotko Y.M. PhD in Economics, Associate Professor; Yatsiuk D.A. Bachelor's degree student**

*State Biotechnology University*

*The paper reflects the basics of mathematical modeling of the technological process. The vectors of practical application of mathematical modeling in technological processes in various fields are reflected. Examples of modern means of mathematical modeling and their applications are highlighted. The conclusion of the relevance of the research is made.*

Modern mathematical modeling of technological processes is the process of building the latest models of processes and its components to solve practical problems, in particular, determining the characteristics of indicators and predicting the results of technological processes that are impractical to determine in real conditions; improving existing or developing new models of technological processes; implementation (initial, simulation, demonstration) models that virtualize real processes and phenomena in technological processes; etc.

In a changing environment, a technological process should be universal in practice, aiming to maximize the achievement of the goals set by the fastest means and at the lowest cost. After all, any technological process is complicated by challenges (formulation of the goal in quantitative terms, performance criteria) and contradictory tasks (finding the extreme value of the objective function). Moreover, it is necessary to consider changes in the definition within the technological process (the value of the process parameters, the complexity of the algorithm for building process models, the unreliability and insufficiency of the amount of information used to build solutions) [1].

Rational process control should be considered as a process of making certain decisions with a possible set and considering changes in the situation. After all, the process of making managerial decisions is reduced to finding the maximum or minimum value of the objective function, with possible consideration of the values of the arguments or influencing factors at which this maximum or minimum is achieved. Mathematical modeling is used to find the optimal management decision in the technological process. After all, an efficiently constructed mathematical model allows obtaining new information about the modeled technological process [2].

Some modern technological processes require improvement of theoretical models (based on the principles of physical phenomena and balance equations) due to the complexity of their operation or lack of clear understanding. In this case, it is necessary to apply an empirical method of building mathematical models to describe the mechanism of processes based on variable parameters. Moreover, for the effective construction of a technological process, it is necessary to use modern mathematical modeling tools, in particular:

**management vector** - mathematical modeling tools are used in the management process (system planning, performance forecasting, process evaluation) and the creation of a mathematical model to work out the variability of development strategies;

**industry vector** - mathematical modeling is used to optimize processes and allows defining and visualizing processes in real time (functioning of automation and robotization of works, determination of ergonomic characteristics of equipment and processes);

**military sphere vector** - to develop effective strategies and tactics, methods of mathematical modeling and simulation of technological processes are used, considering static and dynamic anthropomorphic characteristics that can describe the ability to perceive and transfer changing factors to a particular technological process or part of it (FORTRIS, A2 PATS product are electromagnetic environment simulators based on direct digital synthesis technology);

**vector of development of economic and social systems** - adequately reflect the real economic reality, considering the most important factors, for the abstract and practical usefulness of the results obtained (linear, block, nonlinear and dynamic programming, differential and integral calculus, probability theory, correlation analysis, regression, variance method, component analysis, matrix models, heuristic methods) [3-4].

### **Conclusion.**

Thus, the use of modern tools for mathematical modeling of technological processes and systems is based on mathematical modeling methods that allow you to simulate and virtualize production situations, analyze available types of information, and develop optimal recommendations for actions that ensure the most efficient achievement of the goal.

### **References**

1. Shcherban V.Iu., Kolysko O.Z., Shcherban Yu.Iu., Melnyk H.V., Kolysko M.I., Kyrychenko A.M. Matematychnе modeliuвання system i tekhnolohichnykh protsesiv: kolektyvna monohrafiia – Kyiv: TOV "Fastbind Ukraine", 2023. 939 s.
2. Fursenko O., Chernovol N., Antonenko H. Matematychnе modeliuвання boiovykh dii na dvokh diliankakh zitknennia z vykorystanniam dynamichnoho prohramuvannia i paketa symvolnoi matematyky Wolfram Mathematica. Viiskovo-tekhnichniy zbirnyk, 2023. (29), 71–81. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.29.2023.71-81>.
3. Zavhorodnii O.I., Levkin D.A., Makarov O., Kotko Ya.M. Doslidzhennia rozrakhunkovykh matematychnykh modelei dlia tekhnichnykh system. Visnyk Khmelnyts. nats. un-tu. Serii: Tekhn. nauky. - 2023. - T. 1, № 2. - S. 108-112. - DOI 10.31891/2307-5732-2023-319-1-108-112.
4. Kotko Ya.M., Levkin D.A., Yatsiuk D.A. Methods of improvement of operation systems technical assets in agricultural production. Molod i industriia 4.0 v XXI stolitti: materialy KhIKh Mizhnar. forumu molodi, m. Kharkiv, 6-7 kvit. 2023 r. - Kharkiv: DBTU, 2023. - S. 35.



## ДО РОЗВ'ЯЗКУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ В СЕРЕДОВИЩІ «MATHCAD»

Завгородній О.І. д.т.н., проф.; Земляна У.С. студ.

*Державний біотехнологічний університет*

*Робота присвячена підвищенню ефективності розв'язування звичайних диференціальних рівнянь у середовищі «Mathcad». Показана можливість одержання аналітичного розв'язку лінійного диференціального рівняння другого порядку з експоненціальною правою частиною.*

Для розв'язку звичайних диференціальних рівнянь (ЗДР) у середовищі «Mathcad» використовуються три функції: `rkfixed`, `Rkadapt`, `Bulstoer`. Всі вони знаходять розв'язок задачі Коші, тобто вимагають введення деяких початкових умов. Перших дві реалізують метод Рунге-Кутта четвертого порядку. Функція `rkfixed` шукає розв'язок зі сталим кроком, а `Rkadapt` контролює швидкість зміни наближеного розв'язку і у відповідності до цього адаптує крок. Це дозволяє підвищити точність та скоротити час розв'язку задачі, але метод Рунге-Кутта не є найшвидшим. Якщо відомо, що розв'язок є гладкою функцією, то рекомендується застосовувати метод Булірша-Штера, який реалізується третьою функцією – `Bulstoer`. При цьому точність пошуку розв'язку дещо підвищується. Результатом розрахунків за вказаними методами є таблиця значень шуканої функції та її похідних, але досліджувати таку функцію-таблицю за допомогою диференціювання та інтегрування незручно.

Більш зручним методом розв'язку задачі Коші є застосування блоку «Given – Odesolve». Тілом блоку є ЗДР разом з початковими умовами. У вказаному блоці крім функцій, вказаних вище, використовуються допоміжні функції для розв'язування систем ЗДР (вибір функцій за користувачем). Таким чином, на проміжному етапі роботи блоку при задіянні однієї з вказаних функцій також з'являється масив значень у вигляді таблиці. Але далі підключається процес інтерполяції, в результаті чого масив перетворюється на функцію, яку потім можна досліджувати з застосуванням і диференціального, і інтегрального числення. До того ж записане в межах блоку ЗДР автоматично перетворюється до вигляду, який адекватно сприймається наявними в блоці функціями.

Отже блок «Given – Odesolve» об'єднує в собі все краще, що існує в «Mathcad» для чисельного розв'язку ЗДР. Проте, влаштованими в блок засобами не можна одержати аналітичний розв'язок для тих класів ЗДР, для яких такий розв'язок існує. В цій ситуації слід скористатися аналітичними можливостями «Mathcad» та програмуванням.

Покажемо один з варіантів побудови програми для знаходження аналітичного розв'язку задачі Коші для лінійного неоднорідного ДР другого порядку з експоненціальною правою частиною:

$$ay'' + by' + cy = \mu e^{vx}, \quad y(x_0) = y_0, \quad y'(x_0) = y'_0. \quad (1)$$

Як відомо, загальний розв'язок рівняння (1) складається з загального розв'язку  $y_0$  відповідного однорідного рівняння  $ay'' + by' + cy = 0$  та частинного розв'язку  $y_n$  неоднорідного. Загальний розв'язок однорідного вибирається в залежності від коренів  $k_{12}$  характеристичного рівняння (ХР)  $ak^2 + bk + c = 0$ , а саме:

$$y_0 = \begin{cases} C_1 e^{k_1 x} + C_2 e^{k_2 x} & \text{при } k_1 \neq k_2, k_{12} \in R, \\ e^{kx}(C_1 + C_2 x) & \text{при } k_1 = k_2 = k, k \in R, \\ e^{\alpha x}(C_1 \cos \beta x + C_2 \sin \beta x) & \text{при } k_{12} = \alpha + \beta i. \end{cases} \quad (2)$$

Для частинного розв'язку рівняння (1) за довільних значень величин  $\mu$  і  $\nu$  методом невизначених коефіцієнтів одержано:

$$y_n = \begin{cases} [\lambda/(av^2 + bv + c)]e^{\nu x} & \text{при } av^2 + bv + c \neq 0, \\ [\lambda/(2va + b)]xe^{\nu x} & \text{при } (av^2 + bv + c = 0) \cap (2va + b \neq 0), \\ [\lambda/(2a)]x^2 e^{\nu x} & \text{при } (av^2 + bv + c = 0) \cap (2va + b = 0). \end{cases} \quad (3)$$

Нижче (лист.1) показано розрахунковий лист «Mathcad» з підпрограмою-функцією  $K(a, b, c, x_0, y_0, y'_0, \lambda, \nu)$  обчислення загального та частинного розв'язку ЗДР (1), яка включає 15 рядків.

В перших п'яти рядках обчислюється дискримінант  $D$ , корені  $k_1, k_2$  характеристичного рівняння, дійсна та уявна частина коренів, якщо вони будуть комплексними.

В рядках 6-8 вибирається загальний розв'язок однорідного рівняння в залежності від виду коренів  $k_1, k_2$  ХР у відповідності зі співвідношенням (2), яке включає всі можливі випадки: корені дійсні і різні ( $D > 0$ ); корені дійсні, але однакові ( $D = 0$ ); корені – комплексні числа ( $D < 0$ ).

В рядках 9-11 формується частинний розв'язок ЗДР (1) в залежності від діапазону значень параметра  $\nu$ . В рядку 9 виділено випадок, коли параметр  $\nu$  не є коренем ХР. В рядку 10 – випадок, коли параметр  $\nu$  є однократним коренем ХР. В рядку 11 – випадок, коли параметр  $\nu$  є двократним коренем ХР.

В рядку 12 визначається загальний розв'язок ЗДР (1), як сума загального розв'язку відповідного однорідного рівняння та частинного розв'язку неоднорідного.

Рядки 13-14 введені для знаходження сталих інтегрування  $C_1, C_2$ , які повинні задовольняти початковим умовам. В рядку 13 добувається перша похідна загального розв'язку ЗДР, а в 14 рядку оператором “solve” розв'язується система рівнянь відносно невідомих  $C_1, C_2$ . Система складена на основі початкових умов і включає похідну, знайдену в рядку 13.

$$\begin{aligned}
 K(a, b, c, x_0, y_0, y'_0, \lambda, \nu) := & \left( \begin{array}{l}
 D \leftarrow b^2 - 4a \cdot c \\
 k1 \leftarrow \frac{-b - \sqrt{D}}{2a} \\
 k2 \leftarrow \frac{-b + \sqrt{D}}{2a} \\
 \alpha \leftarrow \operatorname{Re}(k1) \\
 \beta \leftarrow |\operatorname{Im}(k1)| \\
 y_0(x, C_1, C_2) \leftarrow C_1 \cdot e^{k1 \cdot x} + C_2 \cdot e^{k2 \cdot x} \text{ if } D > 0 \\
 y_0(x, C_1, C_2) \leftarrow e^{k1 \cdot x} \cdot (C_1 + C_2 \cdot x) \text{ if } D = 0 \\
 y_0(x, C_1, C_2) \leftarrow e^{\alpha \cdot x} \cdot (C_1 \cdot \cos(\beta \cdot x) + C_2 \cdot \sin(\beta \cdot x)) \text{ otherwise} \\
 Y(x) \leftarrow \frac{\lambda}{a \cdot \nu^2 + b \cdot \nu + c} \cdot e^{\nu \cdot x} \text{ if } a \cdot \nu^2 + b \cdot \nu + c \neq 0 \\
 Y(x) \leftarrow \frac{\lambda}{2 \cdot \nu \cdot a + b} \cdot x \cdot e^{\nu \cdot x} \text{ if } a \cdot \nu^2 + b \cdot \nu + c = 0 \wedge 2 \cdot \nu \cdot a + b \neq 0 \\
 Y(x) \leftarrow \frac{\lambda}{2 \cdot a} \cdot x^2 \cdot e^{\nu \cdot x} \text{ if } a \cdot \nu^2 + b \cdot \nu + c = 0 \wedge 2 \cdot \nu \cdot a + b = 0 \\
 y(x, C_1, C_2) \leftarrow y_0(x, C_1, C_2) + Y(x) \\
 y'(x, C_1, C_2) \leftarrow \frac{d}{dx} y(x, C_1, C_2) \\
 (A \ B) \leftarrow \left( \begin{array}{l}
 y(x_0, C_1, C_2) = y_0 \\
 y'(x_0, C_1, C_2) = y'_0
 \end{array} \right) \text{ solve } C_1, C_2 \rightarrow \\
 \left( \begin{array}{l}
 y(x, C_1, C_2) \\
 A \\
 B \\
 y(x, A, B)
 \end{array} \right)
 \end{array} \right)
 \end{aligned}$$

Лист 1

Останнім рядком підпрограми є вектор вивідних даних, послідовними компонентами якого є: загальний розв'язок ЗДР (1); значення сталої  $C_1$ ; значення сталої  $C_2$ ; частинний розв'язок ЗДР (1), який задовольняє початковим умовам (розв'язок задачі Коші).

Слід звернути увагу на те, що функція  $y(x, C_1, C_2)$  вказаного вектора має аргумент червоного кольору. Зазвичай системою «Mathcad» цей колір використовується для попередження про неможливість проведення обчислення чи інші відхилення від норми. При наведенні курсора на проблемну (червону) частину спливає контекстний коментар, який є тут не завжди достатньо інформативним. В нашому випадку, наприклад, система повідомляє: "Ця змінна не визначена". Дійсно, у посібниках користувача можна знайти директиву, що робота програми повинна закінчуватися тільки числовими результатами. Але практична перевірка показала, що виведення аналітичного результату можливе, якщо це здійснюється матрицею, в якій будуть знаходитися і аналітичні, і числові дані, що і відбувається в описаній вище програмі. Таким чином, програма знаходить завжди вірний, хоча і несанкціонований результат.

**Задача Коші для лінійного неоднорідного ДР другого порядку:**  
 $ay'' + by' + cy = le^{vx}; y(x_0) = y_0; y'(x_0) = y'_0$

▢

$K(a, b, c, x_0, y_0, y'_0, \lambda, \nu)$

$W := K(1, -4, 3, 0, 1, 0, 9, 4)$  <= внесіть числові значення параметрів

**Загальний розв'язок:**

$y(x, C_1, C_2) := W_0 \rightarrow 3 \cdot e^{4x} + C_2 \cdot e^{3x} + C_1 \cdot e^{-x}$

**Розв'язок задачі Коші:**

$y(x) := W_3 \rightarrow 3 \cdot e^{4x} - 5 \cdot e^{3x} + 3 \cdot e^{-x}$

Лист 2

Вище (лист 2) показана повна програма розв'язку ЗДР та її застосування на прикладі задачі Коші:

$$y'' - 4y' + 3y = 9e^{4x}, \quad y(0) = 1, \quad y'(0) = 0. \quad (4)$$

Горизонтальна лінія це місце згортки регіону розміщення підпрограми, зображеної на листі 1.

Як бачимо, для розв'язку задачі необхідно лише ввести числові значення параметрів заданого рівняння, як аргументи функції  $K(a, b, c, x_0, y_0, y'_0, \lambda, \nu)$ , завдяки чому вони стають доступними для підпрограми. А, оскільки, в ній використовуються співвідношення (3), які виключають процес інтегрування, шуканий результат (загальний розв'язок і розв'язок задачі Коші) з'являється практично миттєво.

### Список використаних джерел

1. Завгородній О. І., Соловиченко О.В., Левкін Д.А., Сичова Т.О. Звичайні диференціальні рівняння. Основи теорії та методика розв'язування задач. – Харків: ДБТУ, 2024.– 117 с.
2. Копась І.М. Диференціальні рівняння.– К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018.– 126с.
3. Герасимчук В.С., Васильченко Г.С., Кравцов В.І. Вища математика: повний курс у прикладах і задачах. Навч. посіб.– К.: Книги України ЛТД, 2010.– 470с.
4. Обчислювання та програмування в Mathcad. / Паранчук Я.С., Мороз В.І. – Львів: ЛПІ, 2013. – 364 с.

## ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ ПРИ ОБРОБЦІ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ

**Тіхонова В. здобувач першого (бакалаврського) рівня, 2 курс**

*Інститут «Кіберпорт», Державний біотехнологічний університет*

**Масленніков Д.І. канд. фіз.-мат. наук, доцент (науковий керівник)**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено метод вирівнювання невязок при геодезичних вимірюваннях з використанням апарату вищої математики.*

Розглянемо стандартну геодезичну задачу: припустимо, виміряні сторони трикутника або розраховані, наприклад, через координати вершин. Необхідно знайти і вирівняти кути цього трикутника (Рис. 1).

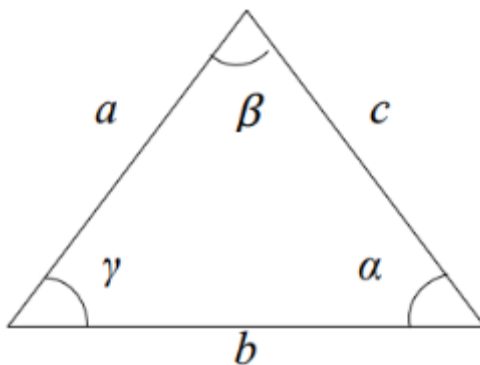


Рис.1. Трикутник

Припустимо, що у нас такі довжини сторін:  $a=34,22$  м;  $b=42,58$  м;  $c=51,33$  м. Кути трикутника знаходимо за допомогою теореми косинусів.

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}, \cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac}, \cos \gamma = \frac{b^2 + a^2 - c^2}{2ab},$$

$\alpha=41^\circ 26' 30''$ ,  $\beta=55^\circ 26' 31''$ ,  $\gamma=83^\circ 6' 56''$ . Причому  $\alpha + \beta + \gamma = 179^\circ 59' 57''$ .

Оскільки сума кутів трикутника дорівнює  $180^\circ$ , маємо невязку

$$\Delta\omega = 180^\circ - \alpha - \beta - \gamma = 3'' \quad (1)$$

Для усунення цієї невязки використаємо апарат математичного аналізу, а саме «Диференціальне числення функції багатьох змінних». Для цього розглянемо кут  $\alpha$  як функцію сторін трикутника  $\alpha = f(a, b, c)$ . Запишемо формулу повного диференціалу:

$$d\alpha = \frac{\partial \alpha}{\partial a} da + \frac{\partial \alpha}{\partial b} db + \frac{\partial \alpha}{\partial c} dc.$$

Для малих приростів функції і аргументів диференціали можна замінити на відповідні прирости:

$$\Delta\alpha \approx \frac{\partial\alpha}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial\alpha}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial\alpha}{\partial c} \Delta c,$$

Аналогічно для інших сторін:

$$\Delta\beta = \frac{\partial\beta}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial\beta}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial\beta}{\partial c} \Delta c,$$

$$\Delta\gamma = \frac{\partial\gamma}{\partial a} \Delta a + \frac{\partial\gamma}{\partial b} \Delta b + \frac{\partial\gamma}{\partial c} \Delta c.$$

З теореми косинусів маємо функцію для кута  $\alpha$ :  $\alpha = \arccos \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}$ .

Знайдемо частинні похідні:

$$\frac{\partial\alpha}{\partial a} = - \frac{1}{\sqrt{\frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}}} \cdot \left(-\frac{a}{bc}\right),$$

$$\frac{\partial\alpha}{\partial b} = - \frac{1}{\sqrt{\frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}}} \cdot \frac{2b \cdot 2bc - 2c \cdot (b^2+c^2-a^2)}{4b^2c^2},$$

$$\frac{\partial\alpha}{\partial c} = - \frac{1}{\sqrt{\frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}}} \cdot \frac{2c \cdot 2bc - 2b \cdot (b^2+c^2-a^2)}{4b^2c^2}.$$

Тоді після підстановки вихідних значень та переходу від радіан до секунд маємо:

$$\Delta\alpha = 4883,86\Delta a - 585,38\Delta b - 2770,31\Delta c,$$

Аналогічно отримаємо формули для  $\Delta\beta$  і  $\Delta\gamma$ :

$$\Delta\beta = -728,34\Delta a + 6076,52\Delta b - 4555,13\Delta c,$$

$$\Delta\gamma = -4154,10\Delta a - 5489,81\Delta b + 7323,39\Delta c.$$

А для суми приростів кутів:

$$\Delta\alpha + \Delta\beta + \Delta\gamma = 1,42\Delta a + 1,33\Delta b - 2,05\Delta c.$$

Таким чином, отримаємо умову для приростів сторін трикутника:

$$1,42\Delta a + 1,33\Delta b - 2,05\Delta c + 3 = 0. \quad (2)$$

Формула (2) дозволяє підібрати прирости сторін, при яких нев'язка буде усунута. Причому перші два прирости можна взяти довільними, а третій знайти з даної умови. Але оскільки заміна диференціалів на прирости можлива тільки при малих приростах, введемо додаткову умову: прирости сторін повинні бути найменшими. Для цього введемо нову функцію трьох змінних

$$z(\Delta a, \Delta b, \Delta c) = \Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta c^2.$$

Таким чином, отримаємо стандартну задачу на знаходження умовного екстремуму функції багатьох змінних:

Знайти мінімум функції

$$z(\Delta a, \Delta b, \Delta c) = \Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta c^2$$

при виконанні умови

$$1,42\Delta a + 1,33\Delta b - 2,05\Delta c + 3 = 0.$$

Задача розв'язується за допомогою функції Лагранжа:

$$L = z(\Delta a, \Delta b, \Delta c) + \lambda \varphi(\Delta a, \Delta b, \Delta c).$$

В нашому випадку маємо:

$$L = \Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta c^2 + \lambda \cdot (1,42\Delta a + 1,33\Delta b - 2,05\Delta c + 3).$$

Умова існування умовного екстремуму: частинні похідні від функції Лагранжа дорівнюють нулю:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial L}{\partial \Delta a} = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \Delta b} = 0, \\ \frac{\partial L}{\partial \Delta c} = 0, \\ \varphi(\Delta a, \Delta b, \Delta c) = 0, \end{array} \right.$$

що дає нам таку систему рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} 2\Delta a + 1,42\lambda = 0, \\ 2\Delta b + 1,33\lambda = 0, \\ 2\Delta c - 2,05\lambda = 0, \\ 1,42\Delta a + 1,33\Delta b - 2,05\Delta c + 3 = 0. \end{array} \right.$$

Звідси маємо рішення:

$$\begin{aligned} \Delta a &= \frac{1,42}{1,42^2 + 1,33^2 + (-2,05)^2} = 0,18, \\ \Delta b &= \frac{1,33}{1,42^2 + 1,33^2 + (-2,05)^2} = 0,17, \\ \Delta c &= -\frac{2,05}{1,42^2 + 1,33^2 + (-2,05)^2} = -0,26. \end{aligned}$$

Таким чином, отримаємо остаточні, виправлені, значення довжин сторін:

$$a = 34,22 + 0,18 = 34,40 \text{ м,}$$

$$b = 42,58 + 0,17 = 42,75 \text{ м,}$$

$$c = 51,33 - 0,26 = 51,07 \text{ м.}$$

### Висновок

В роботі показано, як за допомогою стандартних математичних задач розв'язується геодезична задача про врівноваження значень декількох вимірених (або розрахованих) величин. Таким чином, показана необхідність вивчення математики для майбутніх геодезистів.

## Література

1. Математичний аналіз: навч. посібник/ В.Л. Сизоненко, Д.В. Чібісов, М.Й. Коваленко, Д.І. Масленніков, Н.О. Онищенко, О.Д. Чібісов /ХНАУ ім. В.В. Докучаєва. – Х., ХНАУ, 2007. – 376 с.
2. П.М. Зозуляк, В.І. Гавриш, Е.М. Євсєєва, М.Д. Йосипчук. Основи математичного опрацювання геодезичних вимірювань: Навчальний посібник. – Львів: Видавництво «Растр-7», 2007. – 408 с.

УДК: 378.016:502.1+519.657

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ ЗДОБУВАЧІВ ГАЛУЗІ ЕКОЛОГІЇ

Мандражи О.А. к.пед.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*У статті розглядається питання доцільності розширення якоїсь з уже представлених або включення до переліку обов'язкових компонент освітньо-професійної програми «Екологія» для спеціальності 101 «Екологія» дисципліни «Вища математика».*

Уміння моделювати є невід'ємною рисою творчої особистості та особливо важливе для дослідника. Здобувачі галузі екології навчаються досліджувати взаємовідносини живих істот між собою та оточуючим середовищем, що передбачає вивчення стану повітря, води, землі та різноманітних впливів розвитку життя на першооснови природи Землі. Робота будь-якого спеціаліста у сфері екології пов'язана з екомоніторингом, виявленням причин негативних явищ природи, складанням прогнозів розвитку ситуації, розробкою рекомендацій щодо зменшення несприятливих впливів або навіть усунення негараздів та ін. Усе перелічене має у своїй основі вміння будувати та досліджувати математичні моделі. Зазвичай у навчальних цілях здобувачів знайомлять з уже відомими моделями, але найцікавіше – це, звісно, розробка власних. До найпростіших у цьому плані завдань можна віднести, наприклад, прикладні задачі, для яких отримані дані певної залежності між досліджуваними змінними  $x$  та  $y$  в результаті проведення спостережень або експерименту доцільно представити у вигляді таблиці. А для вивчення закономірностей, які пов'язують досліджувані змінні, важливо залежність між ними постаратись виразити аналітично, у вигляді формули, тобто записати емпіричну функцію. Для виконання даних завдань здобувачі мають знати певний математичний апарат та володіти достатньо високим рівнем математичної грамотності. Наведемо два простих приклади для ілюстрації вище написаного.

Приклад 1. На хімічному заводі сталася аварія і певна шкідлива речовина потрапила до річки. Концентрація у річці цієї речовини вимірюється у мг/л в залежності від часу в днях. За отриманими даними в ході експерименту (або спостереження, якщо таке лихо сталося десь поблизу) запишіть функцію, що описує означений процес. Навіть якщо в навчальних цілях функція буде



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 здобувачам задана, для них є важливим уміти знаходити відповіді на питання, скажімо, наступного плану. Знайдіть:

область значень встановленої (заданої) функції;

область визначення, для якої реалізуються умови завдання;

через скільки днів у році буде максимальна концентрація шкідливої речовини і яка саме;

через скільки днів концентрація шкідливої речовини буде дорівнювати половині від максимальної;

через скільки днів концентрація шкідливої речовини становитиме 1% від максимальної;

як саме будуть відбуватись зміни (якою буде швидкість зміни функції) через певний час тощо.

Як можна бачити, питання пов'язані з умінням працювати й досліджувати функцію в тому числі й за допомогою похідної.

Приклад 2. Інтенсивність дощу вимірюється кількістю води (її висота у коробці), яка падає на квадратний метр. Опишіть величину функціонально (або у навчальних цілях її можна подати готовою), де  $t$  – залежна змінна (вимірюється у хвиликах),  $f(t)$  – функція, що описує інтенсивність дощу (мм/хв). Та надайте відповіді на наступні питання/завдання:

запишіть дані спостережень та за отриманими результатами задайте функцію, що описує означений процес;

виконайте дослідження функції, встановіть швидкість її зміни при певних значеннях  $t$  – виконання завдання пов'язано з диференціюванням;

знайдіть середню інтенсивність (силу) дощу за перші 15 хвилин – виконання завдання пов'язано з інтегруванням.

Для виконання описаних завдань здобувачам необхідні вміння складати функцію за отриманими даними спостережень, досліджувати процеси засобами математичного аналізу, моделювати.

До 2024-25 навчального року у перелік обов'язкових компонент освітньо-професійної програми «Екологія» для спеціальності 101 «Екологія» (ОП) включалась дисципліна «Вища математика». З 01 вересня 2024 року було введено в дію ОП, за якою серед обов'язкових компонент математичного спрямування є тільки дисципліна «Теорія ймовірностей та математична статистика». «Вища математика» не прописана, тому виникає закономірне питання: як за новою ОП здобувачам впоратись із завданнями математичної статистики, ознайомитись з підходами до складання математичних моделей без ґрунтовних знань з вищої математики?

## МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ

Мануєнков Д.О. аспірант; Горяник Д.О. канд. фіз.-мат. наук, доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Проведено комп'ютерне моделювання водного розчину сахарози методом молекулярної динаміки. Отримано дані щодо молекулярної рухливості води у розчині.*

Органічні сполуки, такі як вуглеводи та білки, широко використовуються в харчовій промисловості в якості структуроутворювачів, піноутворювачів та надання продуктам певних властивостей та смаків. Молекули цих сполук містять велику кількість груп ОН, що призводить до активної взаємодії з молекулами води у розчинах та утворенню великої кількості водневих зв'язків. Сахароза  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (рис. 1) є найбільш поширеним вуглеводом, який входить до складу майже всіх рослинних культур та широко застосовується у харчовій промисловості. Це дисахарид, який належить до групи олігосахаридів та складається з двох моносахаридів –  $\alpha$ -глюкози та  $\beta$ -фруктози.

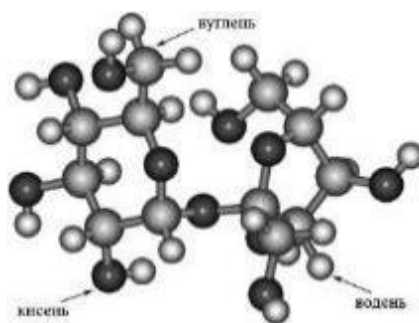


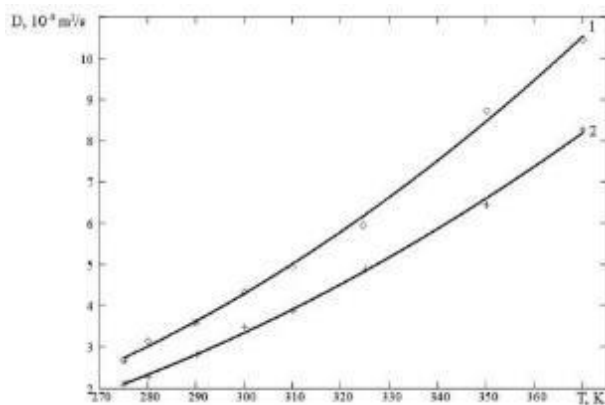
Рис. 1 – Просторова модель молекули сахарози

Водний розчин сахарози моделювався методом молекулярної динаміки. Для розрахунків та обробки результатів використовувалась пакет програм GROMACS. Конфігурація молекули сахарози отримана за використанням програми PRODRG і адаптована для використання в пакеті програм GROMACS.

Проведено моделювання системи, що відповідає 30% водному розчину сахарози. Цій системі відповідає комірка у формі прямокутного паралелепіпеду з ребрами 3,97 нм, 2,97 нм та 3,97 нм, яка містить 27 молекул сахарози та 1228 молекул води. Чисельний експеримент проводився за температур 275 К, 280 К, 290 К, 300 К, 310 К, 325 К, 350 К та 370 К за умови нормального тиску. Також для порівняння результатів було проведено моделювання чистої води за таких самих температур. Для цього було взято кубічну комірку з ребром 3,13 нм, яка містила 1022 молекули води.

Вихідні конфігурації, які відповідають системам, що було змодельовано, створено засобами які є в програмі GROMACS. Попередньо системи було приведено у рівноважний стан мінімізацією енергії за допомогою короткого

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 молекулярно-динамічного розрахунку. Повне моделювання методом молекулярної динаміки проводилося з шагом 0,001 пікосекунди. Координати атомів системи записувались в файл через кожні 500 кроків, тобто кожні 0,5 пс. Розрахунковий час при моделюванні розчину та чистої води за кожної температури становив 5000 пс.



Концентрації розчину сахарози: 1 – чиста вода, 2 – 30%

Рис. 2 – Залежність коефіцієнта самодифузії від температури

Під час обробки результатів було отримано залежності середнього квадрату зміщення центру мас молекул води від часу. Базуючись на цих даних було розраховано коефіцієнти самодифузії води та побудовано температурні залежності для розчину сахарози 30 % концентрації та чистої води (рис. 2). Можна побачити, що наявність у розчині молекул сахарози призводить до суттєвого зменшення коефіцієнтів самодифузії для всіх температур. Це свідчить про зв'язування молекулами сахарози молекул води.

Більше інформації про зв'язування води молекулами сахарози дає кількість водневих зв'язків, що утворює сахароза з молекулами води, а також структура гідратної оболонки молекул сахарози та кількість молекул води, з яких вона складається. Цей розрахунок можна виконати на основі файлів координат, які отримано під час комп'ютерного експерименту. Розраховано, що приблизно через 200 пікосекунд кількість молекул гідратної оболонки починає коливатись навколо деякого середнього значення. Аналогічну картину дає розрахунок кількості водневих зв'язків між молекулами сахарози та води.

Таким чином проведене моделювання водного розчину сахарози методом молекулярної динаміки дозволило детально проаналізувати його структуру та оцінити вплив температури на молекулярну рухомість.

### Список використаних джерел

1. Erik Lindahl, Berk Hess and David van der Spoel. GROMACS 3.0: A package for molecular simulation and trajectory analysis // J. Mol. Mod. – 2001. – № 7. – P.306-317.
2. Schuettelkopf A.W. and van Aalten D.M.F. PRODRG – a tool for high-throughput crystallography of protein-ligand complexes // Acta Crystallogr. – 2004. – D60. – P.1355-1363.

Секція 6

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І  
МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА  
МАШИНОБУДУВАННІ**

## **IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEATING SYSTEM IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEXES THROUGH OPTIMIZATION OF HEAT EXCHANGER DESIGN AND MATERIALS**

**Borysenko O. S. p.s.; Avtukhov A. K. D.Sc. Professor**

*State Biotechnological University*

*This paper explores the importance of heating systems in agro-industrial production, focusing on the role of heat exchangers in ensuring efficient temperature control. It reviews the materials used for heat exchangers, such as cast iron and copper, highlighting their advantages and limitations in agro-industrial environments. The study also discusses the potential benefits of alloying and coating technologies to improve the longevity and efficiency of heat exchangers, offering a pathway for energy savings and enhanced system performance.*

Heating systems are an essential component of agro-industrial production, as a stable temperature regime is crucial for the effective operation of greenhouses, poultry farms, and other production and storage facilities. A reliable heating system allows for controlling the internal environment parameters, which is particularly important for maintaining the optimal levels of humidity and temperature for growing crops and keeping livestock. The central component of any heating system is the boiler, which generates thermal energy. However, the efficiency of the boiler is largely determined by the performance of its heat exchanger — a key element that transfers thermal energy to heat the premises.

There are different types of materials used for manufacturing heat exchangers, with cast iron and copper being the most common. Cast iron heat exchangers have a high degree of corrosion resistance, making them very durable and suitable for use in harsh agro-industrial environments, where aggressive compounds may be present. However, the disadvantages of cast iron heat exchangers include their heavy weight and brittleness, which can complicate installation and maintenance, as well as limited heat transfer speed, which may be a drawback in situations where quick heating is required [1]. Despite these drawbacks, cast iron remains an economical choice that remains relevant for many enterprises.

Copper heat exchangers, on the other hand, stand out for their superior thermal conductivity and high heat transfer efficiency. They are lighter and much less prone to brittleness, which simplifies their installation and maintenance. Copper also tolerates rapid temperature changes well, making it more adaptable in conditions of intensive operation. However, the cost of copper is significantly higher than that of cast iron, which increases the production cost of copper heat exchangers. Additionally, copper may be susceptible to corrosion under certain conditions, which requires protection and constant monitoring in systems where aggressive chemical compounds may be present [2].

To increase the service life of heat exchangers and enhance their efficiency, materials with alloying additives or special coatings are increasingly being used.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Alloying and coating applications significantly improve corrosion resistance, increase thermal conductivity, and provide long-term protection in aggressive environments. For example, aluminum coatings or nickel alloying can significantly improve the properties of heat exchangers. Aluminum is known for its high corrosion resistance and relative lightness, which allows for reducing the overall weight of the system and facilitating maintenance. Nickel provides additional protection against high temperatures and chemical influences, which is particularly relevant in agro-industrial systems where temperature and humidity levels fluctuate frequently [3].

Heat exchangers with special coatings and alloying additives are characterized by increased efficiency, which not only reduces energy costs but also significantly extends the operational life of the equipment. They are more cost-effective in the long run, as they reduce the frequency of repairs and equipment replacements. Furthermore, such modernization helps improve the system's coefficient of performance, which in turn reduces overall energy consumption.

Therefore, the engineering of agro-industrial heat technical systems, particularly the research into the properties and manufacturing technologies of heat exchangers, is an important direction for improving the efficiency and durability of equipment. Continuing research in this area will allow for the development of new materials and improved coatings for heat exchangers that better meet the operational conditions and energy-saving requirements of the agro-industrial sector.

### **Conclusion.**

The optimization of heating systems in agro-industrial production is critical for maintaining optimal environmental conditions in greenhouses, poultry farms, and other facilities. The selection of materials for heat exchangers, such as cast iron and copper, plays a crucial role in system efficiency and durability. However, advancements in alloying and coating technologies offer significant potential for enhancing the performance, corrosion resistance, and longevity of heat exchangers. These improvements contribute to more energy-efficient systems, reduce maintenance costs, and ultimately support sustainable energy use in agro-industrial operations. Continued research in this area will drive further innovations, ensuring better alignment with the evolving demands of the sector.

### **References**

1. Eric M. Smit, *Advances in Thermal Design of Heat Exchangers*, Wiley, 2005, P.513.
2. Robert Heidersbach, *Metallurgy and Corrosion Control in Oil and Gas Production*, Wiley, 2018, P.368.
3. Автухов А.К. Прогресивні напрями підвищення експлуатаційної стійкості валків з хромонікелевого чавуну. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. № 168, 2016, стр. 156-169.

## OPTIMISATION OF THE INDUCTION MOTOR REPAIR PROCESS USING VACUUM IMPREGNATION STATIONS

**Karpenko V.S. postgraduate student; Avtuhov A.K. professor**

*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

*The paper describes the process of optimising motor repair using an additional process of vacuum impregnation of stator windings. The process improves the performance of the repaired motor. This optimisation increases the overhaul interval during further operation of the motor.*

Agricultural processing companies need to have their equipment repaired as quickly as possible. Repair locations should be as close as possible to the equipment's operating locations. It is optimal to carry out complex repairs of both mechanical and electrical components of the equipment at one location [1].

An additional process of vacuum impregnation of the stator windings makes electric motors especially reliable during operation after repair. Impregnation improves the electrical and mechanical properties of the insulation and affects the heating level, moisture resistance and thermal conductivity. Winding impregnation involves filling the pores of insulating materials to remove moisture from them. Impregnation also cements the winding turns, preventing their relative movement and abrasion of the insulation.

The optimization of the repair process for low-voltage asynchronous motors with a capacity of up to 30 kW ensures that repairs can be completed within three days. The repair process fully restores the motor's operating condition, and the quality of work meets production standards and customer requirements.

To implement the process of repairing low-voltage asynchronous motors with a capacity of up to 30 kW, the site must be equipped with a test station, a UNI-T UT312 digital vibrometer, and a BENETECH GM3123 megohmmeter 0-99.9 GΩ. The vacuum impregnation unit is manufactured separately. Its block diagram is shown in Fig.1.

The repair process begins with the analysis of defects and includes visual inspection of mechanical components, winding condition monitoring and insulation inspection, in accordance with industry guidelines GKD 34.20.302-2002 “Electrical Equipment Testing Standards”.

Based on the diagnostic results, an engine repair plan is drawn up. The engine is disassembled and repaired. If necessary, bearings are replaced and the shaft or other mechanical parts are repaired.

In the case of replacing the motor windings, an additional process of vacuum impregnation of the windings is introduced [2]. The impregnation is carried out using BT-99, FL-98, GF-95, ML-92 varnishes or modern Elcom-180 compound at the vacuum impregnation unit (Fig. 1). Before impregnation, all areas that should not be exposed to varnish are protected with protectors.

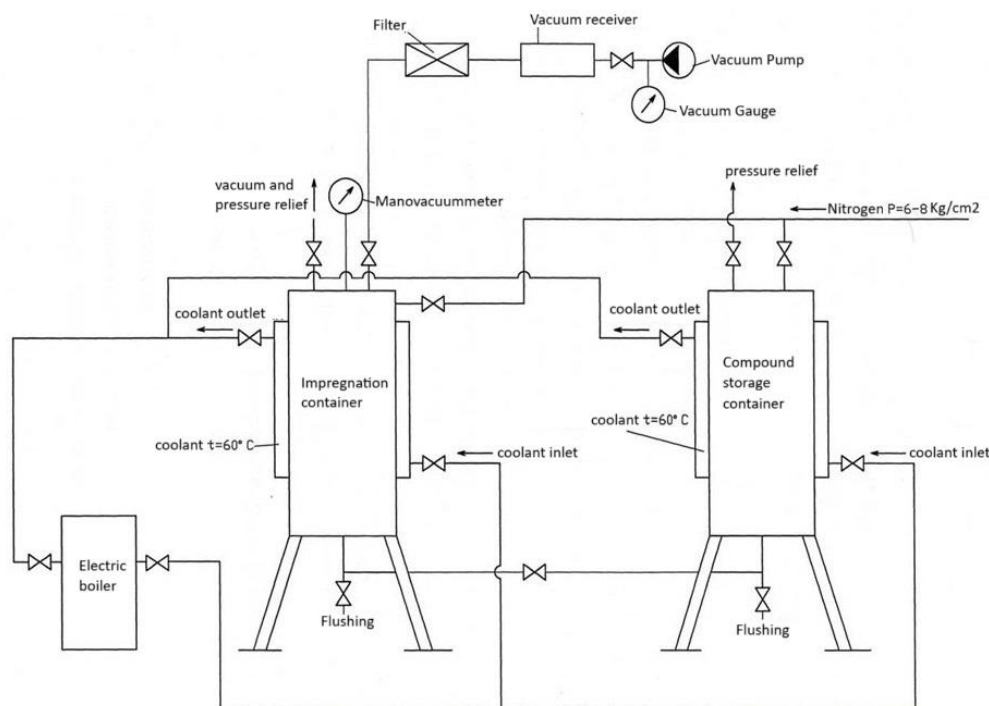


Fig. 1. Block diagram of a vacuum impregnation unit

For high-quality impregnation of windings, the technology specified by the compound manufacturer should be followed:

1. Dry the stator for 2-3 hours at a temperature of 70-80 °C.
2. Heat the conditioned compound to a temperature of 35-40 °C.
3. Immerse the stator in an autoclave and seal it.
4. Vacuum the stator for 1-1.5 hours at a pressure of 2.7-4 kPa.
5. Put the compound into the autoclave until the stator is completely immersed.
6. Supply compressed air with a pressure of 0.3-0.6 MPa for 1-1.5 hours.
7. Pump out the compound, allow the compound to drain for 0.5-1 hour.
8. Dry the stator at 180 °C for 8-10 hours.

Then reassemble the motor and perform the control tests again. If the results are positive, test the motor at a testing station. Measure the motor vibration level according to GOST 20815-93 [3]. If the level of permissible vibration is exceeded, eliminate the cause of the vibration. This may be one of the following reasons: loose threaded connections, defective or overheated bearings, bent or broken fan shaft or blades, loose end caps. The identified causes should be eliminated until the permissible vibration rate is reached. The repaired motor is painted in the assembled state.

This practice has been successfully implemented and is used at the Electromechanical Plant ETAL LLC in Oleksandriya, Kirovohrad region.

## References

1. Avtuhov A. K., Karpenko V. S. Vykorystannia tekhnolohii instrumentalnoho vyrobnytstva dlia stvorennia efektyvnoi remontnoi dilnytsi na bazi instrumentalnoho tsekhu pidpriumstva zahalnoho mashynobuduvannia. Molod i industriia 4.0 v XXI stolitti: materialy KhKh Mizhnar. forumu molodi, 4-5 kvit. 2024 r. Kharkiv: DBTU, 2024. S. 124-125. [in Ukrainian].



- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
2. Avtukhov A.K., Sablyna M.A., Zhvanko D.R. Vykorystannia vakuumnoho obladdnannia v derevoobrobni promyslovosti. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva imeni Petra Vasylenka №167, 2016 str.47-53. [in Ukrainian].
  3. Yurchenko, O., Livenko, T., Matvieiev, O., Berkut, R. i Buhaiov, V. Tekhnolohiia remontu elektrodvyhuniv riznoho pryznachennia. Naukovyi visnyk Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu. 13, 2, 2023. [in Ukrainian].

**УДК 621**

## **ВИБІР БАЗОВОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПЕНСАЦІЙНОЇ ВСТАВКИ ПРИ РЕМОНТІ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА АВТОТРАКТОРНОГО ДВИГУНА ТИПУ СМД**

**Іващенко С.Г. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Розглянуті питання вибору базового матеріалу компенсаційної вставки для ремонту зношеної гільзи циліндра дизельного двигуна типу СМД. Досліджувались різні чавуни для вибору більш ефективного.*

Вибір матеріалу для виготовлення тієї або іншої деталі залежить від умов роботи цієї деталі та вузла. При виборі базового матеріалу для виготовлення компенсаційної вставки виходили з того, щоб він мав довговічність роботи, високу зносостійкість, твердість, корозостійкість, теплостійкість, бо робоча поверхня гільзи циліндра працює в досить агресивних умовах. В процесі роботи робоча поверхня гільзи зношується і основним способом відновлення роботи є розточування під наступний ремонтний розмір. Коли ремонтні розміри вичерпалися то робочу поверхню відновлюють наплавленням з подальшим розточуванням якщо в цілому стан гільзи задовільний, якщо є серйозні дефекти то відправляють на переплавлення.

В роботах [1, 2, 3, 4, 5, 6] представлений спосіб відновлення зношеної робочої поверхні гільзи циліндра дизельного двигуна типу СМД.

З'ємні гільзі циліндра автотракторних двигунів виготовляють в основному з сірого нелегованого та низьколегованого чавуну. Для вибору базового матеріалу досліджували передільний та ливарний чавуни так як є можливість використовувати відходи від виробництва валків для прокатних станів на металургійних заводах. Валки для прокатних станів працюють в досить агресивних умовах великого навантаження, підвищеного тертя та високих температур і мають достатню зносостійкість. Такі умови роботи досить близькі до роботи гільз циліндрів дизельних двигунів. При дослідженні встановили хімічні склади цих чавунів. Встановлено, що їхні хімічні склади досить близькі, але є відмінність у вмісті кремнію та нікелю, що впливає на рівень твердості та структури (долі карбідної фази) виливків. Відливали проби в землю на відбілюваність (заготівка Ø20 мм) з передільного та ливарного чавунів. При використанні в шихті передільного чавуна доля карбідної фази не перевищувала

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 48...50% у 40% випадків, а в ливарному досягає 50...54% у 52% випадків.

Статистичний аналіз показав, що в 30% випадків у передільного чавуна твердість складає 220...240 НВ, а ливарного – 230...280 НВ.

Для досягнення належних експлуатаційних характеристик до базового чавуна вводяться легуючі добавки, які покращують зносостійкість матеріалу. Компенсаційну вставку виготовляють відцентровим способом [7].

Висновок. У виливках з шихтою з ливарного чавуна розкид значень твердості суттєво більший, тому для виготовлення заготовок вставок гільз циліндрів рекомендується використовувати в якості базового передільний чавун, який при кристалізації має меншу долю цементиту (менше тягне до відбілювання).

### Список використаних джерел

1. Иващенко С.Г. Исследование особенностей износа гильзы цилиндра двигателей типа СМД и ее ремонт с использованием вставки. Вісник ХДТУСГ /Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 8, том 2. –Харків: 2001. –С. 160...164.
2. Иващенко Г.А., Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Повышение долговечности гильз цилиндров дизельных двигателей. Вісник ХДТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 39. –Харків: 2005. –С. 7...12.
3. Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Разработка технологии восстановления зеркала гильзы цилиндра двигателя СМД-62 путем постановки компенсационной вставки. Труды Міжнар. наукової конф. КДТУ “Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”. –Кіровоград: 2000. –С. 21...24.
4. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Шержуков И.Г., Тридуб А.Г. Анализ качества и износа гильз цилиндров дизелей зарубежного производства. “Механизация и электрификация сельского хозяйства”. № 7. – М.: 1997. –С. 29...30.
5. Иващенко С.Г., Денисенко С.А., Повассар Г.С. Відновлення гільз циліндрів за допомогою легованого чавуна. /Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. Харків: ДБТУ, 2022 р. –С. 369-371.
6. Иващенко С.Г. Исследование особенностей износа гильзы цилиндра двигателей типа СМД и ее ремонт с использованием вставки. Вісник ХДТУСГ /Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 8, том 2. –Харків: 2001. –С. 160...164.
7. Иващенко С.Г. Разработка технологических параметров центробежного литья вставок и гильз цилиндров дизельных двигателей. Сб. научн. тр. ХГТУСХ /Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. – Харьков: 1998. –С. 158...162.

## DEVELOPMENT AND APPROVAL OF A NEW METHOD FOR DETERMINING WATER CONTENT IN DIESEL FUEL WITH USAGE INNOVATIVE TECHNOLOGIES

PhD, O.B. Kalyuzhny, master's student, R.O. Kandaurov

*State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine*

*Monitoring water content in diesel fuel is crucial for maintaining its high quality and ensuring reliable engine performance. The use of ImageJ software for analyzing water droplets enables fast and accurate quantitative analysis, construction of size distribution functions, and evaluation of overall water content. This method can be applied in laboratory settings for regular fuel monitoring and preventing degradation caused by water*

Water in fuel contributes to the corrosion of the fuel system, reduces lubricating properties, and may lead to equipment failure [1]. Water can enter diesel fuel for various reasons: condensation in fuel tanks, deficiencies in storage and transportation systems, or during refueling. Water in diesel fuel can exist in different forms: dissolved, emulsified, or as free droplets [2]. The emulsified form is particularly dangerous, where water is present as tiny droplets uniformly distributed throughout the fuel. Microscopic analysis is used for precise assessment of water content and the study of droplet sizes.

ImageJ is a free software tool for image processing and analysis widely used in various scientific research fields. Its features allow not only data visualization but also precise measurement of particle sizes and quantitative analysis, making it an ideal tool for analyzing water droplets in diesel fuel.

The study utilized microscopic images [3] of diesel fuel with varying water content (Fig. 1a).

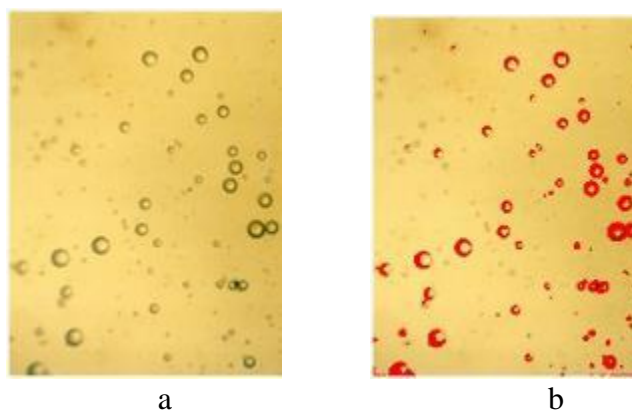


Fig. 1. Microscopic images of diesel fuel with varying water content:  
a - before processing in ImageJ; b - after processing in ImageJ.

In these images, water droplets appeared as dark circles against the light background of the diesel fuel. After preparing the images (Fig. 2b), the water droplets were automatically counted using the Analysis Particles function in ImageJ:

For particle analysis, the size range of droplets (e.g., 10 to 500 pixels) and

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 particle shape (circularity coefficient from 0.8 to 1.0 to account for only round droplets) needed to be specified.

The software automatically identified and counted all droplets meeting the specified parameters. For each droplet, the program displayed parameters such as area, perimeter, length, and width.

The results for droplet areas were used to create a histogram of the size distribution of water droplets (Fig. 2). The histogram demonstrated the frequency of droplets of various sizes in the fuel. This provides a better understanding of the structure of the water emulsion in the fuel and an evaluation of the contamination level.

The analysis of water droplets in diesel fuel showed that the average droplet size ranged from 50 to 200  $\mu\text{m}$ , depending on the overall water content in the fuel samples. The size distribution histogram revealed that most droplets were smaller than 100  $\mu\text{m}$ , but as the water content increased, the proportion of larger droplets also grew.

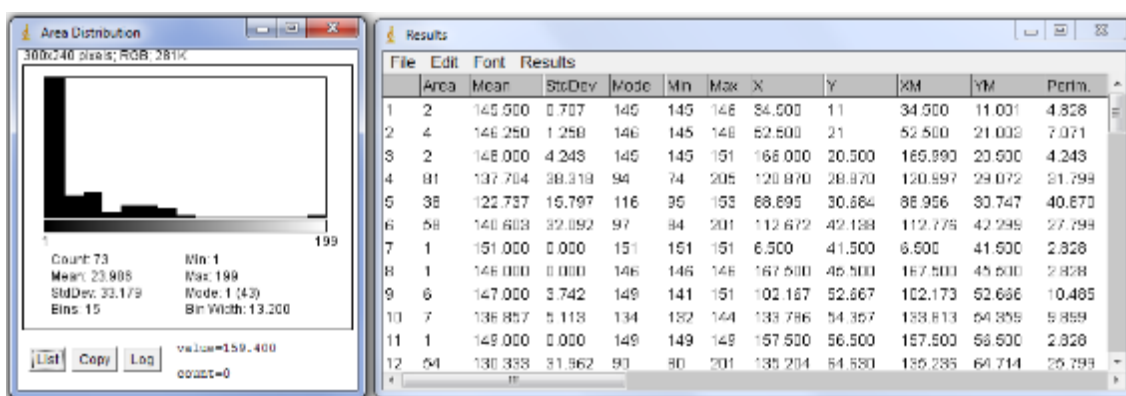


Fig. 2. Histogram of the size distribution of water droplets.

In samples with higher water content, an increase was observed in both the number of droplets and their average size.

The method of analyzing water droplets using ImageJ has proven to be an effective and accessible tool for assessing the quality of diesel fuel. Its main advantages are its speed and simplicity. Unlike more complex measurement methods, such as chemical analysis or spectrometry, this approach requires only basic equipment (a microscope and camera) and can be implemented in virtually any laboratory.

The limitations of the method include dependence on the quality of the original images and the need for manual adjustment of segmentation parameters to correctly identify droplets. However, with proper preparation, the method allows for accurate data on water content in diesel fuel.

## References

1. Hassanuddin, A. Stability studies of water-in-diesel emulsion. *Applied Mechanics and Materials*, 2015. vol.663, pp. 54-57.
2. Wang, Z. Effects of water content on evaporation and combustion characteristics of water emulsified diesel spray. *Applied Energy*, 2018.vol. 226, pp. 397-407.
3. Калюжный А.Б., Платков В.Я. Количественный анализ содержания воды в дизельном топливе. *Нефтегазовые технологии*. 2001, №6, стр. 11- 12.

## ВПЛИВ КОМБІНОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ НА ВЛАСТИВОСТІ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ

**Колісниченко Д. С. магістрант; Шаламов В.О. магістрант;  
Дерябкіна Є.С. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є експериментальне визначення можливості використання голкофрезерування для підготовки поверхні деталей під газополуменеve напилювання і обробки шарів в процесі формування шарів покриття для підвищення міцності зчеплення покриття з основою.*

Основним параметром, визначальним якість газотермічного напиленого покриття, є міцність зчеплення з основою, яка значною мірою залежить від підготовки поверхні перед напилюванням та рівня залишкових напружень в напиленому покритті [1]. Покриття товщиною 0,5-1мм схильні до самовільного відшаровування через великі залишкові напруження. Рівень напруги високий (до 3,5МПа), оскільки викликаний ударом, деформацією, нерівноважною кристалізацією, фазовими перетвореннями. Особливо небезпечні напруження, що розтягують, оскільки під їх впливом зрушення покриття щодо основи відбуваються при менших зусиллях, ніж при напруженнях стиснення.

Одним із шляхів підвищення адгезійної та когезійної міцності зчеплення покриття з основою є застосування додаткових впливів на формоване покриття, як у процесі напилювання, так і після нього: накладання звукових та ультразвукових коливань, віброобробка, голкофрезерування, електроіскрова обробка та ін.

На наш погляд одним із найбільш технологічних методів є голкофрезерування щітковим інструментом. Аналіз робіт із застосування механічної обробки показав перспективність використання та можливість його розглядати як один з механічних способів впливу на формоване покриття. Щіткова обробка застосовується, з метою підготовки поверхні деталі перед напилюванням (для очищення та створення необхідної шорсткості), і в процесі напилювання шарів покриття, що формуються, для видалення частинок з низькою когезійною міцністю і пошарової релаксації залишкових напруг. Така комбінована технологія дозволяє підвищити міцність зчеплення покриття з основою за рахунок пластичної деформації шарів, що наносяться.

Проведено дослідження з метою визначення впливу режимів голкофрезерування та параметрів голкофрези на міцність зчеплення покриття з основою (при фіксованих параметрах режиму газотермічного, зокрема газополуменега напилювання). Застосована голкофрез з високою (70-80%) щільністю набивання ворсу. Голки виготовлені із сталевого пружинного дроту із вмістом вуглецю не більше 0,7 % та міцністю близькою 2 ГПа.

Грунтуючись на попередніх дослідженнях та математичному плануванні експерименту вибирається голкофрез з голками діаметром 0,8 мм і робочою

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 довжиною 40 мм, щільністю набивання 32 шт/см<sup>2</sup> [2]. Технологічні можливості процесу голкофрезерування, при швидкості обертання голкофрези 200 об/хв. дозволили отримати шорсткість поверхні Ra=7-8 мкм, за величиною близьке отриманим при дробоструминній обробці - Ra=8-9 мкм. Здійснювали обробку шарів покриття, що формуються, циліндричною голкофрезою (dn=150 мм і шириною робочої поверхні 26 мм і співвідношеннями діаметра  $d_i$  і вільної довжини  $l_i$  голок:  $d_i = 0,32$  мм –  $l_i = 26$  мм;  $d_i = 0,5$  мм –  $l_i = 26$  мм). Обробка здійснювалася за схемою зустрічного голкофрезерування. Установлено що збільшення  $d_i$  (при  $l_i = \text{const}$ ) приводить до росту шорсткості оброблюваної поверхні, однак із збільшенням натягу шорсткість поверхонь, оброблених інструментами з різним діаметром голок, зменшується. Це пояснюється ростом пластичних деформацій.

Швидкість обертання зразка при формуванні покриття становила 60 об/хв, а голкофрез (на основі оптимізації статистичними методами планування) становила 2100 об/хв. Оцінку міцності зчеплення покриття з основою робили шляхом випробування на зсув. Результати досліджень показали, що міцність зчеплення газополуменевого покриття сплаву, що самофлюсується, Ni-Cr-B-Si (порошок марки ПГ-12Н-01) зростає в порівнянні з покриттям, нанесеним без голкофрезерування з 20 МПа до 26,7 МПа (при товщині покриття 1 мм).

#### **Висновок**

Отримані результати свідчать про ефективність та доцільність комбінування газотермічного напилення з технологією голкофрезерування з метою підвищення міцності зчеплення покриттів з основою.

#### **Список використаних джерел**

1. Полянский А.С., Лузан С.А., Дерябкина Е.С. Обоснование возможности подготовки поверхности металлическими щетками для газотермического напыления покрытий / *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. Т. 11 Вип.1.- С. 34-42.
2. Лузан С.А, Дерябкина Е.С. Определение оптимальных значений параметров иглофрезы и скорости её вращения при совмещении способа газопламенного напыления с иглофрезерованием / *Науковий вісник будівництва*. ХДТУБА, 2009. - С.249-253

## ОЦІНКА ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ МІКРОТВЕРДОСТІ У КАРБІДНІЙ ФАЗІ ТА ЙОГО МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС

Петрикін Є. О. магістрант; Рибалко І. М. д.т.н., доцент;  
Тіхонов О. В. к.т.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Запропоновано метод, який дозволяє визначити рівень напружень та механічних характеристик структурних складових при деформації окремих фаз. Відхилення у теоретичних розрахунках та експериментальних дослідженнях не перевищують 16,09%.*

Незважаючи на високу мікротвердість карбідної фази в хромонікелевому чавуні навколо відбитка також є зона деформації, що охоплює об'єм – до 14-23% (рис.1,а). Наявність неоднорідностей у карбідній фазі прикрашає зону пластичної деформації (див. рис.1, б).

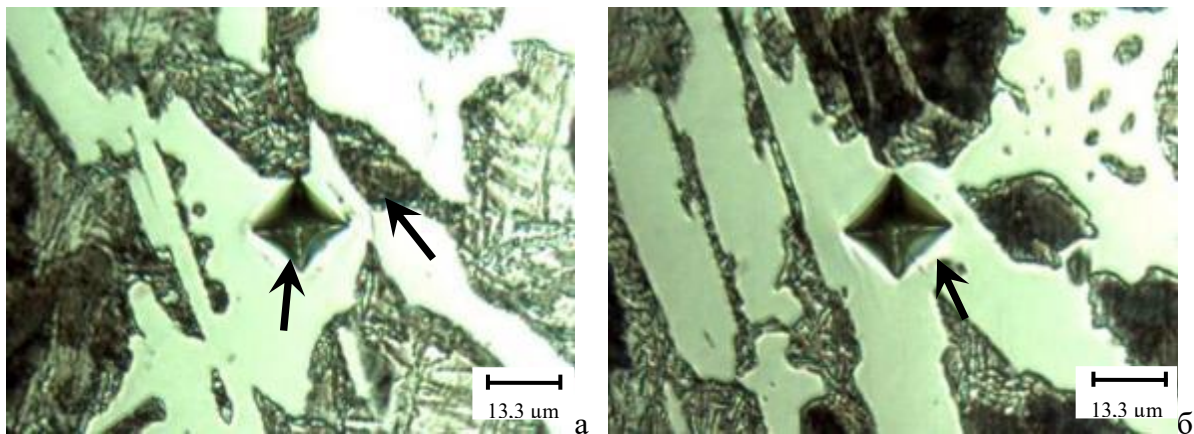


Рис. 1 – Форма зони пластичної деформації цементиту навколо відбитків під навантаженням 1,962 Н. Стрілками вказані контури зони пластичної деформації

Встановлено, що збільшення швидкості опускання індентора для цементиту не призводить до видимого повороту та зміни діагоналі відбитка. Не виявлено також впливу нахилу зразка при його фіксації на робочій поверхні приладу на значення мікротвердості. Форма відбитка при вимірі цементиту випукла при навантаженнях 0,049 Н і 0,098 Н, має практично рівний край при навантаженні 0,196 Н і увігнута за великих 0,490 Н - 1,962 Н). Похибка, що вноситься деформацією сторін відновленого відбитка для максимальних та мінімальних навантажень, може досягати 11-13%. При великих навантаженнях у карбідній фазі виявляються тріщини та відколи. Відзначено зниження рівня мікротвердості при зростанні навантаження на індентор від 0,49 Н до 1,962 Н. Для малих навантажень зафіксовано зниження рівня мікротвердості на 47% при індентуванні навантаженням 0,049 Н порівняно з 0,196 Н. Таким чином, при вимірюванні мікротвердості цементиту навантаження 0,196 Н достатньо для отримання достовірних даних про властивості даної фази. Основною особливістю індентування карбідної фази є необхідність підбору такого

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 навантаження, яке б меншою мірою сприяло появі мікротріщин і сколів. З точки зору впливу форми сторони відбитка найбільш раціональним є використання навантажень 0,196 Н і 0,49 Н. Вимірювання необхідно проводити на відстані півтора діагоналі від бічної грані та кута відбитка. При вимірі мікротвердості цементиту відбиток відновлюється, що призводить до зменшення розмірів діагоналей отриманих при індентуванні у всьому досліджуваному інтервалі навантажень 0,049 Н - 1,962 Н, як наслідок, фіксується збільшення мікротвердості на 2,2-31%. Використовуючи математичний апарат на основі відбитків мікротвердості оцінили рівень міцності карбідної фази хромонікелевого чавуну (3,0%С, 0,8% Si, 0,92% Mn, 1.1% Cr, 1,6% Ni).

Також визначено оптимальне навантаження на індентор, що дорівнює 20г. Отримано математичні моделі, що характеризують деформаційні сфери пластичних деформацій від вимірювань мікротвердості в цементиті. Оцінено межу міцності цементиту на стиск за відбитками мікротвердості, що дорівнює 74,8 кг/мм<sup>2</sup>. З використанням математичної моделі за вихорами та активностями, розрахованими за комп'ютерною програмою доведено, що максимальні деформації присутні посередині граней, а у кутів відбитка вони відсутні. В результаті порівняння значень, отриманих розрахунковими та експериментальними методами, отримали: оптимальне навантаження на індентор – 20г; відхилення у теоретичних розрахунках та експериментальних дослідженнях не перевищують 16,09%.

**Висновок.** Запропонований метод дозволяє визначити рівень напружень та механічних характеристик структурних складових при деформації окремих фаз. Показано, що відхилення у теоретичних розрахунках та експериментальних дослідженнях не перевищують 16,09%. Методики розрахунків дозволяють виявити характер і область пластичних деформацій навколо відбитка, і правильно вибрати відстань між відбитками, які мінімізуватимуть розкид показників мікротвердості, а також оптимальну величину навантаження (20 г для цементиту).

### Список використаних джерел

1. Мощенок В.И. Новые методы определения твердости материалов: монография. Х.: ХНАДУ, 2012. 324 с.
2. Мощенок В.И. Современные методы определения твердости. LAPLAMBERT Academic Publishing, 2019. 392 с.
3. Петрикін Є.О., Рибалко І.М. Методика та оцінка вимірювального процесу у  $\alpha$ -Fe. *МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ: Збірка матеріалів XX-го Міжнародного форуму молоді*. Харків: ДБТУ, 2024. С. 139.
4. Маринченко О.С., Рибалко І.М. Застосування методу мікротвердості для оцінки властивостей металів і сплавів. *МОЛОДЬ І ІНДУСТРІЯ 4.0 В XXI СТОЛІТТІ: Збірка матеріалів XIX-го Міжнародного форуму молоді*. Харків: ДБТУ, 2023. С. 129.
5. Кухарева И.Е. Применение индентирования для построения кривой растяжения. *Вестник ХНАДУ*. Харьков, 2011. Вып. 54. С. 33-39.



## ВИЗНАЧЕННЯ ОСЬОВИХ ЗУСИЛЬ ВАРІАТОРА МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА КОМБАЙНА КЗС-9-1 «СЛАВУТИЧ»

Лисенко С. В. старший викладач

Державний біотехнологічний університет

*У роботі викладено метод визначення осьових зусиль клинопасового варіатора молотильного барабана, який враховує основні фактори, що формують величини цих зусиль. Особливістю цього методу є облік просторової картини сил взаємодії клинового паса і дисків варіатора.*

Виробництво зернозбиральних комбайнів потребує високої надійності. При проектуванні значна увага приділяється забезпеченню надійності складових частин та комбайна в цілому. Конструктивно - технологічні зміни, що вводяться, призводять до посилення експлуатаційних режимів навантаження, що необхідно врахувати при проведенні випробувань. Необхідне проведення розрахункових досліджень ресурсовизначальних конструкцій, зокрема варіатора барабана.

Мета. Провести розрахункові дослідження експлуатаційних режимів навантаження деталей варіатора молотильного барабана.

В гідрокерованих варіаторах молотильного барабана комбайнів необхідний натяг паса досягається осьовим впливом пружин, натискних пристроїв гідравлічного типу. Тому для забезпечення працездатності варіатора та його розрахунку необхідно визначити осьові сили. Особливо важливо це для систем з автоматичним регулюванням, що використовують зв'язок осьової сили зі швидкісним та силовим режимами роботи варіатора.

Будемо вважати, що між пасом і шківом має місце нормальний тиск по всій поверхні контакту інтенсивністю  $F_n$ , ковзання в напрямку дотичної дуги кола контакту паса з шківом в межах дуги ковзання  $\alpha_c$  і ковзання в напрямку утворюючої конусної поверхні дисків в межах дуг  $\alpha'_c, \alpha''_c$ , де відбувається радіальне переміщення паса.

Осьову силу слід знаходити по ділянках дуги обхвату  $\alpha'_n, \alpha''_n$  та  $\alpha_c$  в відповідно до особливостей взаємодії паса та шківа на кожній ділянці.

Повна осьова сила на ведучому шківі

$$F_{x1} = \frac{F_t}{2zf} \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F_1 - F_{11}}{2z} \left[ \frac{\alpha'_{n1}}{\operatorname{tg}(\frac{\varphi}{2} + \rho)} + \frac{\alpha''_{n1}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \right] \quad (1)$$

та на веденому

$$F_{x2} = \frac{F_t}{2zft} \left( \cos \frac{\varphi}{2} - f_r \sin \frac{\varphi}{2} \right) + \frac{F_2 - F_{21}}{2z} \left[ \frac{\alpha'_{n2}}{\operatorname{tg}(\frac{\varphi}{2} + \rho)} + \frac{\alpha''_{n2}}{\operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \right] \quad (2)$$

Крім того, в процесі переміщення дисків додатково виникають сила тертя на шліцах ( $F_{ш}$ ) за рахунок моменту, що передається, і сила тертя на валу ( $F_B$ ) в результаті дії затискаючого моменту від несиметричності докладання осьової сили  $F_x$  і від натягу гілок паса - сили, що діє на вал  $F_a$ , що визначається за

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 формулою (3).

$$F_a = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos(180 - \alpha)} - (1 - K)F_{ц} \sin \frac{\varphi}{2} \quad (3)$$

При навантаженні рухомого диска за схемою рис.1, реакції на кромках маточини визначаємо за формулою 4

$$R_1 = \frac{F_x a + 0,5F_a b}{l} \text{ та } R_2 = R_1 - 0,5F_a, \quad (4)$$

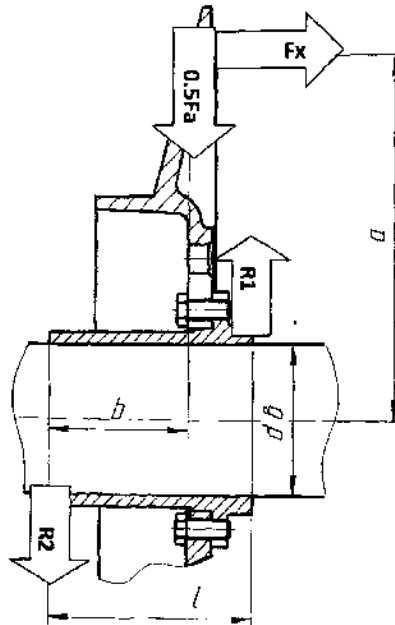


Рис. 1. Схема зусиль, що діють на рухомий диск.

Тягову здатність клинопасової передачі оцінюють крутним моментом  $M_6$ , при якому настає буксування паса на одному з робочих шківів: [1].

$$M_6 = F_{ош} D T h \left( \frac{f\alpha}{2} \right) / \left[ 1 - \mu t h \left( \frac{f\alpha}{2} \right) \right] \quad (5)$$

Висновки. Розглянуто методику визначення діючих осьових зусиль на варіатор молотильного барабана з урахуванням моментів защемлення та сил тертя на валу, що використовує зв'язок осьової сили зі швидкісним та силовим режимом роботи.

Для уточнення експлуатаційних режимів навантаження (діючих навантажень) ресурсовизначальних деталей варіатора барабана, схематизації та складання програми навантаження, необхідні тензOMETричні дослідження в реальних умовах роботи зернозбирального комбайна.

### Список використаних джерел

1. В. Г. Кухтов, С. В. Лисенко, Самарін О. Є. Матеріали 4-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції. Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування СЕУТТОО-2013., м. Херсон-2013.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЦНЕННЯ ШТАМПОВОГО ІНСТРУМЕНТУ З ВИСОКОХРОМИСТОЇ СТАЛІ

**Іванов Є.Д. магістрант; Ільїн М.С. магістрант; Ключко О.Ю. д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна*

*В роботі розглянуто питання зміцнення штампового інструменту з високохромистої сталі Х12МФ шляхом поверхневого термозміцнення плазмою. Встановлено, що після плазмового гартування твердість поверхневого шару кожного зразка в 2 рази перевищує вихідну твердість осердя.*

Основною відмінністю плазмового гартування від об'ємного термозміцнення є короткочасність процесу нагрівання поверхневого шару, одночасно з можливістю створення умов інтенсивного охолодження. Ці фактори мають значний ефект на структуру загартованого шару. Вплив швидкості охолодження проявляється диспергуванням структури, що помітно при металографічному дослідженні.

Головною перевагою плазмового термозміцнення в порівнянні з лазерним є те, що область контакту плазмової дуги з оброблюваним матеріалом значно більше, ніж у лазерного променя, відповідно часу на обробку поверхні штампової оснастки даним методом витрачається менше [1, 2].

Результатом короткочасного перебування сталі при температурах гартування, а також протікання фазових перетворень в області температур вище рівноважних є підвищення механічних властивостей матеріалу в порівнянні з об'ємним гартуванням. При швидкому нагріванні, коли відбувається перекристалізація структурно вільного фериту без впливу атомів вуглецю, розмір зерна аустеніту завжди менше одержуваного при повільному нагріванні до температури аустенізації.

Дослідження з вивчення впливу плазмового гартування проводили на високохромистої сталі Х12МФ, що часто застосовується при виготовленні штампового інструменту – матриці та пуансону для холодного штампування.

Головним завданням такої обробки є формування міцного поверхневого шару (0.7-1.5 мм) з осердям у вихідному стані. Ефект від плазмового термозміцнення високий завдяки досягненню необхідних фізико-механічних характеристик поверхневого шару зі специфічною високодисперсною структурою [3] та формуванню на поверхні стискаючих залишкових напружень.

Обладнання, призначене для плазмового гартування включає: блок апаратури, джерело струму, малогабаритний плазмотрон і механізм для переміщення (плазмотрону або деталі). Як захисним газ у процесі використовували аргон технічний. Контроль якості зміцненого поверхневого шару проводили візуально, порівнюючи колірне забарвлення з еталоном, та за рівнем твердості. Процес проводили в ручному режимі, тому на зміцненій поверхні можливе утворення невеликих дефектів у вигляді напливів та оплавлення, що пов'язано з коливаннями швидкості та розмірів дуги, а також

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
низькою теплопровідністю сталі X12МФ. Тому після термічної обробки потрібно проводити операцію шліфування на глибину 0.3-0.4 мм, з шорсткістю Ra0,8. Після цього на електроерозійному верстаті відбирали зразки поверхні для проведення металографічних досліджень. Мікротвердість визначали стандартним способом, структуру зразка вивчали на металографічному мікроскопі. Структура зміцненого шару і осердя зразка із сталі X12МФ зображена на (рис. 1, а і б).

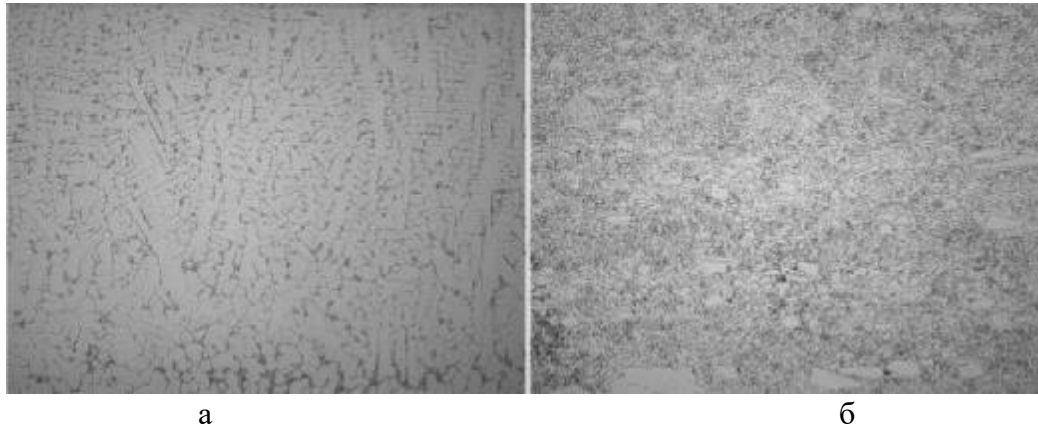


Рис. 1 - Мікроструктура зміцненої поверхні зразка (а) та осердя (б),  $\times 100$

Встановлено, що мікроструктура зміцнений шар складається з дендритної структури, тоді як осердя має в своїй структурі суміш зернистого перліту з карбідами. Лита дендритна структура поверхневого є оптимальною для штампового інструменту через відсутня карбідної неоднорідності. Глибина зміцненого шару зразка становила: 0,4...0,8 мм. Встановлено, що після плазмового гартування твердість поверхневого шару кожного зразка в 2 рази вище твердості осердя.

**Висновки.** За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що глибина поверхневого шару штампового інструменту загартованого плазмою склала 0,4...0,8 мм з твердістю 60 HRC. Показано, що автоматизація плазмового гартування забезпечує точне дотримання оптимальних параметрів технологічного процесу, призведе до усунення дефектів у вигляді раковин, мікротріщин та напливів.

#### Список джерел посилання

1. Xiang Y., Yu D., Li Q., Peng H., Cao X., Yao J. Effects of thermal plasma jet heat flux characteristics on surface hardening. *Journal of Materials*. 2015. P.238-246.
2. S.P. Romaniuk, M.S. Bilinska, A.V. Taran, O.Yu. Klochko, et al. Non-Destructive Control of PVD Coating Surface Defects. *Problems of Atomic Science and Technology*. 2022. №6(142). Series: Plasma Physics (27), p. 139-142. <https://doi.org/10.46813/2022-142-139>
3. Виробництво та застосування прокатних валків. Довідник: за ред. проф. Скобло Т.С. /Т.С. Скобло, О.І. Сідашенко, Н.М. Александрова, Є.Л. Белкін, В.М. Власовець, О.Ю. Ключко, О.Д. Мартиненко // Харків: ЦД №1, 2013. - 572с.

## ВПЛИВ ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ НА СТРУКТУРУ І РІВЕНЬ НАПРУГ У ХРОМОНІКЕЛЬОВИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКАХ

**Автухов А.К. д.т.н., проф.; Ковалевський Є.В. аспірант;  
Бантиш В.М. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі розглядаються причини виникнення внутрішніх напружень та дефектів у процесі виробництва хромонікелевих хвалків, зумовлених нерівномірним охолодженням різних зон вилівка. Швидке охолодження робочого шару з використанням кокіля призводить до виникнення термічних напруг та деформацій, що викликає гарячі та холодні тріщини. Показано, що питання забезпечення оптимального рівня експлуатаційних властивостей хромонікелевих валків є актуальними та вимагають розгляду.*

Чавунні двошарові хромонікелеві валки виконання ЛПХНМд широко використовуються в клітях безперервних і напівперервних широкосмугових, середнє і товстолистових, а також дрессировувальних станів. Валки відливають двома способами: стаціонарним і відцентровим способом[1].

При литті валків та швидкому охолодженні робочого шару за допомогою кокіля виникає нерівномірний розподіл температур за обсягом вилівка [2]. Робочий шар охолоджується швидше, ніж серцевина і шийки валка, що призводить до значної внутрішньої термічної напруги. Ці напруги утворюються через різницю у швидкості охолодження різних зон валка, що з рештою викликає деформацію матеріалу.

При значному рівні термічної напруги тіло валка стає схильним до виникнення тріщин різного типу. Гарячі тріщини виникають на стадії початкового твердіння, коли робочий шар піддається високим температурним градієнтам. Ці тріщини виникають через пластичну деформацію, що виникає при нерівномірному охолодженні та затвердінні металу. Холодні тріщини, навпаки, утворюються при подальшому охолодженні матеріалу, що вже затвердів, коли валок остигає до низьких температур. Ці тріщини утворюються через внутрішні залишкові напруги, які не можуть бути зняті через високу твердість вже затверділого металу.

Для зменшення ризику таких дефектів необхідно оптимізувати процес охолодження: зменшити швидкість відведення тепла від робочого шару, застосовувати метод поступового охолодження для серцевини та шийок та контролювати параметри охолоджуючого середовища, щоб знизити різницю температур.

При охолодженні литої заготовки після кристалізації виникають не тільки термічні напруги, але й фазові, зумовлені зміною фазового складу та структурними перетвореннями в металі. Одним із значущих процесів є графітизація, яка є виділенням вуглецю у вигляді графітових включень, особливо в високовуглецевих сплавах. Графітизація може викликати зниження міцності та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 твердості, а також призводить до збільшення обсягу матеріалу, що додає внутрішніх напруг у виливку.

Іншим важливим процесом є утворення надлишкових фаз, таких як карбіди та інтерметаліди, які можуть випадати за певних температур охолодження. Ці фази створюють додаткову напругу у виливку, так як їх утворення супроводжується зміною обсягів і розподілом щільності в середині матеріалу, що вносить нерівномірність в структуру і призводить до появи мікротріщин і пір.

У залізобуглецевих сплавах, при різкому охолодженні можливе утворення мартенситу - твердої, але тендітної фази, яка супроводжується збільшенням обсягу і викликає значні внутрішні напруження. Мартенситне перетворення призводить до виникнення високих внутрішніх напруг розтягуючого типу, які можуть спровокувати холодні тріщини, особливо за наявності концентрацій напруги.

Крім фазових перетворень, у виливку також виникають усадкові напруги. У процесі кристалізації та охолодження матеріал прагне зменшитися в обсязі, але через обмеження з боку форми кокіля або власну геометрію заготівлі його усадка часто буває утруднена. Це призводить до розтягуючих садибних напруг, які можуть стати причиною макротріщин, зниження щільності і суцільності матеріалу. Зниження цих напруг досягається за рахунок оптимізації температури та швидкості охолодження, застосування попереднього підігріву кокіля, вибору відповідних режимів термообробки, а також використання проміжного відпалу для зняття внутрішніх напруг, що утворилися внаслідок фазових перетворень та усадки. Термічна обробка хромонікелевих валків відіграє ключову роль у зниженні залишкової напруги, що виникає через нерівномірне охолодження і фазових перетворень.

До термічної обробки пред'являється низка вимог. Режим термічної обробки повинен виключати додаткову графітизацію робочого шару валка при його подальшій експлуатації, так як фазові перетворення, що відбуваються при цьому, спотворюють розміри виробу, підвищують напруги в робочому шарі і сприяють утворенню тріщин розпалу.

Наразі єдиної думки щодо температури термічної обробки двошарових хромонікелевих валків для гарячої прокатки немає.

Питання визначення необхідної температури та кратність нагріву прокатних валків із хромонікелевого чавуну для забезпечення оптимального рівня експлуатаційних властивостей є актуальними і вимагають розгляду.

### **Список використаних джерел**

1. Автухов А.К. Обобщение разработок по использованию и производству хромоникелевого чугуна для изготовления прокатных валков. *Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві: Вісник ХНТУСГ Х.*: ХНТУСГ, 2017. Вип.183. С. 64-76.
2. Скобло Т.С., Автухов А.К., Белкин Е.Л. Методика расчета термических деформации и температурных напряжений в прокатных валках при их кристаллизации. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. Луцьк. 2016. Вип. №54. С. 174-179.

## **ЕЛЕКТРОДУГОВА МЕТАЛІЗАЦІЯ: ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ЧАВУННИХ ГАЛЬМІВНИХ БАРАБАНІВ**

**Автухов А.К. д.т.н., проф.; Білоус О.В. магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі надана інформація щодо використання електродугової металізації для відновлення працездатності чавунних гальмівних барабанів. Показано, що метод забезпечує зносостійкість і корозійностійкість покриття, дозволяючи швидко відновлювати гальмівні барабани, без суттєвого нагрівання, що запобігає виникненню деформацій і тріщин. Перевагами технології є універсальність застосування, висока продуктивність, а також мінімальна потреба в попередній обробці поверхні. Зазначено, що при використанні електродугової металізації для відновлення тормозних барабанів слід приділити увагу вибору оптимального методу механічної обробки нанесених шарів.*

Електродугова металізація — це процес нанесення металевого покриття на поверхню деталі за допомогою розпилення металу, який розплавляється в електричній дузі та осаджується на деталь у вигляді дрібних частинок [1]. Цей метод широко застосовується для відновлення чавунних деталей, зокрема, для зміцнення поверхонь і захисту їх від зносу. Основні переваги електродугової металізації при відновленні зношених поверхонь чавунних деталей: можливість відновлення великих деталей, зносостійкість покриття, відсутність значного нагріву деталі, швидкість процесу, універсальність застосування, відсутність необхідності в складній попередній обробці.

Електродугова металізація підходить для відновлення великих чавунних деталей, таких як вали, корпуси, циліндри та гальмівні барабани. Цей метод дозволяє рівномірно наносити покриття на великі площі.

Метод дозволяє наносити покриття з матеріалів, що мають високі зносостійкі та корозійностійкі властивості, що значно підвищує довговічність відновлених деталей.

Під час електродугової металізації деталь не піддається сильному нагріванню, що мінімізує ризик утворення термічних напружень, деформацій та тріщин у чавуні, які можуть виникати під час інших методів наплавки.

Електродугова металізація є порівняно швидким методом відновлення. Висока продуктивність процесу дозволяє відновлювати великі площі в короткі терміни, що робить цей метод ефективним для великих обсягів роботи.

Метод може використовуватися для нанесення різних металів і сплавів, що дозволяє вибирати матеріал покриття залежно від умов експлуатації відновленої деталі.

Для застосування електродугової металізації не потрібно ретельної підготовки деталі, як це буває при зварюванні або наплавленні. Основною умовою є чистота поверхні.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

До недоліків відновлення тормозних барабанів електродуговою металізацією можна віднести наступне: пористість покриття, обмежену товщина шару, та складність обробки нанесеного шару.

Одним із основних недоліків електродугової металізації є утворення пористого покриття. Це може знизити механічну міцність покриття і зробити його менш ефективним у певних умовах експлуатації, наприклад, при дії високих навантажень або агресивних середовищ.

Електродуговою металізацією можна наносити лише відносно тонкі шари покриття. Якщо потрібна значна товщина для відновлення сильно зношених деталей, метод може бути недостатньо ефективним і вимагатиме застосування інших технологій або кількох шарів.

Складність обробки чавунних деталей, відновлених електродуговою металізацією обумовлена високою твердістю та схильністю до наклепу нанесеного шару, виділення тепла при обробці і як наслідок – високі вимоги до охолодження інструменту.

Висока твердість покриття, що отримане електродуговою металізацією, часто має високу твердість, що вимагає застосування інструментів з високою зносостійкістю.

При обробці матеріали, отримані методом металізації, схильні до наклепу, що може призводити до погіршення якості поверхні і зміни геометричних параметрів деталі.

Під час обробки може виділятися значна кількість тепла, що може призвести до зміни властивостей покриття та погіршення якості обробки.

Для запобігання передчасного зношування інструменту необхідно забезпечити ефективне охолодження під час обробки.

Електродугова металізація є ефективним методом відновлення чавунних деталей, особливо для великих поверхонь. Для досягнення високої якості обробки необхідно враховувати особливості покриття, що отримується методом металізації, і підбирати відповідні технологічні режими.

При використанні електродугової металізації для відновлення тормозних барабанів слід приділити увагу вибору оптимального методу механічної обробки нанесених шарів.

### **Список використаних джерел**

- 1 Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с



## ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ ХРЕСТОВО-ФРИКЦІЙНИХ МУФТ ЗЧЕПЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Автухов А.К. д.т.н., проф.; Корнієнко О. Є. бакалавр

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі наведені пошкодження, що виникають у деталей хрестово-фрикційних муфт зчеплення вантажних автомобілей при експлуатації. Запропоновано спосіб відновлення зношених поверхонь.*

Хрестово-фрикційні муфти зчеплення широко використовуються на вантажних автомобілях для передачі крутного моменту [1]. Однак, як і будь-які механізми, вони схильні до зносу і різних дефектів, що може знижувати їх ефективність і навіть призводити до руйнувань. Найбільш навантаженими деталями хрестово-фрикційних муфт зчеплення є маховики та провідні диски. У процесі експлуатації виникають зноси пазів маховика (рис.1) і шипів провідних дисків.

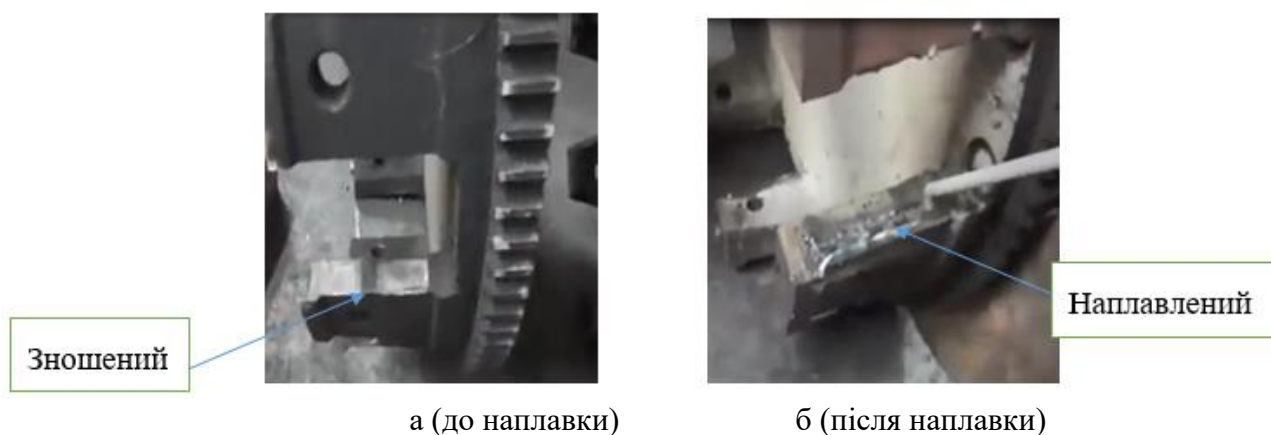


Рис.1. Зовнішній вигляд маховика до та після наплавлення

Значні зноси поверхонь пазів маховика і шипів провідних дисків призводять до порушення центрування середнього та натискного дисків, їх зміщення і, як наслідок, утворення та безперервного зростання дисбалансу. Зростання дисбалансу посилює зноси і робить ще більш невизначеним центрування провідних дисків, що призводить до змінювання поверхонь, що контактують, і схемі передачі навантажень.

При усуненні зношування пазів маховика і шипів провідних дисків доцільно використовувати наплавлення підшару електродом УТР 8, а робочий шар електродами Т-620 (рис.1) [2].

Такий спосіб наплавлення забезпечує відновлення деталей, що ремонтуються, і дозволяє знизити витрати при ремонті деталей, забезпечує отримання відновленого шару високої якості з найбільшою зносостійкістю, який добре піддається обробці шліфуванням.

## Література

1. Кисликов, В. Ф., Лущик, В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. – 5-те вид. – К.: Либідь, 2005. – 400 с.: іл.
2. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 № 1/11 – 545) – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с

УДК 621.771.63

## ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНЬ В ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ У ВАЛКАХ ПОВЗДОВЖНІХ ЗАМКНУТИХ ГОФРІВ

Абдула А. Г. здобувач; Тришевський О. І. д.т.н., професор

Державний біотехнологічний університет

*Апроксимуючи поліномом 8-го ступеня розподіл стоншення по ширині гофра, методом найменших квадратів розв'язували отримані методами теорії пластичності рівняння рівноваги і замінювали в отриманих рівняннях похідні на кінцеві різниці. При цьому отримали систему нормальних рівнянь для визначення середнього напруження в точках осередку деформації. Складено програму і виконано розрахунок напруженого стану під час формування профілю обшивки піввагонів з поздовжніми періодичними гофрами зі сталі 09Г2.*

Для визначення тиску металу на валки необхідно знати напруження, що виникають у процесі формування в кожній точці ділянки контакту заготовки, що формується, з поверхнею інструменту для формування, у цьому випадку, з валками.

У дослідженні для визначення напружень було застосовано такий метод розрахунку. Раніше отримана крива розподілу потоншення на відформованому гофрі була апроксимована поліномом 8-го ступеня:

$$f(x) = -0,174 + 177,796x - 1241,264x^2 + 3719,531x^3 - 5916,201x^4 + 5396,816x^5 - 2834,682x^6 - 796,479x^7 - 92,604x^8, \quad (1)$$

З цього виразу на основі залежностей теорії пластичності знаходили поле швидкостей переміщень:

$$v_y = -f(x) \frac{2y}{s_0}; \quad v_x = \frac{2}{s_0} \int f(x) dx, \quad (2)$$

а також поле швидкостей деформацій та інтенсивність швидкостей деформацій у всіх точках осередку деформації (напружено-деформований стан при цьому вважали плоским):

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\partial v_x}{\partial x}; \quad \varepsilon_{yy} = \frac{\partial v_y}{\partial y}; \quad \varepsilon_{xy} = \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x}; \quad \varepsilon_i = \frac{2}{\sqrt{3}} \sqrt{\varepsilon_{xx}^2 + \frac{1}{4} \varepsilon_{xy}^2} \quad (3)$$

Враховуючи залежності [1]:

$$\sigma_{xx} = \sigma + 2\mu_i \varepsilon_{xx}; \quad \sigma_{yy} = \sigma + 2\mu_i \varepsilon_{yy}, \quad (4)$$

отримаємо такі рівняння рівноваги:

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x} = -\mu_i \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} \right) - 2 \frac{\partial \mu_i}{\partial x} \frac{\partial v_x}{\partial x} - \frac{\partial \mu_i}{\partial y}; \quad \frac{\partial \sigma}{\partial y} = -\mu_i \left( \frac{\partial^2 v_y}{\partial x^2} \right) - 2 \frac{\partial \mu_i}{\partial y} \frac{\partial v_y}{\partial y} - \frac{\partial \mu_i}{\partial x} \frac{\partial v_y}{\partial x}. \quad (5)$$

Ця система невизначена, оскільки в ній кількість рівнянь більша за кількість невідомих. Рішення шукаємо за методом найменших квадратів, мінімізуючи суму квадратів абсолютних нев'язок. Замінюючи в рівняннях похідні на кінцеві різниці та складаючи систему нормальних рівнянь, отримуємо для визначення середнього напруження в довільній точці осередку деформації (i, j) таку ітераційну формулу:

$$\sigma[i, j] = \frac{1}{4} \{ [i, j + 1] + \sigma[i, j - 1] + \sigma[i + 1, j] + \sigma[i - 1, j] - F[i, j + 1]\Delta x + F[i, j - 1]\Delta x - F_1[i + 1, j]\Delta y + F_1[i - 1, j]\Delta y \} \quad (6)$$

Для верхньої межі осередку деформації ітераційна формула набуває вигляду:

$$\sigma[i, j] = \frac{1}{3} \{ \sigma[i, j + 1] + \sigma[i, j - 1] + \sigma[i - 1, j] - F[i, j + 1]\Delta x + F[i, j - 1]\Delta x + F_1[i - 1, j]\Delta y \} \quad (7)$$

Для бічних меж було задано такий закон зміни:

$$\sigma[i, j] = \frac{\sigma_s(i-1)}{m}. \quad (8)$$

Було складено програму і виконано розрахунок напруженого стану під час формування профілю обшивки піввагонів із поздовжніми періодичними гофрами зі сталі 09Г2 ( $\sigma_s=0,024515\text{МПа}$  ( $25\text{кГ/мм}^2$ ),  $B=218\text{ мм}$ ,  $s_0=4\text{ мм}$ ) (Рис. 1), для якого експериментально визначали криву потоншення. Було визначено значення  $\sigma$ ,  $\sigma_{xx}$ ,  $\sigma_{yy}$ ,  $\tau_{xy}$ , рівномірно розподілені по ширині осередку деформації  $B$ , яке було розділено на 16 рівних ділянок.

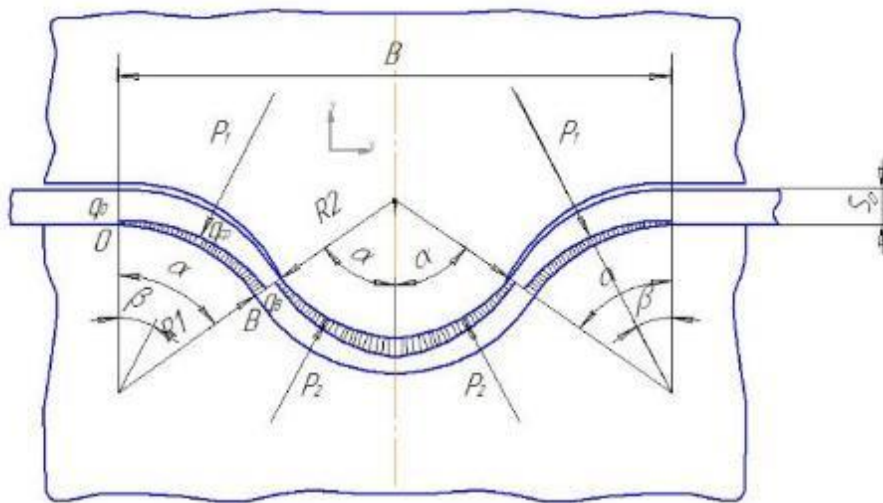


Рис. 1 Схема осередку деформації під час формування поздовжніх періодично повторюваних гофрів

Таблиця 1 Розподіл середнього нормального напруження  $\sigma$  по осередку деформації

	50,4	39,7	32,1	27,4	24,2	21,1	18,8	17,4
	51,4	39,4	31,0	26,1	22,7	19,7	17,4	16,1
S	52,9	38,2	28,5	23,1	19,7	16,9	14,8	13,6
	53,8	34,8	23,6	18,1	15,1	12,7	10,9	9,9
	50,7	26,3	15,0	10,6	8,6	7,1	5,9	5,3
	31,4	7,5	1,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,04
	17,4	18,8	21,1	24,2	27,4	32,1	39,7	50,4
	16,1	17,4	19,7	22,7	26,1	31,0	39,4	51,4
S	13,6	14,8	16,9	19,7	23,1	28,5	38,2	52,9
	9,9	10,9	12,7	15,1	18,1	23,6	34,8	53,8
	5,3	5,9	7,1	8,6	10,6	15,0	26,3	50,7
	0,04	0,2	0,4	0,4	0,5	1,5	7,5	31,4

Таблиця 2 Розподіл напружень  $\sigma_{xx}$  в зоні формовки повздожніх гофрів

	32,2	21,5	13,9	9,3	6,0	3,0	0,6	-0,8
	33,3	21,2	12,8	7,9	4,5	1,6	-0,8	-2,1
S	34,7	20,0	10,3	4,9	1,6	-1,3	-3,4	-4,6
	35,6	16,6	5,4	-0,09	-3,1	-5,5	-7,3	-8,3
	32,6	8,2	-3,2	-7,6	-9,6	-11,1	-12,3	-12,9
	13,2	-10,6	-16,7	-17,7	-17,7	-17,8	-18,0	-18,1
	-0,8	0,6	3,0	6,0	9,3	13,9	21,5	32,2
	-2,1	-0,8	1,6	4,5	7,9	12,8	21,2	33,3
S	-4,6	-3,4	-1,3	1,6	4,9	10,3	20,0	34,7
	-8,3	-7,3	-5,5	-3,1	-0,09	5,4	16,6	35,6
	-12,9	-12,-18,0	-11,1	-9,6-17,7	-7,6	-3,2	8,2	32,6
	-18,1		-17,8		-17,7	-16,7	-10,6	13,2

Таблиця 3 Розподіл напружень  $\sigma_{yy}$  по по осередку деформації

	68,6	57,9	50,2	45,6	42,3	39,3	36,9	35,6
	69,6	57,6	49,2	44,3	40,9	37,9	35,6	34,3
S	71,1	56,4	46,7	41,3	37,9	35,1	33,0	31,8
	72,0	53,0	41,8	36,3	33,3	30,9	29,1	28,1
	68,9	44,5	33,2	28,8	26,8	25,3	24,1	23,4
	49,6	25,7	19,7	18,7	18,7	18,5	18,4	18,2
	35,6	36,9	39,3	42,3	45,6	50,2	57,9	68,6
	34,3	35,6	37,9	40,9	44,3	49,2	57,6	69,6
S	31,8	33,0	35,1	37,9	41,3	46,7	56,4	71,1
	28,1	29,1	30,9	33,3	36,3	41,8	53,0	72,0
	23,4	24,1	25,3	26,8	28,8	33,2	44,5	68,9
	18,2	18,4	18,5	18,7	18,7	19,7	25,7	49,6

Таблиця 4 Розподіл дотичних напружень  $\tau_{xy}$  в зоні формовки поздовжніх гофрів

	0,04	-0,2	-0,2	-0,09	-0,01	0,01	-0,004
	0,04	-0,2	-0,2	-0,08	-0,01	0,01	-0,003
S	0,03	-0,2	-0,2	-0,07	-0,009	0,009	-0,003
	0,03	-0,2	-0,1	-0,06	-0,007	0,007	-0,002
	0,02	-0,1	-0,1	-0,05	-0,006	0,006	-0,002
	0,02	-0,09	-0,08	-0,04	-0,004	0,004	-
	0,004	-0,001	0,01	0,09	0,2	0,2	-0,04
	0,003	-0,001	0,01	0,08	0,2	0,2	-0,04
S	0,003	-0,009	0,009	0,07	0,2	0,2	-0,03
	-0,002	-0,007	0,007	0,06	0,1	0,2	-0,03
	-0,002	-0,006	0,006	0,05	0,1	0,1	-0,02
	0,001	-0,004	0,004	0,04	0,08	0,09	-0,02

### Висновок

Шляхом апроксимації кривої розподілу стоншення по ширині замкнутого гофра поліномом 8-го ступеня та використовуючи отримані методами теорії пластичності рівняння рівноваги, в яких похідні замінювали кінцевими різницями, була отримана система нормальних рівнянь для визначення середнього напруження в точках осередку деформації.

Числове визначення розподілу напружень по ширині замкнутого гофра було зроблене для профілю обшивки піввагонів з поздовжніми періодичними гофрами зі сталі 09Г2 за допомогою спеціально розробленої розрахункової програми.

Отримані дані можуть бути використані для визначення нормальних тисків під час формоутворення у валках поздовжніх гофрів, що періодично повторюються.

### Список використаних джерел

1. Alekseev Yu.N. Voprosyi plasticheskogo techeniya metallov. Harkov, izd-vo HGU, 1958.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АНТИФРИКЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ КОМБІНОВАНИМ АРГОНОДУГОВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ**

**Шаламов В.О. магістрант; Колісниченко Д. С. магістрант;  
Дерябкіна Є.С. к.т.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Дана робота присвячена питанням отримання високоякісного покриття з алюмінієвої бронзи Бр АМц 9-2 на низьковуглецевій сталі комбінованим аргонодуговим наплавленням. Зниження ступеня зосередженості дуги, за рахунок використання як електрода циліндричного плоскозаточеного вольфрамового прутка, що не плавиться, призводить до підвищення технологічних характеристик наплавленого шару.*

Підвищення якості та збільшення експлуатаційної надійності тракторів поставило ряд завдань щодо збільшення антифрикційних властивостей пар та вузлів тертя деталей двигунів [1]. З економічних міркувань запропоновано виготовити поршень з низьковуглецевої сталі з нанесенням антифрикційного шару з алюмінієвої бронзи Бр АМц 9-2 на поверхні, що сполучаються з гільзою.

Основні проблеми отримання високоякісного покриття з алюмінієвої бронзи Бр АМц 9-2 на низьковуглецевій сталі пов'язані з утворенням у процесі нанесення антифрикційного шару ряду характерних дефектів і, в першу чергу, тріщин на межі сплаву «бронза-сталь», що істотно знижують працездатність антифрикційного шару. Першорядну роль при утворенні мікро – тріщин відіграють температурні умови формування шару, що наплавляється, які визначаються тепло вкладенням [2]. Тому при розробці технологічного процесу необхідно прагнути до мінімального тепло вкладання в основний метал.

З аналізу переваг та недоліків способів нанесення антифрикційних покриттів, а також результатів попередніх досліджень встановлено, що найбільш раціональним способом нанесення антифрикційного покриття є дводугове (комбіноване) аргонодугове наплавлення вольфрамовим електродом, що не плавиться[3].

Основними труднощами розробки технології наплавлення алюмінієвої бронзи на сталь є вузький діапазон оптимальних значень ефективної теплової потужності джерела нагріву і структурна неоднорідність металу перехідної зони. З одного боку збільшення ефективної потужності призводить до збільшення глибини проплавлення в процесі наплавлення бронзи на сталь, що несприятливо впливає на властивості біметалічного з'єднання, з іншого боку підвищується розтікання бронзи по сталі, що сприяє отриманню якісного з'єднання.

Аналіз можливих схем нанесення алюмінієвої бронзи на сталь показав, що застосування дводугової схеми підключення на постійному струмі прямої полярності дозволяє гнучкіше підійти до визначення зміни інтервалу ефективної теплової потужності. Основна дуга збуджується між неплавким вольфрамовим електродом і дротом присадки, а допоміжна (низько амперна) – між тим же

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 електродом, що не плавиться, і основним металом. В даному випадку з'являється можливість регулювати процеси підігріву основного металу та плавлення дроту присадки за рахунок співвідношення ефективних потужностей двох дуг.

Збільшення вмісту вуглецю у сталі, хімічний склад дроту присадки, величина зварювального струму збільшують глибину проникнення бронзи в сталь. Орієнтація зварювальної головки що до виробу, кут нахилу до вертикалі та її положення відносно zenіту, швидкість плавлення присадного дроту, полярність при дводуговій схемі підключення дозволяють зменшити глибину проникнення. Кут відхилення дуги зростає прямо пропорційно зі збільшенням струму в дроті присадки. Для забезпечення максимального тепло вкладання у дріт присадки визначено кут її введення в область горіння дуги  $\sim 15^\circ$ . Якість наплавлення визначається можливістю регулювання тепло вкладання у основний метал і дріт присадки.

Електрична дуга вольфрамового електроду, що не плавиться, має два режими горіння: з зосередженою та розосередженою катодною плямою. При використанні режиму горіння дуги з розосередженою катодною плямою щільність струму на робочій ділянці електроду зменшується на 2-3 порядки, що значно підвищує його стійкість.

Дослідження показали, що зі збільшенням кута при вершині робочої частини електроду, що не плавиться, змінюється характер розподілу тиску дуги. При цьому випадкові коливання анодної плями не викликають таких значних відхилень положення валика, що наплавляється, від вісі шва, як у разе застосування стандартного (гостро заточеного) електроду. Для забезпечення температурних умов реалізації режиму роботи вольфрамового електроду, що не плавиться, з розподіленою катодною плямою були проведені експериментальні дослідження та чисельне моделювання. Встановлено, що щільність струму при розподіленій катодній плямі на робочій ділянці електрода зменшується у двічі, що значно підвищує його стійкість і зменшує число пере заточок. Основним фактором, що стримує широке застосування катодів, які плоско заточені, є вузький струмовий діапазон горіння дуги з розподіленою катодною плямою (30...50 А/мм). Визначена можливість його збільшення за рахунок зміни величини вильоту катоду з мідної цанги.

Проведені дослідження з оцінки впливу кута робочої частини неплавного вольфрамового електрода і повторної дугової обробки в режимі оплавлення показують, що зі збільшенням кута робочої частини електрода змінюється геометрія профілю шару, що наплавляється. У разе наплавлення плоско заточеним електродом характер профілограми шару, що наплавляється, стає більш плавним, чим при використанні стандартного (гостро заточеного). Повторне дугове оброблення шару, який наплавляється, без подачі дроту присадки сприяє стабілізації його геометричних параметрів, що призводить до подальшого згладжування профілю та заварювання дефектів поверхні. Кількісно це характеризується двома параметрами: по-перше максимальною різницею висот між найбільш високою і низькою точками наплавленого шару  $h = h_{\max} - h_{\min}$  і по-друге, площею  $S$ , яку необхідно зняти механічною обробкою для отримання плоскої поверхні.

Параметри режиму обробки вибираються так, щоб глибина під плавлення шару, який наплавляється, не перевищувала 0,5 мм (1/3 товщини шару, який наплавляється), що не впливає на його властивості. Визначені кількісні характеристики поверхні, що наплавлені: із застосуванням стандартного електроду  $-\Delta h=0,98\text{мм}$  при  $S=58\text{ мм}^2$ , плоско заточеного неплавного вольфрамового електроду  $-\Delta h=0,64\text{мм}$  при  $S=38\text{ мм}^2$  і подальшої дугової обробки наплавленого шару  $-\Delta h=0,44\text{мм}$  при  $S = 26\text{ мм}^2$  на наступних параметрах режиму:  $I = 60\text{ А}$ ;  $U = 18$ ;  $V = 0,34\text{ м/хв}$ .

Отримані результати свідчать, що застосування плоско заточеного вольфрамового катоду, що не плавиться, і подальша дугова обробка призводить до зменшення трудомісткості механічної обробки, можливості отримання антифрикційного шару більше 1,5 мм з мінімальними втратами алюмінієвої бронзи.

Проведені дослідження показали, що зниження ступеня зосередженості дуги за рахунок використання у якості електроду, що не плавиться циліндричного плоско заточеного вольфрамового прутка, призводить до підвищення технологічних характеристик шару, що наплавляється. Застосування комбінованого аргонодугового способу наплавлення алюмінієвої бронзи на низьковуглецеву сталь дозволяє гнучко регулювати тепло вкладання в основний метал і дріт, що підвищує якість антифрикційного шару.

#### **Список використаних джерел**

1. Повышение качества восстановления деталей машин / М.И. Черновол, С.Е. Поединок, Н.Е. Степанов. Киев: Техніка, 1989.-168с.
2. Дерябкина Е. С. Анализ основ упрочнения низколегированных сталей и выбор сварочных материалов для многодуговой сварки под флюсом труб из стали 17Г1С-У / *Машинобудування: зб. наук. пр. Укр. інж.-пед. акад.* Харків, 2017, № 19. - С. 133-138.
3. Фролов Е.А., Дерябкина Е.С., Резниченко Н.К. Исследование влияния покрытий и способов производства направляющих элементов на их износостойкость / *Открытые информационные технологии. Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского "ХАИ"*. Харків. 2020, Вип.89.- С.33-47.



## АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВИ УТИЛІЗАЦІЇ ПЛАСТИКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ СПИСАНИХ КОМБАЙНІВ

Гуримський В.В. магістрант, кер. Науменко О.А., к.т.н., проф.

*ДБТУ, м. Харків, Україна*

*Виконаний аналіз відсотків щорічного списання спеціальних комбайнів, Проаналізована динаміка зростання пластикових елементів в їх конструкції, розраховані приблизні об'єми пластикових відходів на найближчу перспективу.*

Проблема накопичення пластикових відходів набуває дедалі більшої гостроти, особливо в аграрному секторі. Списані сільськогосподарські машини, зокрема комбайни, є значним і щороку зростаючим постачальником пластикових відходів. Комбайни містять велику кількість пластикових деталей – від дрібних кріплень до великих бункерів, але не існує єдиної бази даних, яка б точно відображала кількість списаних комбайнів та обсяг пластикових відходів від них. Пластик розкладається сотні років, забруднюючи довкілля та завдаючи шкоди екосистемам.

**Мета досліджень:** Аналіз динаміки накопичування пластикових відходів від списаних комбайнів різних типів (зернозбиральних, кукурудзозбиральних, кормозбиральних), оцінка їх кількісного внеску в екологічне навантаження, а також прогнозування обсягів цих відходів до 2030 року з метою розробки рекомендацій щодо їх утилізації та повторного використання.

**Завдання:** Визначити відсоток щорічного списання комбайнів різних типів, оцінити зміни у використанні пластикових елементів в сільськогосподарській техніці та зробити прогноз обсягів пластикових відходів на найближчу перспективу.

1. **Аналіз динаміки списання комбайнів.** Були проведені дослідження, які базувалися на матеріалах Державної служби статистики України. Використовувалися три варіанти отримання інформації щодо списання техніки АПК, які представлені в роботі [1]/

Табл. 1 Списано комбайнів у відсотку до наявності на початок року

Роки	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
зернозбиральні	3,1	2,5	3,2	2,6	2,2	2,4	2,7	2,8	3,3
кукурудзозбиральні	5,5	4,7	4,6	4,5	4,9	4,1	3,5	3,2	3,6
кормозбиральні	5,6	4,4	5,6	4,6	3,5	4,7	4,1	3,9	3,8

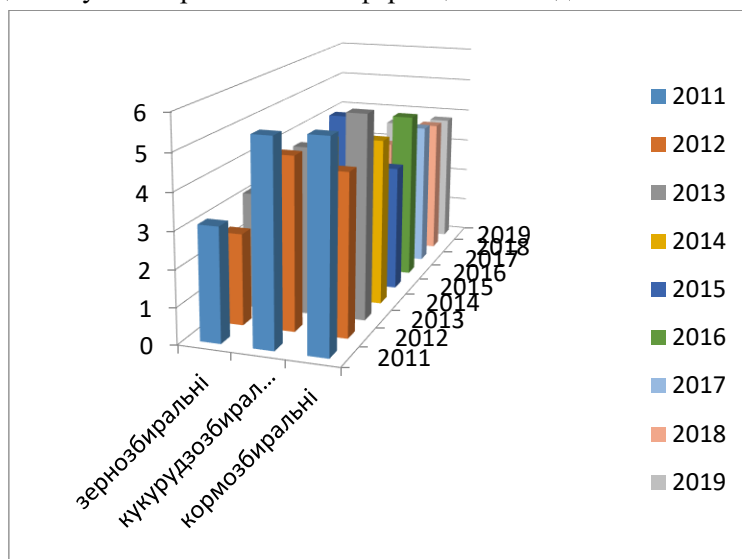


Рис.1 Графік динаміки списання різних типів комбайнів з 2011 по 2019 роки.

**Зернозбиральні комбайни:** загалом, показники списання варіювалися між 2,2 та 3,3%, найменше списання — у 2015 році (2,2%). найбільше списання — у 2019 році (3,3%), динаміка досить стабільна з невеликим спадом до 2015 року та поступовим зростанням до 2019 року.

**Кукурудзозбиральні комбайни:** списання поступово зменшувалося з 2011 року (5,5%) до 2018 року (3,2%), лише у 2015 році відбулося невелике збільшення (4,9%), у 2019 році списання знову трохи зросло до 3,6.

**Кормозбиральні комбайни:** найбільше списання в 2011-13 роках(5,6%),Після 2013 року спостерігається загальне зменшення списання, яке стабілізувалося в діапазоні 3,5–4,7%.

## 2. Аналіз кількості пластикових елементів на комбайні.

Динаміка частки пластикових елементів на комбайнах вивчалась на основі аналізу інформації фірм -виробників, яка доступна на сайтах. Як свідчить рис 2, вона демонструє стабільне зростання з 2000 по 2030 рік.

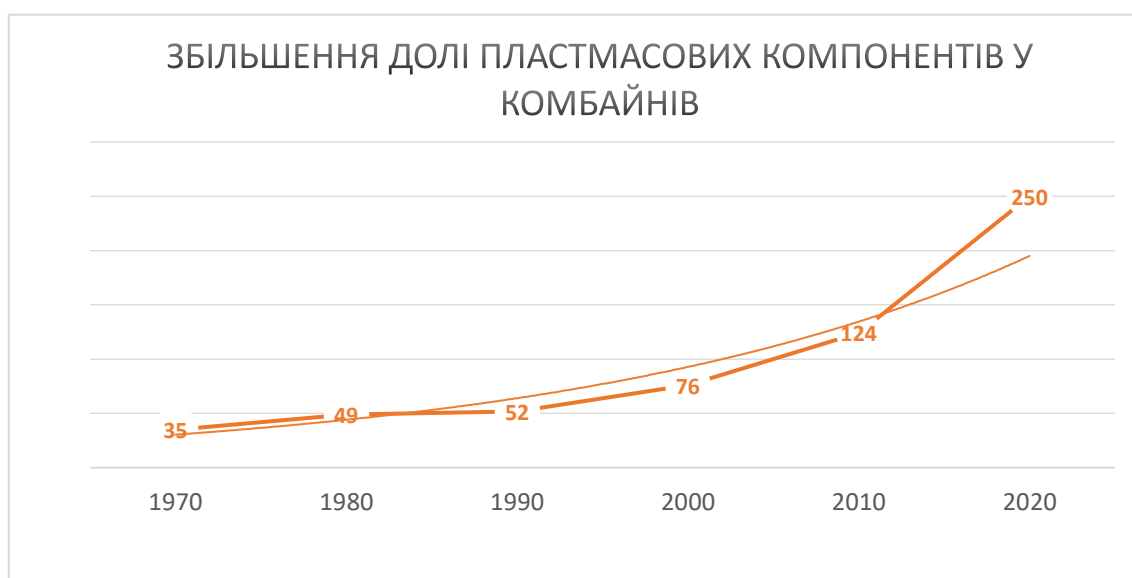


Рис. 2. Графік зростання маси пластикових елементів.

### 3. Розрахунок пластикових відходів на списаних комбайнах по Україні

Для розрахунку пластикових відходів на списаних комбайнах в Україні, використовується формула:

$$M = \frac{N * k}{100} * m$$

де  $M$  — маса пластикових відходів, що утворюються в результаті списання комбайнів, (в тоннах або кг);

$N$  — кількість комбайнів, які використовуються в  $i$ -тому році;

$k$  — відсоток списання комбайнів у тому ж році;

$m$  — середня маса пластикових матеріалів на одному комбайні в  $(i-10)$  році.

#### Результати розрахунків пластикових відходів (2011–2019)

Рік	Зернозбиральні (тисяч кг)	Кукурудзозбиральні (тисяч кг)	Кормозбиральні (тисяч кг)	Загальні відходи (тисяч кг)
2011	11,9	37,5	38,8	88,3
2012	9,6	32,0	30,5	72,2
2013	12,3	31,3	38,8	82,5
2014	9,9	30,6	31,9	72,6
2015	8,4	33,4	24,3	66,1
2016	9,2	27,9	32,6	69,8
2017	10,3	23,8	28,4	62,7
2018	10,7	21,8	27	59,6
2019	12,6	24,5	26,3	63,6

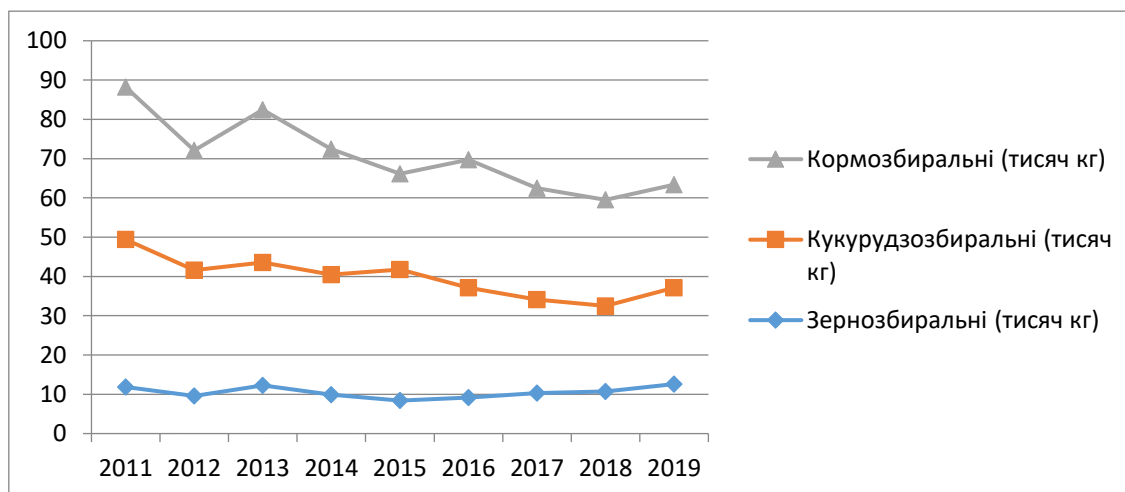


Рис 3. Графік накопичення пластикових відходів (2011–2019).

**Загальна маса пластикових відходів** щороку складається з суми від зернозбиральних, кукурудзозбиральних і кормозбиральних комбайнів. Відходи обчислені в кілограмах, базуючись на масі пластику в 2010 році (124 кг) і заданих відсотках списання.

## Прогноз пластикових відходів (2021–2030)

Рік	Зернозбиральні (тисяч кг)	Кукурудзозбиральні (тисяч кг)	Кормозбиральні (тисяч кг)	Загальні відходи (тисяч кг)
2021	10,7	19,2	22,9	52,9
2022	10,8	17,5	21,6	49,9
2023	10,8	15,8	20,2	47
2024	10,8	14,2	18,9	44
2025	10,9	12,5	17,5	41
2026	10,9	10,8	16,2	38
2027	10	9,1	14,9	35
2028	11	7,5	13,5	32
2029	11	5,8	12,2	29
2030	11,0	4,1	10,8	26

**Загальні відходи скорочуються** з часом через зменшення кількості кукурудзозбиральних і кормозбиральних комбайнів, хоча кількість зернозбиральних лишається відносно стабільною. До 2030 року очікується суттєве зниження пластикових відходів: з понад 52 тонн у 2021 році до приблизно 26 тонн у 2030 році, в результаті оновлення парку і зменшення кількості за рахунок зростання продуктивності машин.

**Список використаних джерел**

1. Науменко О. А Біловод О. І Тарасенко Д. ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ УТИЛІЗАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ АПК Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв: Матеріали І Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 19-20 квітня 2023 р.) / ПДАУ
2. Аналіз щорічного списання комбайнів в АПК [Текст] / В. В. Гуримський ; наук. керівник О. А. Науменко // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали XX Міжнар. форуму молоді, 4-5 квіт. 2024 р. - Харків : ДБТУ, 2024. - С. 115
3. Експлуатаційна надійність зернозбиральних комбайнів з огляду процесу доставки запасних частин [Текст] / О. А. Науменко, О. В. Блезнюк, М. В. Шейко // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті : матеріали XIX Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 57

## ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ВАЛІВ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕМПЕРАТУРОЮ ПІД ЧАС ЗАГАРТУВАННЯ

**Бабак О.О.** здобувач вищої освіти, **Бантковський В.А.** доцент

*Державний біотехнологічний університет. м. Харків, Україна*

*Метою досліджень є підвищення якості обробки валів шляхом впровадження автоматизованого контролю температурних режимів під час загартування для забезпечення оптимальної мікроструктури та зменшення дефектів. Це сприятиме покращенню експлуатаційних характеристик валів і підвищенню ефективності виробничих процесів.*

Дослідження спрямовані на створення ефективних рішень для впровадження автоматизованих технологій у термічну обробку, що підвищить продуктивність і конкурентоспроможність підприємств машинобудівної галузі.

Вали є одними з ключових (базових) деталей у машинобудуванні, які працюють у складних умовах, зокрема при високих навантаженнях, терті та впливі змінних температур. Від їхньої якості залежить надійність і тривалість роботи всього механізму. Одним із критично важливих етапів виготовлення валів є термічна обробка, зокрема загартування, що забезпечує необхідні експлуатаційні характеристики цієї деталі.

Сучасні тенденції в машинобудуванні висувають жорсткі вимоги до якості та точності термообробки. У цьому контексті автоматичне керування температурою під час загартування стає невід'ємною складовою виробничого процесу, що дозволяє мінімізувати дефекти, підвищити продуктивність і досягти стабільно високої якості [1-2].

Роль загартування у формуванні властивостей валів.

Загартування — це процес нагріву металу до певної температури, витримки, а потім швидкого охолодження для отримання необхідних механічних властивостей. Основні цілі цього процесу:

1 підвищення міцності. Формування мартенситної структури забезпечує високу твердість і зносостійкість валів;

2 зменшення пластичної деформації. Завдяки структурним змінам матеріал стає менш схильним до механічних ушкоджень;

3 покращення втомної міцності. Загартовані вали здатні витримувати змінні навантаження без утворення тріщин;

4 оптимізація експлуатаційних характеристик. Контроль температури дозволяє регулювати рівень залишкових напружень, що впливають на довговічність деталі.

Вплив температурного режиму на якість загартування.

Температура є критичним параметром, оскільки її відхилення можуть призводити до:

– перегріву, який, в свою чергу, викликає зростання зерен металу, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
знижує механічні властивості виробу;

- недогріву: метал не досягає необхідної температури фазового перетворення, що призводить до недостатньої твердості;
- нерівномірного прогріву: різниця температур у різних зонах валу викликає внутрішні напруження і тріщини.

Для уникнення цих проблем необхідно забезпечити точний та достовірний контроль температури на всіх етапах загартування [3-4]. Впровадження у виробництво технологій автоматичного керування температурою суттєво впливає на якість термообробки виробів. Автоматизація керування процесом загартування базується на інтеграції сучасних технологій контролю та регулювання температури. Система включає такі компоненти:

1. Система моніторингу температури:

- використовуються термопари, оптичні пірометри або інфрачервоні датчики, які забезпечують високоточне вимірювання температури поверхні та внутрішніх шарів валу;
- дані з датчиків передаються у реальному часі на контролери.

2. Контролери та програмне забезпечення:

- програмовані логічні контролери (PLC) аналізують отриману інформацію і регулюють роботу нагрівальних елементів;
- SCADA-системи забезпечують візуалізацію процесу, зберігання даних і формування звітів для аналізу.

3. Нагрівальні елементи:

- індукційні нагрівачі або сучасні електропечі дозволяють швидко та рівномірно нагрівати вал до потрібної температури;
- регулювання потужності забезпечує більш економне використання теплової енергії.

4. Охолоджувальні системи:

- системи автоматичного охолодження, які забезпечують рівномірність і контроль швидкості охолодження для запобігання тріщинам і дефектам.

Переваги впровадження автоматизованих систем керування процесами термічної обробки валів.

1. Покращення якості валів:

- досягнення стабільної мікроструктури металу;
- зменшення кількості дефектів, таких як тріщини та залишкові напруження.

2. Ефективність виробничих процесів:

- зниження енерговитрат завдяки оптимальному нагріву та охолодженню;
- підвищення продуктивності за рахунок скорочення часу обробки.

3. Зниження впливу людського фактора на якість виробництва:

- виключення помилок, спричинених суб'єктивними діями операторів.
- можливість дистанційного контролю та управління;

4. надійне забезпечення екологічної безпеки виробництва;

- зменшення викидів у навколишнє середовище за рахунок ефективного використання ресурсів.

Практичний досвід впровадження автоматизованого керування термічною

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 обробкою валів свідчить про достатньо високий техніко-економічний ефект від використання таких систем. На практиці впровадження автоматизованих систем керування температурою дозволяє досягти значних результатів:

- міцність валів зростає на 20-25% завдяки покращенню мікроструктури;
- відсоток дефектів зменшується до 8-10%, що сприяє значному підвищенню загальної якості продукції;
- споживання енергії скорочується на 10-15%, що, відповідно, зменшує загальну собівартість виробництва.

### **Висновки.**

Автоматизація контролю температури при загартуванні є важливим кроком у вдосконаленні технологій обробки валів. Завдяки впровадженню сучасних систем виробники можуть забезпечити стабільно високу якість деталей, зменшити виробничі витрати і підвищити конкурентоспроможність продукції на ринку. Таким чином, використання автоматизованих рішень є не лише економічно вигідним, а й технічно необхідним у сучасних умовах розвитку машинобудівної галузі.

### **Список використаних джерел**

1. Контроль якості наплавленого ЕШН металу / А. В. Захаров, І. М. Рибалко. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Харків, 2023. Вип. 113.
2. Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при електрошлаковому наплавленні / А. В. Захаров, І. М. Рибалко, О. В. Сайчук. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. Львів, 2023. Вип. 33. С. 12–18.
3. Дослідження та виявлення ефективності наномодифікування чавуну для відновлення деталей сільськогосподарської техніки з використанням процесу електрошлакового наплавлення / І. М. Рибалко, А. В. Захаров, О. В. Тіхонов. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05–29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 185–192.
4. Оцінювання економічної доцільності застосування відновлених деталей сільськогосподарської техніки / А. В. Захаров, О. В. Сайчук. Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21–22 грудня 2023 р.) / ПДАУ: ред. кол., О. І. Біловод, С. В. Попов, Р. М. Харак, О. В. Цуркан [та ін.]. Полтава: ПДАУ, 2023. С. 178–184.

## ПОРИСТИЙ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕН ТА ВПЛИВ РІЗНОГО СКЛАДУ ПОРОУТВОРЮВАЧІВ НА ЙОГО СТРУКТУРУ

Калюжний О.Б. к.т.н. доцент; Марченко М.М. магістр

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі досліджено вплив різних твердих пороутворювачів, зокрема NaCl і NaHCO<sub>3</sub>, а також їх комбінацій на структуру пористого політетрафторетилену (PTFE). Визначено переваги методу соляного вимивання для отримання контрольованих пор із чіткими межами. Результати дослідження можуть бути корисними для розробки пористих матеріалів із заданими характеристиками.*

Різноманітні застосування пористих полімерів потребують специфічних порових структур, кожна з яких може бути отримана певним методом. На сьогодні існує велика кількість методів формування пористих полімерів, заснованих на хімічних, фізичних і хіміко-фізичних процесах [1].

Одним із методів отримання пористих полімерів у широкому діапазоні значень пористості є використання різних пороутворювачів, які додають у полімер із подальшим їх випаровуванням, вигоранням або розчиненням.

Застосування розчинних [2] або частково газифікованих [3] неорганічних сполук як пороутворювачів дозволяє формувати контрольовані порові структури об'ємних пористих полімерів із відкритою пористістю.

Основою пористого полімерного матеріалу був комерційний порошкоподібний ПТФЕ (розмір частинок 80-120 мкм, густина  $\rho_{\text{ПТФЕ}} = 2,19 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>).

Метод сольового вилуговування дозволяє формувати порові структури з регульованим розміром пор і пористістю шляхом зміни розміру та концентрації пороутворювача [4]. Як розчинний пороутворювач використовували комерційний хлорид натрію (NaCl). Густина NaCl становить  $2,17 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, що близька до густини ПТФЕ, і це дозволяє отримати якісне змішування компонентів [2]. Іншим підходом до формування порової структури є використання частково газифікованого пороутворювача [2]. В якості пороутворювача, який частково газифікується, було обрано гідрокарбонат натрію (NaHCO<sub>3</sub>). Густина NaHCO<sub>3</sub> також близька до густини ПТФЕ й становить  $2,16 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

Пористі полімерні матеріали виготовляли шляхом попередньої підготовки суміші порошків полімеру й пороутворювача, їх змішування, пресування, термообробки, вилуговування пороутворювача та сушіння.

Можна очікувати, що суміш пороутворювачів NaCl і NaHCO<sub>3</sub> здатна формувати пористі матеріали з контрольованою поровою структурою, оскільки завдяки частковій газифікації NaHCO<sub>3</sub> утворюється взаємозв'язана структура пористого каркаса.

У даній роботі вивчено морфологію пористого ПТФЕ з пористістю 80%,



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 отриманого методом вилуговування пороутворювача з різними співвідношеннями NaCl і NaHCO<sub>3</sub> (табл. 1).

Таблиця 1. Суміші пороутворювачів, що були використані в дослідженнях

Код пороутворювача	Використані пороутворювачі/пропорції
100С	100% NaCl
75С25N	75% NaCl, 25% NaHCO <sub>3</sub>
50С50N	50% NaCl, 50% NaHCO <sub>3</sub>
25С75N	25% NaCl, 75% NaHCO <sub>3</sub>
100N	100% NaHCO <sub>3</sub>

Порові структури вивчалися оптичним методом за допомогою цифрового мікроскопа USB Digital Microscope 1600X 8 LED (рис.1).

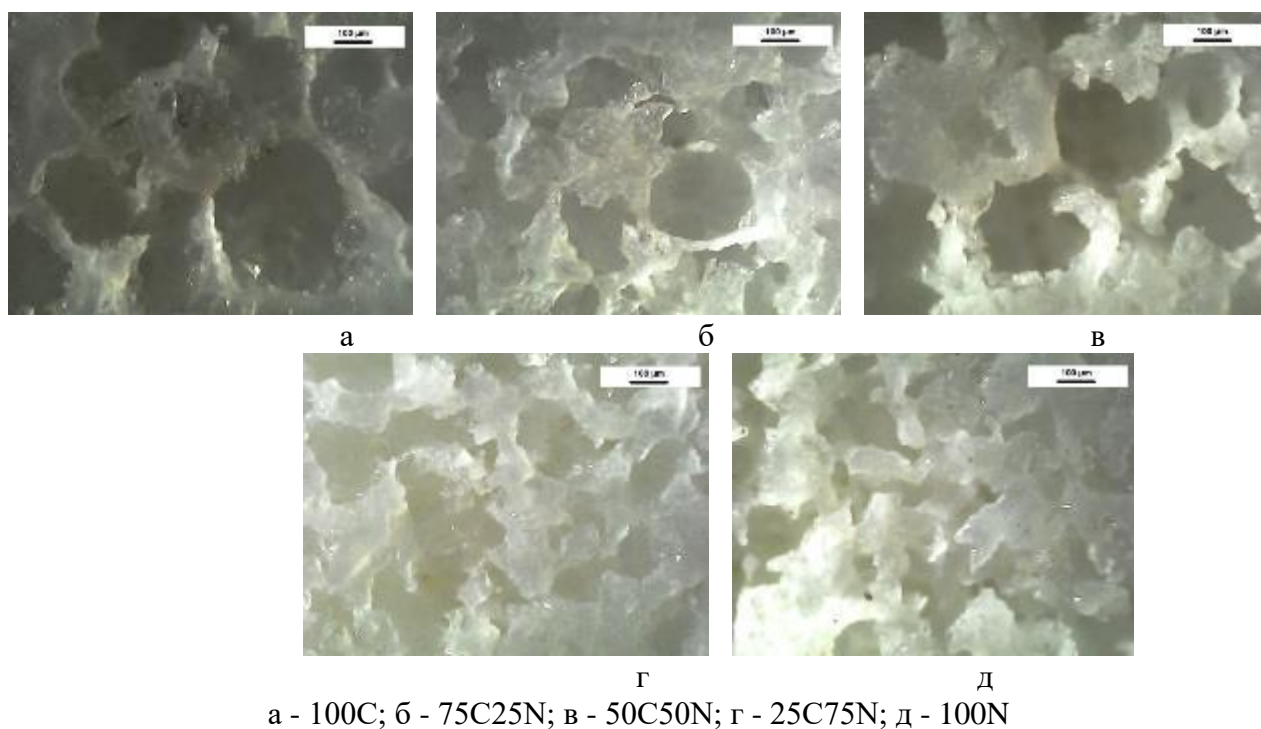


Рис.1. Структури ПТФЕ порова структура яких отримана пороутворювачами:

Встановлено, що склад вилугованого пороутворювача впливає на морфологію та механічні характеристики пористого ПТФЕ. Із збільшенням вмісту NaHCO<sub>3</sub> у складі пороутворювача морфологія пор різко змінюється: пори набувають неправильної форми (рис. 1д). Матеріал 100С має морфологію з добре розвиненою поровою структурою порівняно з іншими композитами (рис. 1а). Водночас додавання до складу пороутворювача 25% NaHCO<sub>3</sub> призводить до руйнування міжпорових перегородок і зростання взаємозв'язку порової структури (рис. 1б).

При використанні розчинного пороутворювача формуються відкриті пори. Розмір пор прямо залежить від розміру частинок пороутворювача. При рівномірному розподілі отримуються однорідні пори, які забезпечують створення регулярної порової структури. Такі пористі матеріали зазвичай мають високий ступінь відкритої пористості, що корисно для фільтрації,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 транспортування рідин чи газів.

При використанні частково газифікованого пороутворювача часткове перетворення пороутворювача в газ створює пори із взаємозв'язаною структурою. Часто пори утворюють більш розгалужену та безперервну сітку. Така структура корисна для створення матеріалів із високою проникністю, особливо для застосувань у теплообміні.

Комбінація NaCl і NaHCO<sub>3</sub> дозволяє створити пористі структури з різним розміром і типом пор. Завдяки регулюванню співвідношення цих пороутворювачів можна впливати на загальну пористість і ступінь відкритості пор. При цьому утворюється більш складна й багаторівнева пориста структура, що поєднує великі й дрібні пори. Матеріали з такою структурою підходять для специфічних задач, наприклад, у біомедицині (тканинна інженерія) або як носії для каталізаторів.

Таким чином використання розчинних і частково газифікованих пороутворювачів окремо дозволяє створювати матеріали з конкретними характеристиками, тоді як їх комбінація дає можливість отримати більш складні й універсальні структури, що поєднують переваги обох підходів.

#### **Список використаних джерел**

1. Drobny, J.G. Technology of fluoropolimers. CRC Press Taylor & Francis Group, (2009) 250 p.
2. Kaliuzhnyi, O.B., Platkov, V.Y. The structure and properties of porous poly(tetrafluoroethylene). J Polym Res 29, 32 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>
3. Kaliuzhnyi, O. B., Platkov, V. Ya. Formation of Porous Poly(tetrafluoro-ethylene) Using a Partially Gasified Porogen. Iran J. Mater. Sci. Eng., 2, 17 (2020) <https://doi.org/10.22068/ijmse.17.2.13>
4. Калюжний О.Б., Платков В.Я. Исследование структуры пористого материала методом графического компьютерного моделирования. Научный журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів» 2017 р. №9 с.74- 77.

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ МАТОЧИНИ КОЛЕСА ЗАДНЬОЇ ОСІ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ ТВЕРДОСТІ ТА ЗНОСОСТІЙКОСТІ ВИСОКОНАВАНТАЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ**

**Курбатов С.В. здобувач вищої освіти, Бантковський В.А. доцент**

*Державний біотехнологічний університет. м. Харків. Україна*

*Метою цього дослідження є розробка і вдосконалення технології виготовлення маточини колеса задньої осі шляхом підвищення твердості і зносостійкості її поверхневих шарів за допомогою методів поверхневого зміцнення, що дозволяє продовжити термін служби деталей і знизити витрати на технічне обслуговування і ремонт.*

Маточина колеса задньої осі є однією з основних деталей автомобільної трансмісії, що сприймає на себе навантаження від обертання колеса і передає крутний момент на інші елементи конструкції. Вона зазнає значного тертя та механічних впливів, що призводить до швидкого зносу і підвищеної вразливості, особливо в умовах важких навантажень і інтенсивної експлуатації. Саме тому підвищення зносостійкості і твердості маточини є критично важливим для забезпечення її довговічності, надійності та зниження витрат на обслуговування.

Одним із ефективних способів підвищення технологічних, експлуатаційних та техніко-економічних параметрів (властивостей) маточини колеса задньої осі є застосування методів поверхневого зміцнення, що дозволяє збільшити термін служби цієї достатньо відповідальної деталі і знизити ризик її передчасного виходу з ладу.

Стосовно актуальності проведеного дослідження слід зазначити, що знос маточини колеса є однією з найбільших конструктивно-технологічних проблем у виробництві автомобілів та інших технічних об'єктів, під час роботи яких мають місце достатньо суттєві механічні навантаження та високі швидкості обертання коліс.

Маточини зазнають постійного механічного впливу і піддаються значному впливу процесів тертя між робочою поверхнею та підшипниками, що сприяє зниженню експлуатаційних властивостей маточини. Тому основною метою проведеного нами дослідження є удосконалення технології виготовлення маточини шляхом застосування технологій поверхневого зміцнення для підвищення її зносостійкості і твердості.

До основних методів поверхневого зміцнення робочих поверхонь деталей можна віднести наступні:

1. Індукційне загартування. Індукційне загартування є одним із найбільш ефективних методів для зміцнення поверхонь високонавантажених деталей. Процес полягає в нагріванні поверхні матеріалу за допомогою індукційного струму до температури, необхідної для фазової зміни, після чого відбувається швидке охолодження. Це забезпечує утворення мартенситної структури, що має

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 високу твердість і зносостійкість. Завдяки цьому методу можна забезпечити зміцнення тільки поверхні деталі, не впливаючи на її внутрішню структуру, що зберігає пластичність і міцність основи.

2. Хіміко-термічна обробка. Включає процеси цементації або азотування, при яких у поверхневий шар матеріалу дифундують вуглець або азот. Ці процеси збільшують твердість поверхні і зменшують знос в умовах високих навантажень. Цементация зазвичай проводиться в середовищі вуглецевмісних газів, що дозволяє отримати поверхню з високим вмістом вуглецю, тоді як азотування дозволяє підвищити стійкість до корозії і термічну стійкість.

3. Лазерне зміцнення. Лазерне зміцнення полягає в нагріванні поверхні маточини за допомогою лазерного променя, який фокусується на певних зонах. Після нагріву поверхня швидко охолоджується, що призводить до утворення високої твердої фази на обробленій поверхні. Цей метод має перевагу в точності і можливості обробляти складні геометричні форми деталей, що робить його ідеальним для покращення характеристик маточин.

4. Наплавлення зносостійких покриттів. Наплавлення зносостійких матеріалів на поверхню маточини також є важливим методом для підвищення її зносостійкості. Це дозволяє утворити товстий зносостійкий шар на поверхні деталі. Наплавлені матеріали можуть бути спеціально підібрані для забезпечення високої стійкості до абразивного зносу, що особливо важливо в умовах роботи з великими навантаженнями та високими температурами [1-2].

Вдосконалення технології виготовлення маточини колеса задньої осі складається із наступних етапів.

5. Вибір матеріалу. Для маточин колеса задньої осі найкраще підходять, з технологічної точки зору, сталі з підвищеною міцністю та зносостійкістю, такі як 30ХГСА або 40ХН2МА. Ці сплави мають високу твердість і здатність витримувати значні механічні навантаження. Вибір матеріалу є важливим етапом для забезпечення довговічності і стабільності роботи маточини в умовах постійного тертя та навантажень.

6. Основні етапи виготовлення. Технологічний процес виготовлення включає кілька етапів:

- механічна обробка — зняття основних дефектів матеріалу та досягнення необхідної геометрії деталі;
- поверхневе зміцнення — застосування одного або кількох методів зміцнення для досягнення високих характеристик поверхні маточини;
- термічна обробка — загартування для підвищення міцності і зменшення ризику виникнення тріщин або інших дефектів у структурі металу.

7. Контроль якості. Після виконання всіх етапів виробництва деталі важливим кроком є контроль якості виконаних технологічних операцій.

Процес контролю виготовленої деталі включає перевірку твердості поверхневого шару (після зміцнення) та аналіз зносостійкості, що можна здійснити за допомогою спеціальних лабораторних методів (наприклад, твердомірних тестів і тестів на знос). У разі потреби проводиться коригування використовуваного технологічного процесу виготовлення для забезпечення необхідних властивостей деталей [3-4].

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Впровадження удосконаленої технології виготовлення маточин колеса задньої осі дозволяє в значній мірі підвищити експлуатаційні та техніко-економічні характеристики цієї деталі:

8. Підвищення твердості — твердість поверхневого шару збільшена до 60 HRC, що забезпечує високу стійкість до механічного зносу.

9. Збільшення зносостійкості — завдяки використанню лазерного зміцнення та індукційного загартування знос маточин зменшено на 30-40%.

10. Зменшення витрат на технічне обслуговування — покращена зносостійкість маточин дозволяє зменшити частоту ремонту і заміни деталей, що має економічну вигоду для підприємств.

11. Покращення довговічності — термін служби маточин збільшився на 20–25%, що призводить до значного скорочення витрат на їх обслуговування та заміну.

### **Висновок.**

Удосконалення технології виготовлення маточини колеса задньої осі за допомогою поверхневого зміцнення дозволяє значно підвищити експлуатаційні характеристики деталей, зокрема їхню твердість, зносостійкість і довговічність. Застосування методів лазерного зміцнення, індукційного загартування та наплавлення зносостійких матеріалів дозволяє досягти високих результатів при мінімізації витрат на виробництво та обслуговування.

### **Список використаних джерел**

1. Дослідження та виявлення ефективності наномодифікування чавуну для відновлення деталей сільськогосподарської техніки з використанням процесу електрошлакового наплавлення / І. М. Рибалко, А. В. Захаров, О. В. Тіхонов. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05–29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 185–192.
2. Оцінювання економічної доцільності застосування відновлених деталей сільськогосподарської техніки / А. В. Захаров, О. В. Сайчук. Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21–22 грудня 2023 р.) / ПДАУ: ред. кол., О. І. Біловод, С. В. Попов, Р. М. Харак, О. В. Цуркан [та ін.]. Полтава: ПДАУ, 2023. С. 178–184.
3. Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при електрошлаковому наплавленні / А. В. Захаров, І. М. Рибалко, О. В. Сайчук. Вісник ЛТЕУ. Технічні науки. Львів, 2023. Вип. 33. С. 12–18.
4. Контроль якості наплавленого ЕШН металу / А. В. Захаров, І. М. Рибалко. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Харків, 2023. Вип. 113.

Секція 7



**ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І  
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОМПОНОВКИ СХЕМИ ПРИВОДУ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ

**Богомолів О.В. д.т.н., проф.; Завгородній О.І. д.т.н., проф.;**  
**Богомолів О.О. асп.; Бойко Є.В. асп.; Науменко Є.М. асп.;**  
**Шуваєв М.С. асп.; Масалов І.О. студ.; Нієлов Р.С. студ.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуті питання удосконалення конструкції віброфрикційних сепараторів призначених для сепарації важкороздільних зернових сумішей, а саме компоновці схеми приводу робочого органу та спрощення за рахунок цього регулювання кута спрямованості коливань та зменшення дисипативних втрат та габаритів віброфрикційного сепаратора.*

У системі заходів щодо забезпечення високих урожаїв важливе значення мають очищення, сортування та відбір біологічно найбільш повноцінного насіння. Доведення до високих посівних кондицій насіння багатьох сільськогосподарських культур традиційними методами та засобами пов'язане з певними труднощами, тому що насіння бур'янів часто суттєво не відрізняється за розмірами та аеродинамічними властивостями від насіння культурних рослин. Це найбільш характерно для таких насінневих сумішей, як насіння цукрових буряків, що засмічене стеблами і містить щупле, хворе, несхоже насіння; насіння овочевих культур, наприклад насіння моркви, засмічене насінням курячого проса, марі білої, гречишки розлогої; насіння цибулі, засмічене насінням курячого проса; насіння трав, наприклад еспарцету, засмічене насінням чорноголовника голчастого; насіння тимофіївки, засмічене насінням ромашки непахучої; плоди ефіроолійних культур коріандру та анісу, засмічені насінням гречишки в'юнкової, мишію, коробочками повитиці, насіння проса засмічене насінням мишію та насінням курячого проса, насіння соняшнику засмічене склероціями, насіння сої засмічене шматочками стебел та ін.

Обробка таких насінневих сумішей на існуючих насіннеочисних лініях супроводжується значними втратами повноцінного насіння у відходи [1-2].

Очищення таких насінневих сумішей проте можливе на віброфрикційних сепараторах.

Однією з конструктивних проблем цих сепараторів є те, що регулювання кута спрямованості коливань віброфрикційних сепараторів є доволі складною та трудомісткою процедурою.

Нами пропонується удосконалити конструкцію приводу віброфрикційних сепараторів з забезпеченням простого метода регулювання кута спрямованості коливань вібростола. Для цього пропонується конструкція віброприводу з двох віброзбуджувачів, що самосинхронізуються, розташованих на одній платформі на однаковій відстані від центра тягіння вібростола за допомогою додаткових криволінійних салазок.

Конструктивна схема такого сепаратора представлена на рис. 1.

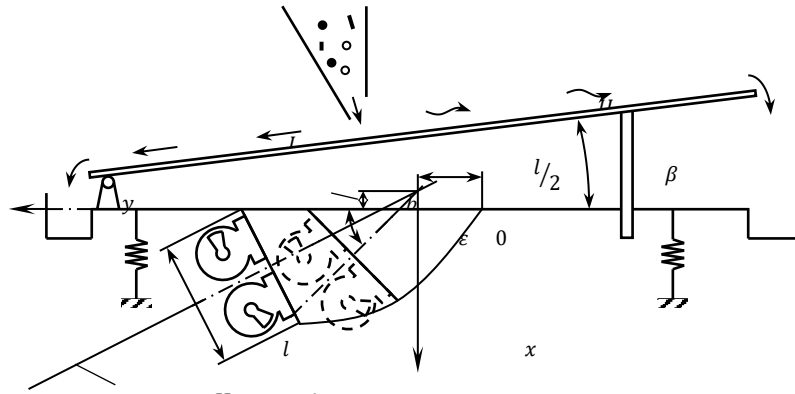


Рис. 1. Конструктивна схема сепаратора з удосконаленою схемою компоновки приводу

На рис.2 представлена схема розрахунку форми кривої для додаткових салазок.

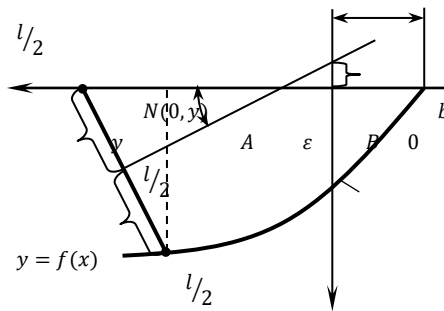


Рис. 2. Схема розрахунку форми кривої для додаткових салазок

Сепаратор складається з фрикційної поверхні 1, встановленої на вібростолі 2. До вібростолу, жорстко кріпиться платформа 3, на якій розміщені вібробуджувачі 4. При цьому верхня частина платформи 3 переміщується по горизонтальних салазках 5, а верхня по додаткових криволінійних салазках 6, що мають форму кривої, яка визначається з виразу:

$$y = \frac{2bx + l^2}{2\sqrt{l^2 - x^2}} - \sqrt{l^2 - x^2}, (0 \leq x \leq l),$$

- де  $N$  – точка закріплення платформи на основних горизонтальних салазках;  
 $M$  – точка закріплення платформи на додаткових салазках;  
 $A$  – проекція точки  $M$  на осі  $y$ ;  
 $B$  – точка перетину лінії дії сил, що збуджують з віссю  $y$ ;  
 $\epsilon$  – кут спрямованості коливань;  
 $b$  – відстань від основних салазок (осі  $y$ ) до центра тяжіння вібростолу;  
 $l$  – довжина платформи.

Подача суміші на робочу поверхню в цьому сепараторі здійснюється живильником 7. Для приймання продуктів розподілу призначені приймачі 8 та 9.

Працює сепаратор у такий спосіб. Встановлюють за одне регулювання необхідний кут спрямованості коливань, та включають сепаратор в роботу.



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Вихідна суміш з живильника 7 подається на поверхню, що сепарує, продукти розподілу потрапляють в приймачі 8 та 9 в залежності від фізико-механічних властивостей. У верхні приймачі потраплять шерохуваті, пласкі насіння у нижні – круглі, гладкі. У разі зміни кута спрямованості коливань достатньо перемістити платформу по салазках, вона одночасно переміщуються по основним і додатковим криволінійним салазкам, за одне регулювання, при цьому лінія дії збуджуючих сил завжди проходить через центр тяжіння вібростолу. При цьому віброзбуджувачі переміщуються на мінімальній відстані від вібростолу, за рахунок цього зменшуються дисипативні та габарити сепаратора.

### **Висновки**

Таким чином за рахунок удосконалення приводу конструкції віброфрикційного сепаратора шляхом встановлення віброзбуджувачів, що самосинхронізуються на платформі забезпеченої додатковими криволінійними салазками спрощується регулювання кута спрямованості коливань та зменшуються дисипативні втрати та габарити сепаратора.

### **Список використаних джерел**

1. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.
2. Богомолів А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей монография.- Х.: ХНТУСХ им. П. Василенко. 2013.-308с.

**УДК 631.362**

## **ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВІБРОФРИКЦІЙНОЇ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ**

**Богомолів О.В. д.т.н., проф.; Іващенко С.Г. к.т.н., доц.;**  
**Богомолів О.О. асп.; Скляр Р.С. студ.; Швець О.С. студ.;**  
**Вороніна А.Ю. студ.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Обґрунтовано удосконалення способу сепарації насінневої суміші, при якому компоненти суміші направляють на вібраційну фрикційну поверхню, яка має поздовжньо-поперечний нахил в напрямку лінії найбільшого ската зі швидкістю в 2-3 рази більшою максимальної швидкості вібропереміщення частинок суміші.*

Для сепарації важкороздільних сипких сумішей застосовують віброфрикційні сепаратори, які мають поздовжньо-поперечний нахил робочої поверхні. На цих сепараторах добре розділяються суміші, що складаються з плоских та сфероподібних частинок. При сепарації ж плоских частинок та частинок, які можна віднести до класу проміжних якостей процесу сепарації значно знижується. Це пояснюється тим, що при виході частинок з живильника

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 на робочу поверхню вона може опинитись, або на округлій стороні, або на плоскій і в кінцевому випадку може потрапити не до своєї фракції.

Спосіб віброфрикційної сепарації запропоновано удосконалити наступним чином.

Насінневу суміш, що містить плоскі частинки і частинки, що відносяться до класу проміжних, подають на фрикційну поверхню, що вібрує та має поздовжньо-поперечний нахил до горизонту в напрямку лінії найбільшого ската, зі швидкістю, в 2-3 рази більшою максимальної швидкості вібропереміщення насіння по поверхні.

Потрапляючи на фрикційну поверхню, що вібрує з певною швидкістю, проміжні частинки гальмуються, сила інерції і сила тертя створюють діючий на частинку перекидальний момент, і вона починає перекочуватися. Коливання поверхні збільшують насичення частки кінетичною енергією, і вона прискорено переміщується вниз, потрапляючи в нижні приймачі продуктів розподілу.

Швидкість плоских частинок поступово знижується, змінюється за рахунок вібраційних впливів напрямом їх руху, і вони транспортуються у верхні приймачі продуктів розподілу.

При подачі матеріалу в напрямку лінії найбільшого ската частинки, що мають як округлі, так і плоскі ділянки, легко займають свою траєкторію, оскільки в цьому напрямку вони зорієнтовані.

Швидкість подачі суміші на вібруючу поверхню має бути в 2-3 рази вище швидкості вібропереміщення частинок, що розділяються. Такої швидкості достатньо, щоб створити діючий на частинку перекидальний момент. Збільшення швидкості входження насіння на робочу поверхню більш ніж у 3 рази швидкості їх вібропереміщення незначно покращує якість очищення насіння, проте різко підвищує втрати повноцінного насіння у відходи.

Сепарації піддавали насінневу суміш, що складається з насіння кенафа і важковіддільного бур'яну іпомеї пурпурної. Вміст насіння іпомеї пурпурної в насінні кенафа становив 600 шт/кг.

Сепарацію проводили на вібруючій фрикційній поверхні, нахиленої в поздовжньому і поперечному напрямках і здійснюючій прямолінійні поступальні коливання в вертикальній площині.

Параметри, що впливають на процес сепарації: амплітуда коливань  $A = 1,7$  мм; частота коливань  $\omega = 156 \text{ с}^{-1}$ ; кут спрямованості коливань  $\varepsilon = 35^\circ$ ; поздовжній кут нахилу площини  $\alpha = 8^\circ$ ; поперечний кут нахилу площини  $\beta = 0,5^\circ$ ; швидкість вібропереміщення насіння по робочій поверхні  $V = 0,34 \text{ м/с}$ ; подача насіння на робочу поверхню  $Q = 10,3 \text{ кг/год}$ .

Насінневу суміш подавали на вібруючу робочу поверхню в напрямку лінії найбільшого скату зі швидкістю суміші на вході на робочу поверхню 0,68-1,28 м/с. Результати експерименту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати сепарації насіння кенафу на віброфрикційному сепараторі

Показники	Вихідна суміш	Суміш після сепарації запропонованим способом					
		V = 0,68 м/с		V = 1,02 м/с		V = 1,28 м/с	
		Фракція		Фракція		Фракція	
		1	2	1	2	1	2
Вихід фракції, %	100	97,4	2,6	97,3	2,7	93,6	6,4
Насіння іпомеї пурпурової у фракції, шт/кг	600	46	21353	26	21285	23	9039
Якість процесу сепарації, кл.	Некондиційний	1	Відходи	1	Відходи	1	Відходи

З таблиці 1. слідує, що запропонований спосіб сепарації, згідно з яким насіння подають у напрямку лінії найбільшого ската зі швидкістю на вході робочу поверхню 0,68-1,02 м/с, тобто. в 2-3 рази перевищуючій швидкість вібропереміщення, забезпечує отримання насіння кенафа 1-го класу. Вміст насіння іпомеї пурпурової в насінні кенафа становить 46-26 шт/кг, що задовольняє вимогу стандарту. Втрати повноцінного насіння у відхід не перевищують допустимого.

Збільшення швидкості входження насіння на робочу поверхню до V = 1,28 м/с, що перевищує в 4 рази швидкість вібропереміщення, зменшує незначний вміст насіння іпомеї пурпурової, проте різко підвищує втрати повноцінного насіння кенафа у відходах. Це обумовлено тим, що при зазначеній швидкості частина насіння кенафа не встигає гальмуватися на робочій поверхні і скачується разом з насінням іпомеї пурпурної.

### Список використаних джерел

1. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.
2. Богомолів А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей монография.- Х.:ХНТУСХ им. П. Василенко. 2013.-308с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ УДАРНОМУ СЕПАРАТОРІ

**Богомолів О.В. д.т.н., проф.; Михайлов В.М. д.т.н., проф.;**  
**Богомолів О.О. асп.; Панов В.О. асп.; Бочарніков І.О. асп.;**  
**Бібленко О.С. студ.; Карпенко А.С. студ.; Козлюк Б.М. студ.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуті питання визначення раціональних параметрів очищення купи насіння проса від відокремлюваного насіння бур'янів мишію та курячого проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі. За допомогою багатofакторного експерименту та проведення графоаналітичного аналізу отриманих виразів визначені раціональні параметри факторів впливу на процес виділення важковідокремлюваного насіння бур'янів з насіння проса.*

В останні роки значно збільшилось виробництво проса, як в світі так і в Україні. В порівнянні з 2022 роком – 101.8 тис. т., в 2023 році було зібрано вже 180.2 тис. т. проса [1]. Але перед виробниками проса виникають декілька проблем, пов'язаних з тим, що посіви проса засмічуються великою кількістю бур'янів, насіння яких при збиранні потрапляє у купу з насінням основної культури. Для сепарації насіння проса застосовуються сепаратори загального призначення. На цих сепараторах відділяється значна кількість насіння бур'янів та домішок, які відрізняються від проса за розмірами, та аеродинамічними властивостями. Але на практиці просо також засмічується насіннями важковідокремлюваних бур'янів, які за розмірами та аеродинамічними властивостями близькі до насіння проса, це насіння мишію та курячого проса, тому якісна сепарація насіння проса від мишію та курячого проса має певні труднощі і без великих втрат насіння основної культури у відході на сепараторах загального призначення, з пневмо-решітно-триєрними робочими органами, на яких зазвичай очищають купу насіння проса неможлива.

Сепарація насіння проса є одним з основних етапів виробництва цієї культури, яка впливає на якість продукції, її рентабельність та конкурентоспроможність на ринку.

Виробники проса стикаються за крайньою мірою з трьома проблемами при сепарації насіння проса. Ці проблеми проаналізовані в [2-3].

По-перше це стосується вмісту домішок у купі зерна проса. Здрібнені залишки рослинного матеріалу, соломи, ґрунтових частинок, каменів, насіння бур'янів створюють серйозні проблеми під час процесу сепарації. Так в традиційних системах сепарації очищення насіння проса може досягати лише 75...80% через технічні спроможності обладнання. Цей показник можна підвищити шляхом впровадження інноваційних технологій, на яких більш ефективно відділяються різні типи домішок.

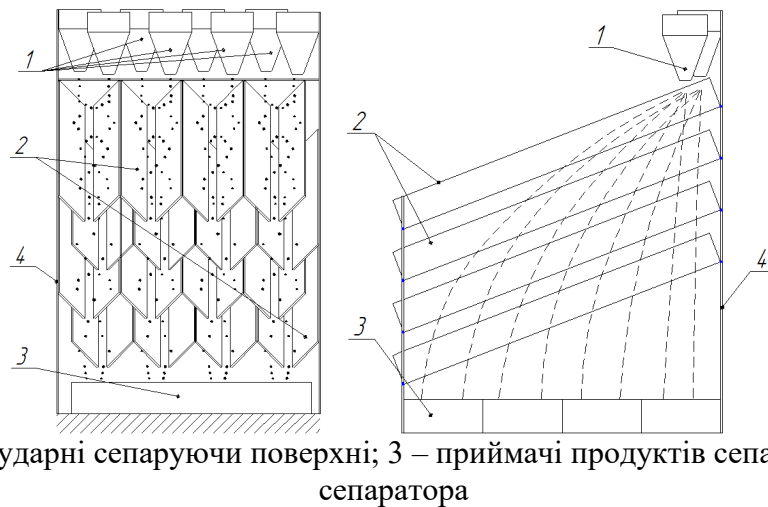
По-друге малий розмір насіння проса і домішок (1,0...2,0 мм) ускладнює процес сепарації

По-третє це високі енерговитрати на здійснення процесу сепарації. Традиційні методи сепарації є енергоємними і потребують значних витрат ресурсів.

В той же час відомо, що насіння проса відрізняється від насіння цих бур'янів пружністю, формою та коефіцієнтами тертя, тому сепарація купи насіння проса з цими засмічувачами можлива на сепараторах, в яких сепарація здійснюється за сукупністю пружних фрикційних властивостей та форми [1].

Сепарацію насіння проса можна проводити за сукупністю фізико-механічних властивостей на ударних гравітаційних сепаруючих поверхнях [2, 3].

Для сепарації насіння проса авторами був розроблений гравітаційний багатоярусний ударний сепаратор, сепарація в якому здійснюється за різницею сукупності ознак фізико-механічних властивостей, а саме пружності, форми та фрикційних властивостей [2], схема якого представлена на рис 1.



1 – бункер; 2 – ударні сепаруючі поверхні; 3 – приймачі продуктів сепарації; 4 – корпус сепаратора

Рис. 1. Принципіальна схема гравітаційного багатоярусного ударного сепаратора

Багатоярусний ударний сепаратор складається з живильного бункера 1, похилих уз поздовжньо-поперечному напрямку неперфорованих дек 2 встановлених втри або чотири яруси та приймачів продуктів поділу 3. У кожному з ярусів декі встановлені опозитно одна до одній, а кожний нижчий ярус зміщений в поперечному напрямку послідовно зверху до низу в ту чи іншу сторону на величину від  $\frac{1}{3}$  до  $\frac{2}{3}$  ширини робочої поверхні. Для регулювання продуктивності сепаратора взагалі його можна виготовляти з одного або декількох блок-модулів залежно від продуктивності.

Для проведення експериментів на розробленому сепараторі був обраний трирівневий некомпозиційний план Бокса – Бенкіна 2-го порядку. Для визначення факторів, які найбільше впливають на критерій оптимізації, застосований метод апріорного ранжирування [4]. В результаті виділено три основні фактори що варіюють:  $x_1$  – повздовжній кут  $\alpha$ , град.;  $x_2$  – подача зерна  $Q$ , кг/год.;  $x_3$  – повздовжній кут  $\beta$ , град.

У таблиці 1 наведені значення факторів і інтервали варіювання факторів.

Таблиця 1 – Значення факторів і інтервали варіювання факторів

Фактор		Рівні варіювання фактора			Інтервал варіювання	
Найменування	Позначення		-1	0	+1	
	натуральне	кодове				
Повздовжній кут $\alpha$ , град.	$X_1$	$x_1$	2	4	6	2
Подача зерна, $Q$ , кг/час.	$X_3$	$x_3$	40	50	60	10
Поперечний кут $\beta$ , град.	$X_2$	$x_2$	30	35	40	5

Після проведення експерименту відповідно до матриці планування та проведення статистичної обробки отримані наступні рівняння регресії

$$y_1 = 21,84 + 0,29x_1 + 0,18x_3 + 0,33x_1x_2 + 2,02x_2x_3 + 0,73x_1x_3 - 2,8x_1^2 - 0,98x_2^2 - 2,06x_3^2;$$

$$y_2 = 13,49 + 0,33x_1 - 0,18x_2 - 0,04x_3 + 0,26x_1x_2 + 1,31x_2x_3 + 0,15x_1x_3 - 1,95x_1^2 - 0,26x_2^2 - 1,55x_3^2.$$

Після обчислення цих рівнянь та побудові двомірних перерізів поверхонь відгуку визначені раціональні параметри сепарації насіння проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі: повздовжній кут нахилу робочого органу  $3,6^\circ \dots 3,8^\circ$ , поперечний кут нахилу робочого органу  $34,6 \dots 36^\circ$ , подача зерна на робочій орган  $47,5 \dots 51,7$  кг/год., вихід очищеної фракції при цьому становить – 70%.

#### Список використаних джерел

1. Богомолів О.О. Сепарація насіння проса за дальністю відскоку після удару об похилу відбивну поверхню. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі. Вип.1.(35), 2024р.
2. Богомолів А.В. Сепарація труднорозделимых сыпучих смесей монографія.- Х.:ХНТУСХ ім. П. Василенко. 2013.- 308 с.
3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія.-Харків, «Діса+»:-2023.- 408 с.
4. Кононюк А.Е. Основи научних досліджень, том 1-4. Издательство «КТН» 04210, г. Киев пр. Героев Сталинграда, корпус 8, оф.1. Киев.2010.

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ УДОСКОНАЛЕНОГО ВАКУУМ-ВИПАРНОГО АПАРАТА

**Громов О.Є., аспірант; Загорулько О.Є. канд. техн. наук, доц.;**  
**Загорулько А.М. канд. техн. наук, доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Із метою усунення основних недоліків вакуум-випарних апаратів запропоновано спосіб теплоідведення зі збільшеною поверхнею обігрівання. Для розв'язання поставлених завдань з удосконалення запропоновано використовувати сучасний плівковий резистивний електронагрівач випромінювального типу (ГПРЕНВТ). Електронагрівач характеризується низькою інерційністю, металоемністю, простотою автоматизації та обслуговування. Такий електронагрівач здатен забезпечувати рівномірність теплового потоку та приймати будь-яку геометричну форму теплопередавальної поверхні.*

Концентровані напівфабрикати на основі природної органічної сировини становлять значну частку ринку харчової індустрії завдяки широкому спектру застосування. Зокрема, для забезпечення щоденно зростаючого попиту населення у природних продуктах харчування. Цей попит обумовлено стрімким погіршенням екологічного стану багатьох країн за останні десятиріччя та бажанням споживати якісну продукцію з обґрунтованою складовою: якість – ціна. Основою для виробництва концентрованих напівфабрикатів є природна, зокрема органічна сировина, що зумовлює необхідність її переробки безпосередньо в місцях зростання. Це пояснюється насамперед швидкими неминучими фізико-хімічними реакціями, пов'язаними з втратами її початкових властивостей, зокрема природної цінності, та зменшенням витрат на транспортування.

З метою забезпечення якісних характеристик харчової сировини, що переробляється, постійно вдосконалюються відповідні технології, що дозволяє значною мірою зменшити тривалість обробки.

Забезпечення якості сировини, що переробляється в харчову продукцію, потребує постійного вдосконалення відповідних технологій, що дозволять значною мірою зменшити тривалість обробки. Використання нового енергоощадного обладнання забезпечить збереження початкових властивостей сировини та надасть конкурентоспроможні здібності отримуваним виробам. Значний вплив на якість отримуваних органічних концентрованих напівфабрикатів чинить безпосередньо конструктивно-технологічна складова. Під час виробництва якісних природних концентрованих напівфабрикатів значну увагу слід приділяти тепломасообмінним процесам, які здебільшого реалізуються у високопродуктивному та металоемному обладнанні. У багатьох випадках конструктивна реалізація не забезпечує повною мірою належної якості отримуваної продукції через складні інженерно-технічні комунікації та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ресурсозатратність. Це обумовлює необхідність пошуку інноваційних рішень з вдосконалення процесів концентрування, зокрема внаслідок збільшення площі поверхонь теплообміну.

Актуальним завданням є впровадження новітніх конструктивно-технологічних рішень, пов'язаних з удосконаленням процесу концентрування природної сировини. Розв'язання завдання можливе шляхом вдосконалення базових конструкцій вакуумних-випарних апаратів за рахунок збільшення поверхні теплообміну та зміні способу обігріву робочої камери. В свою чергу, це забезпечить термічну стабілізуючу дію процесу та ресурсоефективність стосовно зменшення металоємності обладнання, що дозволить отримати конкурентоспроможний якісний асортимент концентрованих напівфабрикатів природного походження.

Більшість конструкцій вакуум-випарних апаратів мають проблему стабілізації теплопідведення по всій поверхні теплообміну. Це пояснюється наявністю парової оболонки, що ускладнює рівномірне теплопідведення. Також серед недоліків є відсутність можливості раціонального збільшення поверхні теплообміну, що в свою чергу впливає на тривалість термічної обробки та якість продукції. Із метою усунення основних недоліків вакуум-випарних апаратів запропоновано спосіб теплопідведення зі збільшеною поверхнею обігрівання. Для розв'язання поставлених завдань з удосконалення запропоновано використовувати сучасні гнучкі плівкові резистивні електронагрівачі випромінювального типу (ГПРЕНВТ). Які характеризуються низькою інерційністю, металоємністю, простотою автоматизації та обслуговування. Такий електронагрівач здатен забезпечувати рівномірність теплового потоку та приймати будь-яку геометричну форму.

Відповідно до конструктивно-технологічного рішення замість парової оболонки обігрівання пропонується здійснювати теплоізолюваним ГПРЕНВТ, який також розташовується у порожнистому просторі вала мішалки та лопатей. Таким чином забезпечується збільшення поверхні теплообміну від  $3,7 \text{ м}^3$  до  $4,15 \text{ м}^3$ , тобто на 12 %.

Виявлено зменшення граничної напруги зсуву зі збільшенням температури: якщо  $t=10 \text{ }^\circ\text{C}$ , то  $q_0=79 \text{ Па}$ ; відповідно  $t=70 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $q_0=12 \text{ Па}$ . Ефективна в'язкість для  $t=10 \text{ }^\circ\text{C}$  становить  $\eta_{\text{ef}}=392 \text{ Па}\cdot\text{с}$ , для  $t=70 \text{ }^\circ\text{C}$   $\eta_{\text{ef}}=2 \text{ Па}\cdot\text{с}$ . У ході апробації модельного зразка ВВаПТ під час концентрування ( $50\text{...}65 \text{ }^\circ\text{C}$ ) визначено швидкість зсуву:  $0,5\text{...}2,5 \text{ с}^{-1}$ . Ефективна в'язкість перебуває в межах  $2,0\text{...}4,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$ . Удосконалений ВВаПТ характеризується скороченням тривалості виходу на стаціонарний режим порівняно з прототипом (МЗС-320) на 29 %. Ефективність конструктивно-технічного рішення підтверджується й зменшенням ваги апарата на 35 %, питомої металоємності на 42 %, тривалості обробки на 12 %

### **Список використаних джерел**

1. В.М. Михайлов. Створення якісно нових плодоовочевих напівфабрикатів і кондитерських виробів на їх основі з оздоровчими властивостями. Михайлов В.М., Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Касабова К.Р., Гордієнко І.О. //



- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Наукові праці НУХТ, Т.25, №5, 2019, стр. 162 – 172.
2. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум: навч. посібник / О.І. Черевко [та ін]; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Х.: Світ книг, 2013. – 168 с. (з грифом *МОНмолодьспорт України*).
  3. Патент на корисну модель № 108041 Україна, МПК H05B 3/36 (2006.01); B01D 1/22 (2006.01); G05D 23/19 (2006.01). Гнучкий плівковий резистивний електронагрівач випромінюючого типу / Загорулько А.М., Загорулько О.Є. (україна). - № u 2016 00827; Заявл. 02.02.2016; Опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12. – 3 с.

## УДК 637.5

### УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КОВБАСНИХ ВИРОБІВ ЗБАГАЧЕНИХ РОСЛИННИМИ НАПІВФАБРИКАТАМИ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ ГОТОВНОСТІ

**Загорулько В.М. магістр; Загорулько А.М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є удосконалення процесу виробництва ковбасних виробів збагачених рослинними полікомпонентними напівфабрикатами високого ступеня готовності.*

Розроблені технології спрямовані на отримання безвідходних багатоцільових напівфабрикатів високого ступеня готовності, таких як порошкоподібні сушені фракції або пастоподібні згущені суміші. Внесення цих компонентів до рецептури ковбасних виробів забезпечує зменшення використання синтетичних добавок (барвників, ароматизаторів тощо), підвищуючи харчову цінність продуктів завдяки наявності природних функціонально-фізіологічних інгредієнтів. Це дозволяє створювати продукти, які відповідають сучасним запитам споживачів щодо здорового харчування.

Застосування таких напівфабрикатів у рецептурі ковбасних виробів забезпечує стабільність реологічних, нутрієнтних та органолептичних властивостей кінцевих продуктів, що особливо важливо для формування харчових раціонів у військових і екстремальних умовах [1]. Розроблені технології сприяють забезпеченню продуктами медичного і військового персоналу, волонтерів, внутрішньо переміщених осіб та інших категорій населення, які потребують збалансованого харчування.

Запропонований підхід є актуальним в умовах військових дій та повоєнного відновлення, коли особливо важливими є економія ресурсів, зменшення екологічного навантаження і підтримка національного виробника. Впровадження цих технологій дозволяє створити конкурентоспроможні м'ясні вироби, сприяючи водночас підвищенню техніко-економічних показників переробних підприємств, зниженню виробничих витрат та створенню нових можливостей для готельно-ресторанного бізнесу.

Дослідження реалізовані в межах держбюджетного проєкту молодих

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вчених № 1-24-25 БО «Розробка апаратурно-технологічних рішень виробництва багатоцільових полікомпонентних органічних напівфабрикатів та продуктів харчування в умовах військових дій та повоєнного відновлення країни».

### **Список використаних джерел**

1. Бондаренко І. О., Коломієць В. В. Технології збагачення м'ясних виробів рослинними добавками. *Технології переробки сільськогосподарської продукції*. 2021. № 8. С. 72–79.

**УДК 664.85:635.64**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СУХОЇ СУМІШІ МОРОЗИВА ЗБАГАЧЕНИХ РОСЛИННИМИ НАПІВФАБРИКАТАМИ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ ГОТОВНОСТІ**

**Монія Б.Г. магістр; Загорулько А.М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є удосконалення процесу виробництва сухої суміші морозива збагачених рослинними полікомпонентними напівфабрикатами високого ступеня готовності.*

Удосконалення процесу виробництва сухої суміші для морозива, збагаченої рослинними напівфабрикатами високого ступеня готовності, є перспективним напрямом розвитку сучасної харчової промисловості. Основна ідея полягає у впровадженні інноваційно-ресурсоефективних технологій переробки органічної сировини з використанням удосконаленого тепломасообмінного обладнання.

Виробництво сухих сумішей для морозива передбачає використання рослинних компонентів, таких як порошкоподібні фракції отримані з вітчизняної органічної сировини [1]. Ці інгредієнти значно підвищують харчову цінність кінцевого продукту, збагачуючи його натуральними функціонально-фізіологічними нутрієнтами. Додатково це дозволяє мінімізувати використання синтетичних компонентів, таких як барвники та ароматизатори, створюючи безпечну та екологічну продукцію. Технологія виробництва сухих сумішей для морозива розроблена з урахуванням забезпечення стабільних реологічних, органолептичних та нутрієнтних властивостей. Продукт адаптований для споживачів у різних умовах, включаючи військовий і медичний контингенти, волонтерів, внутрішньо переміщених осіб.

Реалізація розроблених технологій є надзвичайно важливою в умовах військових дій та повоєнного відновлення. Вона сприяє економії ресурсів, підтримці національного виробника та покращенню екологічної ситуації. Застосування ресурсоефективних технологій дозволяє зменшити виробничі витрати та підвищити техніко-економічні показники харчових підприємств і готельно-ресторанного бізнесу.

Дослідження реалізовані в межах держбюджетного проєкту молодих

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вчених № 1-24-25 БО «Розробка апаратурно-технологічних рішень виробництва багатоцільових полікомпонентних органічних напівфабрикатів та продуктів харчування в умовах військових дій та повоєнного відновлення країни».

### **Список використаних джерел:**

1. Ковальчук Г. О., Паламарчук А. А. Технології використання рослинних компонентів у харчових продуктах. *Харчова промисловість України*. 2021. №6. С. 12–19.

**УДК 664.69:635.64**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАКАРОНІВ ЗБАГАЧЕНИХ РОСЛИННИМИ НАПІВФАБРИКАТАМИ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ ГОТОВНОСТІ**

**Черпаха І.Д. магістр; Загорулько А.М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є удосконалення процесу виробництва макаронів збагачених рослинними полікомпонентними напівфабрикатами високого ступеня готовності.*

Удосконалення процесів виробництва макаронних виробів є важливим напрямом розвитку харчової промисловості, спрямованим на підвищення їхньої харчової цінності та відповідності сучасним вимогам споживачів. Головна ідея державного проєкту полягає у впровадженні інноваційно-ресурсоефективних технологій переробки органічної сировини з використанням удосконаленого тепломасообмінного обладнання. Розроблені напівфабрикати високого ступеня готовності (порошкоподібні сушені фракції, пастоподібні купажовані згущення тощо) додаються до складу макаронних виробів. Це дозволяє мінімізувати використання синтетичних добавок, таких як барвники й ароматизатори, та підвищити функціонально-фізіологічну цінність готового продукту за рахунок природних нутрієнтів [1].

Збагачення макаронів рослинними напівфабрикатами сприяє розширенню асортименту продуктів здорового харчування, зокрема для груп населення в екстремальних умовах: військового та медичного персоналу, волонтерів, внутрішньо переміщених осіб. Технологія забезпечує збереження ключових реологічних властивостей макаронів та їхню адаптацію до умов тривалого зберігання.

Використання інноваційного обладнання дозволяє знизити тепловтрати та металосмість процесу, підвищити енергоефективність виробництва, а також створити конкурентоспроможні продукти з прогнозованими органолептичними й нутрієнтними характеристиками. Це сприятиме розвитку харчової промисловості в умовах військового й повоєнного відновлення України.

Дослідження реалізовані в межах держбюджетного проєкту молодих вчених № 1-24-25 БО «Розробка апаратурно-технологічних рішень виробництва

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 багатопільових полікомпонентних органічних напівфабрикатів та продуктів харчування в умовах військових дій та повоєнного відновлення країни».

### **Список використаних джерел:**

1. Моргун В. В. Технології виробництва продуктів здорового харчування: перспективи розвитку в Україні / В. В. Моргун // *Харчова промисловість України*. – 2020. – №4. – С. 15–22.

**УДК 664**

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗЕЛЕНИХ ПАРОСТКІВ КРЕСТ-САЛАТУ У ВИРОБНИЦТВІ ПШЕНИЧНОГО ХЛІБА**

**Савченко О.М.** кандидат технічних наук, доцент

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*

**Богомолів О.В.** доктор технічних наук, професор

*Державний біотехнологічний університет*

**Клюй І.Ю.** магістр

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*

*Харчова добавка на основі зелених паростків крес-салату при виробництві пшеничного хліба позитивно впливає на життєдіяльність дріжджів та на структурно-механічні, органолептичні показники тіста. Використання фітодобавки підвищує ферментативну активність дріжджів, а це скоротить тривалість технологічного процесу приготування пшеничного хліба. Мікрозелень крест-салату збагачує вироби вітамінами, макро- і мікроелементами.*

Сьогодні зростає попит на продукти харчування з оздоровчими та профілактичними властивостями. Створення та виробництво такої продукції може належить хлібобулочній промисловості, так як хлібобулочні вироби щоденно споживають усі категорії дітей і дорослих. Введення в рецептуру хлібобулочних виробів інгредієнтів, підвищуючи їх профілактичні та лікувальні властивості, дозволяє вирішити проблему дефіциту біологічно активних речовин в процесі обміну та забезпечити покращення технологічних показників готової продукції. [1, 2].

В Україні і світі намітилися тенденція збільшення біологічної цінності виробів завдяки використанню рослинної сировини у вигляді порошків, пюре, соків, паст та рідких концентратів, що збагачує борошняні вироби комплексом біологічно активних речовин: вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами, антиоксидантами тощо [2-6].

Серед добавок рослинного походження перевага в основному віддається продуктам, які отримують із зерна [1, 3]. Наприклад, цінним є хліб з пророслого зерна пшениці, при проростанні зерна сполуки переходять в більш прості, утворюються вітаміни, амінокислоти, мінеральні речовини, вуглеводи.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Вживання хліба з пророслого зерна пшениці рекомендується для профілактики захворювань серцево-судинної системи, атеросклерозу, шлунково-кишкового тракту.

Використання зелених рослинних паростків практично не досліджено, лише останні декілька років тема використання фітодобавок з мікрозелені набирає популярності.

Тому одним із перспективних напрямків наукових досліджень є використання в хлібопекарській справі фітодобавки на основі зелених паростків крес салату, яка збагатить вироби вітамінами, макро-і мікроелементами. Також використання такої сировини, багатой на нутрієнти, допоможе розширити асортимент оздоровчої продукції.

**Мета:** дослідження впливу мікрозелені на основі зелених паростків крест-салату на біотехнологічні властивості хлібопекарських дріжджів та якість пшеничного хліба.

Провели порівняння органолептичних та фізико-хімічних показників якості готових виробів пшеничного хліба з додаванням різного процентного співвідношення мікрозелені до маси борошна;

Мікрозелень гомогенізували (50 г на 100 мл води) та в рецептуру хліба вводили у вигляді емульсії на стадії активації дріжджів.

Оцінювали якість хліба шляхом проведення лабораторних пробних випічок тіста.

Хліб із пшеничного борошна вищого сорту готували безопарним способом за наступними рецептурами (табл. 1).

Таблиця 1 – Рецептури хліба пшеничного

Сировина	Фітодобавка 50 мл на виріб	Фітодобавка 150 мл на виріб	Фітодобавка 200 мл на виріб
Борошно пш. в.с., г	1000	1000	1000
Сіль, г	15	15	15
Дріжджі пресовані, г	7,5	7,5	7,5
Вода, мл	450	350	300

Встановили вплив добавки на швидкість розмноження дріжджів. Спостерігали активацію біотехнологічних властивостей пресованих дріжджів та прискорення їх адаптації до безкисневих умов пшеничного тіста. Використання мікрозелені крест-салату зменшує час підйому кульки до 23,0-30,0 хв. порівняно з контролем (62 хв.). Екстракт мікрозелені збагачує поживне середовище дефіцитними для борошна амінокислотами, вітамінами, макро- та мікроелементами. Наприклад, приймають участь в окисно-відновних реакціях метаболізму дріжджів Ферум, Манган, Купрум, вітамін С. Стимулюють ферментативну активність дріжджів мікроелементи Магній, Цинк, Бор, вітаміни. Використання добавки підвищує ферментативну активність дріжджів, що дає змогу скоротити тривалість технологічного процесу приготування хліба, збагачує вироби вітамінами, макро-і мікроелементами.

Випечені зразки хліба з використанням мікрозелені крест-салату мають правильну форму та пропечений м'якуш, еластичний, після легкого натиснення

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 м'якуш приймав початкову форму. Колір м'якушки хліба з мікрозеленню має світлозелений відтінок порівняно з контрольним зразком, а смак і запах – притаманні пшеничному хлібу, з приємним, ледь помітним запахом зелені Р.

Вологість одержаних виробів становить 42,01...43,64 % (табл. 2). Кислотність хліба зумовлена бродінням тіста, виражається у градусах, і становить для дослідних зразків 1,7-2,3°, яка для пшеничних сортів не перевищує 3-4°.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники готового хліба

Назва показника	Значення показників якості дослідженого хліба			
	без добавки	50 мл добавки	150 мл добавки	200 мл добавки
Пористість, %	71,54	72,75	75,21	74,38
Вологість, %	43,11	43,23	43,01	45,67
Кислотність, град.	2,3	1,8	2,0	1,9
Вміст вітаміну С у 100 г продукту, мг	0,35	0,9	1,8	3,7

Вологість одержаних виробів становить. Кислотність хліба зумовлена бродінням тіста, виражається у градусах, і становить для дослідних зразків 1,7-2,3°, яка для пшеничних сортів не перевищує 3-4°.

Результати проведених досліджень показали, що пористість хліба з фітодобавкою за об'ємом 50 мл підвищується до 72,75 %; 150 мл – 75,21 %; 200 мл – 74,38 %, пористість зразків без пористості і ущільнень (рис. 1).



1 – 50 мл добавки; 2– 150 мл добавки; 3 – 200 мл добавки

Рисунок 1 – Хліб після випічки і дослідження на пористість

Чим вища пористість виробів, тим довше вони зберігають свіжість. Добре розпушений хліб з рівномірною дрібною тонкостінною пористістю краще просочується травними соками і тому повніше засвоюється організмом.

### Висновки

У роботі показано можливість використання харчової добавки на основі зелених паростків крес-салату при виробництві пшеничного хліба. Досліджено вплив мікрозелені на життєдіяльність дріжджів та на структурно-механічні, органолептичні показники тіста. Використання фітодобавки підвищує ферментативну активність дріжджів, а це скоротить тривалість технологічного

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 процесу приготування пшеничного хліба.

Мікрозелень крест-салату збагачує вироби вітамінами, макро-і мікроелементами. Регулярне споживання збагаченого хліба сприятиме підвищенню стійкості організму до негативного впливу навколишнього середовища, підвищенню тонусу при стресових ситуаціях і фізичних навантаженнях.

### **Список використаних джерел**

1. Дробот В.І. Технологія хлібопекарського виробництва. [Текст]. К.: Логос, 2002. 365 с.
2. Матвеева І. В. Мікроінгредієнти і якість хліба // Харчові інгредієнти. Сировина і добавки. 2000. № 1. С. 28-31.
3. Черниш Л.М. Перспективи збагачення хлібобулочних виробів плодово-ягідною сировиною. [Текст] / Черниш Л.М., Махинько В.М., Махинько Л.В., Дідик І., Національний університет харчових технологій. Київ. 2013. с.3-5.
4. Савченко О.М. Вплив цикорію, кави, лимонного соку на ферментативну активність дріжджів та якість пшеничного хліба./ Сиза О.І., Зінченко Ю., Деркач Т., Михайлова М.// Технічні науки та технології: науковий журнал / Черніг. нац. технол. ун-т. Чернігів: Черніг.нац. технол. ун-т, 2016. № 1(3). 2016. С.228-234.
5. Алексейчук Л.Б. Дослідження впливу компонентів тіста на підйомну силу хлібопекарських дріжджів / Л.Б.Алексейчук Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». К.: НТУУ «КПІ», 2014. 176 с.
6. Лисюк Г.М. Нові напрямки використання вторинних продуктів переробки винограду у виробництві борошняних виробів / Г.М. Лисюк, Н.В. Верешко, А.М. Чуйко. Х: ХДУХТ, 2011. 174 с.

## ПРОТИКОРОЗІЙНА АКТИВНІСТЬ ЕКСТРАКТУ ПАЖИТНИКА

**Савченко О.М.** кандидат технічних наук, доцент

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*

**Богомолів О.В.** доктор технічних наук, професор

*Державний біотехнологічний університет*

**Сиза О.І** доктор технічних наук, професор

*Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*

*Водно-спиртовий екстракт насіння пажитнику є ефективним інгібітором корозії сталей – ступінь захисту становить 91,39 % при оптимальній концентрації 40 г/л. Наявність в екстракті значної кількості реакційно-активних альдегідів та терпенів встановлено за допомогою хромато-мас-спектрометрії.*

Технологічні середовища та процеси харчових виробництв досить різноманітні та корозійно-агресивні. У зв'язку з цим для виготовлення обладнання, яке контактує з сировиною та продуктами харчування, застосовують леговані сталі. Нержавіючі сталі інертні до більшості харчових продуктів, мають високу міцність і зносостійкість, але істотним недоліком їх є схильність до локальних видів корозії: міжкристалітної та пітінгової. Крім того, для виготовлення обладнання поряд із нержавіючими сталями використовують вуглецеві сталі, які недостатньо стійкі до корозії [1-3]. Тому застосування інгібіторного протикорозійного захисту обладнання харчових підприємств набуває важливого значення.

Дослідницькими колективами запропоновані інгібітори корозії на основі відходів олійно-жирової промисловості [5], кори дуба [6], леткі інгібітори атмосферної корозії на основі відходів плодово-ягідних культур [7]. Перспективним є отримання інгібіторів з екстрактів ріпаку [8], шавлії, базиліку, гвоздики, кориці, спіруліни, шкірки гранату [9] для захисту обладнання промислових підприємств.

Тому актуальним науковим напрямком є розширення досліджень щодо впливу рослинної сировини на корозійну стійкість сталевого обладнання харчових виробництв і створення ефективних, дешевих, безпечних інгібіторів корозії.

**Мета наукового пошуку** – дослідження впливу екстракту пажитнику на корозійну стійкість сталей.

**Матеріали та методи дослідження.** Досліджували протикорозійну активність водно-спиртового екстракту насіння пажитника, отриманого методом мацерації (настоювання). Перспективність вибору даної рослини пов'язана, з доступністю сировинної бази, задовільними органолептичними та санітарно-гігієнічними показниками отриманих екстрактів.

Склад летких речовин водно-спиртового екстракту порошку пажитнику



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 досліджували методом хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі «FINIGAN FOCUS».

Гравіметричні випробування проводили на зразках із Ст3 – прямокутних пластинках розміром 50,3×22,3×3,2 мм (0,1М HCl) при 295К тривалістю 3 години. Швидкість корозії розраховували за формулою:  $K_m = (m_1 - m_2)/S \cdot t$ , g/(m<sup>2</sup>·h); де:  $m_1$  – маса пластинки до експозиції, g;  $m_2$  – маса пластинки після експозиції, g; S – площа поверхні зразка, m<sup>2</sup>; t – тривалість дослідження, h. Ефективність захисної дії водно-спиртового екстракту пажитника оцінювали за ступенем захисту:  $Z_m = [(K_m - K'_m)/K_m] \cdot 100$ , %, де:  $K_m, K'_m$  – швидкість корозії за втратою маси зразку без інгібітору та з інгібітором, відповідно.

Дослідження були проведені у розчині 0,1М хлоридної кислоти, яку використовують як дезінфікуючий засіб для обладнання харчових підприємств, та ряді харчових кислот.

Процес екстракції проводили при перемішуванні підготовленого, висушеного та подрібненого насіння пажитнику в екстрагенті – водно-спиртовому розчині. Максимальною температурою, за якої проводили вилучення екстративних речовин, є 333 К, яка обмежує термічну стійкість органічних сполук. Далі застосували операції фільтрації та декантації екстракту.

Хромато-мас-спектрометрією визначили компонентний склад летких речовин екстракту порошку насіння пажитнику, порівнюючи піки на хроматограмі і мас-спектри окремих компонентів з результатами для еталонних сполук у бібліотеці мас-спектрів «NIST-5». Відсотковий вміст активних речовин екстракту пажитнику визначали методом внутрішньої нормалізації площ піків. Виявлено, що до складу водно-етанолового екстракту насіння пажитнику входять: спирти (5,5 %), альдегіди (40,1%), кетони (4,24 %), метил євгенол (7,7 %) та терпени (16,4 %) – 1,8-cineole, Dihydrocitronellol, Carvone, Carvacrol, p-cymene, Limonene,  $\gamma$ -terpinene.

Альдегіди та терпени, які в значній кількості входять до складу екстракту, дозволяють припустити їх позитивний впливати на протикорозійний процес.

Результати розрахунків фактичної швидкості корозії Ст3 за втратою маси зразків, ступеня захисту ( $Z_m$ ) та коефіцієнта гальмування ( $\gamma_m$ ) в 0,1М HCl представлено у таблиці 3. Виявлено, що оптимальна концентрація екстракту пажитника у 0,1М розчині HCl складає 40 g/l. Подальше підвищення концентрації інгібуючої добавки до 50 g/l призводить до незначного зниження ступеня захисту. Контрольні зразки у 0,1М розчині HCl без інгібіторів вкриті пухкими, темно-сірими продуктами корозії. В розчинах з інгібітором поверхня зразків Ст3 залишалась чистою протягом усього періоду дослідження, без слідів корозії.

В розчинах з інгібіторами поверхня електродів Сталі 20 залишалась чистою протягом усього періоду дослідження, без видимих слідів корозії. Без додавання екстракту відбувається значне руйнування сталі в 0,1М HCl: на зразках спостерігається утворення продуктів корозії, які вкривають поверхню металу і легко знімаються у вологому стані фільтрувальним папером.

Встановлено, наявність ефекту післядії після обробки поверхні обладнання

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 дезінфікуючим розчином соляної кислоти з додаванням екстракту пажитника: ступінь захисту в середовищах харчових виробництв становить 91,5 - 97,2 % при обробці протягом 180 хвилин, та 75 - 88,4 % – 30 хвилин.

### **Висновки**

Таким чином, отриманий водно-спиртовий екстракт насіння пажитнику виявляє інгібувальний ефект і забезпечує протикорозійний захист вуглецевих сталей, які використовуються для виготовлення обладнання ряду харчових підприємств. Оптимальна концентрація водно-спиртового екстракту насіння пажитнику в 0,1М розчині HCl складає 40 g/l, ступінь захисту – 91,39 %. Хроматографічні дослідження показали наявність значної кількості речовин альдегідної та терпеноподібної природи в екстракті пажитника, які забезпечують утворення захисного шару на поверхні сталі.

### **Список використаних джерел**

1. Тищенко Г.П. Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості: Кн.1. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. 457 с.
2. Стоєв П. І., Литовченко С. В., Гірка І. О., Грицина В. Т. Хімічна корозія та захист металів: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 216 с..
3. Погребова І. С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. Київ: «Хай Тек Прес», 2012. 296 с.
4. Сиза О.І., Савченко О.М., Челябієва В.М. Дослідження протикорозійних властивостей продуктів рослинного походження. Вісник Чернігівського держ. технол. ун-ту. 2008. № 34. С. 170-176.
5. Сиза Ольга, Савченко Олена, Корольов Олександр, Авер'янов Федір. Вторинна сировина харчових виробництв у інгібіторному захисті сталей. Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2014. Т.2., № 8. С. 278-282.
6. Слободян З., Хабурський Я., Горак Ю. Екстракти дубової кори – «зелені» інгібітори корозії середньовуглецевих сталей у нейтральних та кислих середовищах. Вісник: ТНТУ. 2012.
7. Воробйова В.І., Трус І.М. Компонентний склад та окисно-відновні властивості продуктів переробки персика. XXIV Міжн. наук.-практ. конф. «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2021»(29–30 квітня 2021 р.), м. Харків, 2021. С. 21–24.
8. Syza O. I, Savchenko O.M., Kvashuk Yu.V., Shtyl N.A., Chelyabieva V.M. New Inhibitors Based on Vegetable Raw Materials and the Regularities of Their Adsorption on the Steel Surface. Materials Science. 2016. Vol. 51, № 5. P. 627-637.
9. Savchenko O.N., Sizaya O.I., Chelyabieva V.N., Maksimenko A.A. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

## ОПТИМІЗАЦІЯ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА ПАСТОПОДІБНОГО НАПІВФАБРИКАТУ

**Романенко А.С. магістр; Махонін Р.О. магістр;  
Черевко О.І. д-р техн. наук, проф.; Загорулько О.Є. канд. техн. наук, доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розроблено спосіб виробництва овочево-фруктової пасти (яблуко 60 %, гарбуз 20 %, буряк 20 %.) Особливістю способу є короткочасне 30...40 с концентрування 52...54 °С в роторному випарнику, що позитивно сприятиме збереженню функціональних інгредієнтів сировини на відміну від традиційних випарних апаратів періодичної дії. Паста має покращену в'язку структуру та органолептику порівняно з контролем, що дає змогу рекомендувати її як фруктову основу для створення пастильно-мармеладних виробів.*

Використання рослинної сировини для створення пастоподібних купажованих напівфабрикатів не тільки підвищує їх харчову цінність, покращує властивості виробів, але і сприяє розширенню асортименту і задовольняє попит населення на різноманітну продукцію громадського харчування і харчової промисловості. Для забезпечення можливості об'єктивного контролю структурно-механічних характеристик продукту, зокрема його консистенції, у процесі переробки плодоовочевої сировини у пастоподібні напівфабрикати і готові вироби необхідно визначити структурно-механічні властивості та показники якості, що дозволить охарактеризувати консистенцію та якість паст визначеними чисельними показниками.

З кожним роком збільшується попит на якісну харчову продукцію рослинного походження за доступною вартістю. Це обумовлює необхідність збереження початкових властивостей природної сировини, визначення її структури, вмісту поживних речовин та енергетичної цінності, а також удосконалення технологічно-апаратурних рішень для виробництва оздоровчих продуктів харчування, що в своєму складі мають природну сировину. Сучасні плодочеві пастоподібні напівфабрикати в повній мірі можуть відповідати попиту споживчої кооперації за всім показникам шляхом максимального збереження їх якості під час технологічних операцій. Вживання плодочевих пастоподібних напівфабрикатів в раціоні дозволить ліквідувати сезонність вживання населенням природної продукції функціонального призначення.

Під час досліджень плодочевого напівфабрикату як основну сировину використовували яблуко (сорту Антонівка), гарбуз (сорту мускатний Перлина), буряк (сорту Бона) з високим вмістом БАР та лікувально-профілактичними властивостями. Визначено отримувати структурно-механічні властивості однокомпонентних пюре, купажованих паст з різним рецептурним співвідношенням основної сировини та відповідно зефірні вироби з додаванням розробленої пасти. Реологічні властивості дослідних зразків визначали на ротаційному віскозиметрі "Реотест-2" (Німеччина).

Під час дослідження шляхів з удосконалення способу виробництва пастоподібного напівфабрикату запропоновано обґрунтований рецептурний склад купажованих композицій плодоовочевих паст з урахуванням БАР, органолептичних та структурно-механічних властивостей кожного з компонентів на консистенцію отримуваного продукту. Структуроутворювачем виступали всі обрані компоненти зі значним вмістом пектину. Обрана сировина має високий вміст харчових волокон (ХВ) та володіє лікувально-профілактичними властивостями на організм людини.

Виробництво купажованих багатокомпонентних плодоовочевих паст здійснюється за рецептурним співвідношенням компонентів (табл. 1) наступним чином: яблучне, гарбузове та бурякове пюре готували за діючою технологією для виробництва плодкових і овочевих пюре. Отримувані пюре змішували згідно рецептурному співвідношенню. Після попередньо підігрівали (45...50 °С) з подальшим концентруванням за температури 50...55 °С у роторному плівковому апараті (РПА) до вмісту сухих речовин (СР) 45 % протягом 1,25...2,0 хв.

Таблиця 1 Рецептурне співвідношення плодоовочевих компонентів у композиціях

Компонентний склад	Композиція		
	1	2	3
Яблуко	60	65	60
Гарбуз	20	20	30
Буряк	20	15	10
Контроль, %	100	100	100

Визначено граничну напругу зсуву  $\theta_0$ : яблуко – 9 Па, гарбуз – 36 Па, буряк – 54 Па (рис. 1), що підтверджує належність сировини до неідеально пластичних твердоподібних тіл. Збільшення граничної напруги зсуву для всієї плодоовочевої сировини в порівнянні з контролем пояснюється насамперед більшим вмістом СР та пектинових речовин.

Максимальне значення ефективної в'язкості  $\eta_{\text{ef}}$  (Па·с) досліджених паст складає для зразків композицій: 1 – 283; 2 – 252; 3 – 195 і контролю – 147 відповідно. Отже обираємо зразок з вмістом сировини: яблуко – 60%, гарбуз – 20%, буряк – 20 %, що також володіє гарними сенсорними властивостями. Обрана сировина для створення купажованій пасті призводить до зростання показника ефективної в'язкості в порівнянні з контролем (яблучна паста), що позитивно впливає на зміцнення отримуваної структури.

### Список використаних джерел

1. В.М. Михайлов. Створення якісно нових плодоовочевих напівфабрикатів і кондитерських виробів на їх основі з оздоровчими властивостями. Михайлов В.М., Загорулько О.Є., Загорулько А.М., Касабова К.Р., Гордієнко І.О. // Наукові праці НУХТ, Т.25, №5, 2019, стр. 162 – 172.
2. Патент на корисну модель № 108041 Україна, МПК H05B 3/36 (2006.01); B01D 1/22 (2006.01); G05D 23/19 (2006.01). Гнучкий плівковий резистивний електронагрівач випромінюючого типу / Загорулько А.М., Загорулько О.Є.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 (Україна). - № u 2016 00827; Заявл. 02.02.2016; Опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12. – 3 с.

3. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М. Інтенсифікація процесів концентрування та ІЧ-сушіння рослинної сировини / Наукові праці Національного університету харчових технологій. – Т. 28, № 1 / Національний університет харчових технологій. – Київ : НУХТ, 2022. – С. 93-104.

УДК 664.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВЕРШКІВ В КІЛЬЦЕВОМУ ПРОСТОРИ ЦИЛІНДРОВОГО МАСЛОУТВОРЮВАЧА ПІД ЧАС ОХОЛОДЖЕННЯ

Кучер Є.С. магістр; Гурський П.В. к.т.н., доц.; Іващенко С.Г. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

У ході експериментальних досліджень вивчали вплив температури на густину і питому теплоємність високожирних вершків (модельної рідини) різної жирності – чинників, що впливатимуть на роботу витискних барабанів циліндрового маслоутворювача під час термомеханічної обробки і на навантаження електродвигунів приводів барабанів [1,2].

Для дослідження зміни густини і питомої теплоємності високожирних вершків під час процесу маслоутворення від входу вершків після сепарування у нижній циліндр маслоутворювача до виходу масла з верхнього циліндра маслоутворювача, змінювали температуру модельної рідини, що надходить в кільцевий простір між витискним барабаном і охолоджувальною поверхнею циліндра в діапазоні температур від 70 °С до 10 °С.

Досліджували вплив температури на густину модельної рідини під час термомеханічної обробки (рис.1) і вплив температури на питому теплоємність високожирних вершків за різної жирності (рис.1) [1,2].

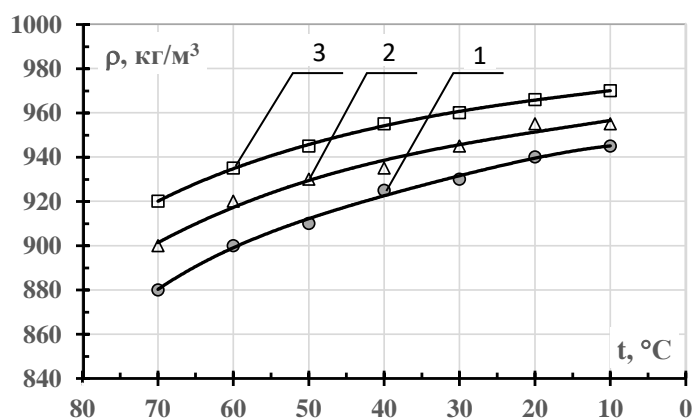


Рис.1 Залежність густини високожирних вершків від температури за жирності 1 – 65; 2 – 75; 3 – 85%

З аналізу кривих (рис. 1) видно, що зі зниженням температури від 70 °С до

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
10 °С густина модельної рідини, що переміщується в кільцевому просторі охолоджувального циліндра збільшується на 7,4% за жирності 65% на 6,1% за жирності 75% і на 5,4% за жирності 85%. Зі збільшенням жирності від 65 до 85% густина зростає на 4,5%, що сприятиме збільшенню навантаження на електропривод.

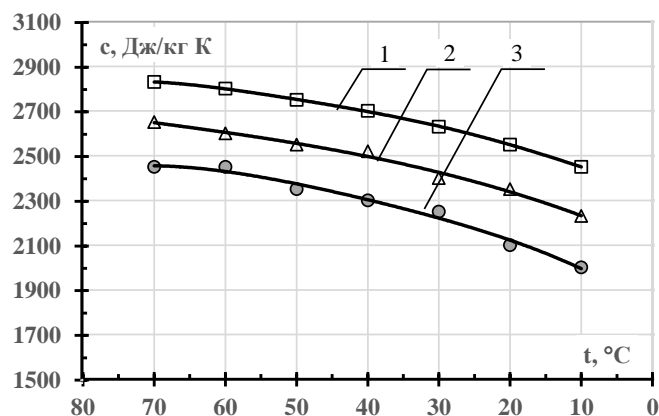


Рис.2 Залежність питомої теплоємності високожирних вершків від температури за жирності 1 – 65; 2 – 75; 3 – 85%

Встановлено (рис. 2), що зниження температури обробки в діапазоні 70...10 °С призводить до зменшення питомої теплоємності високожирних вершків на 450 Дж/кг·К (на 18,4 %) і впливатиме на тривалість теплової обробки, або на збільшення швидкості подачі холодоносія в теплообмінну сорочку охолоджувальних циліндрів.

Отже, зважаючи на підвищення густини високожирних вершків і зменшення питомої теплоємності під час їх термомеханічної обробки, необхідно контролювати температуру масла на виході з маслоутворювача і роботу приводів барабанів не допускаючи їхнього перевантаження.

### Список використаних джерел

1. Брагинский, Л.Н. Перемешивание в жидких средах: Физические основы и инженерные методы расчета [Текст] / Л.Н. Брагинский, В.И. Бегачев, С.М. Барабаш. – Л.: Химия, 1984. – 336с.
2. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. Посібник /П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В.Яськов. – Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2004.-336с.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ГЛИБИНИ ПРОНИКНЕННЯ НВЧ-ПОЛЯ ПОДРІБНЕНОЇ СУМІШІ НА ОСНОВІ ПРЯНИХ ОВОЧІВ

**Михайлов В.М. д.т.н., проф.; Прасол С.В. к.т.н., доц.;**  
**Шевченко А.О. к.т.н., доц.; Семенов А.А. Пушкаш С.В. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено результати досліджень глибини проникнення електромагнітного поля та раціональної товщини шару суміші подрібнених коренів і суміші подрібненої зелені пряних овочів при обробці в НВЧ-полі в залежності від насипної щільності, вологості та температури зразків.*

Одним з важливих напрямків у вирішенні проблеми здорового харчування населення є удосконалення технологій, процесів та обладнання переробки харчової сировини з метою забезпечення збереженості її харчової та біологічної цінності. Для покращення якості готової продукції, зумовленої зниженням втрат цінних харчових компонентів при тепло-масообмінній обробці термолабільної харчової сировини, авторами роботи був розроблений вакуумний апарат НВЧ-нагріву. Для апробації його роботи запропоновано використання сировини з високим вмістом біологічно активних речовин, зокрема корені та зелень пряних овочів – петрушки, пастернаку, селери, кропу.

На основі суміші подрібнених коренів пряних овочів із додаванням подрібненої зелені авторами запропоновано низку технологічних схем щодо виробництва пюре, пасти, порошку, кулінарної продукції. Організація виробництва цієї продукції є можливою в підприємствах ресторанного господарства та малих харчових виробництв. В той же час, її промислове впровадження потребує встановлення раціональних енергозберігаючих параметрів НВЧ-нагріву, для чого необхідно отримати комплекс наукових результатів, що дають уявлення про характер тепло-масообмінних процесів.

Раніше проведеними дослідженнями було визначено діелектричні характеристики суміші подрібнених коренів та суміші подрібненої зелені пряних овочів в залежності від насипної щільності, вологовмісту та температури. Отримані результати дають можливість розрахувати глибину проникнення електромагнітного поля та визначити раціональну товщину шару продукту, що забезпечить ефективне використання НВЧ-енергії.

Основними завданнями роботи є визначення впливу насипної щільності, температури, вологості зразків, що являють собою суміш подрібнених коренів та суміш подрібненої зелені пряних овочів, на зміну глибини проникнення електромагнітного поля та раціональної товщини шару цих сумішей.

Отримані результати розрахунку глибини проникнення електромагнітного поля та раціонального шару продукту при застосуванні НВЧ-нагріву дозволяють стверджувати про наступне:

1. Діапазон глибини проникнення електромагнітного поля залежить від насипної щільності, вологості та температури продукту і знаходиться в межах

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
(2,8...10,8)·10<sup>-2</sup> м для суміші подрібнених коренів прямих овочів та  
(19...52)·10<sup>-2</sup> м для суміші подрібненої зелені прямих овочів.

2. Для суміші подрібнених коренів прямих овочів глибина проникнення електромагнітного поля збільшується в 2,9 рази зі зменшенням насипної щільності від 600 до 300 кг/м<sup>3</sup>, у 1,8...1,9 рази зі зміною вологості зразків з 85 до 10 %, та зменшується у 1,3...1,6 рази з підвищенням температури зразка.

3. Для суміші подрібненої зелені прямих овочів глибина проникнення електромагнітного поля збільшується в 1,3...1,4 рази зі зменшенням насипної щільності від 300 до 200 кг/м<sup>3</sup>, у 1,3 рази зі зміною вологості зразків з 85 до 10 %, та зменшується в 1,8...2,7 рази з підвищенням температури в межах (20...80) °С.

4. З метою ефективного використання НВЧ-енергії раціональні значення товщини шару продукту мають складати в середньому 67...79 % від глибини проникнення електромагнітного поля для суміші подрібнених коренів прямих овочів – (2,2...7,9)·10<sup>-2</sup> м, та 42...67 % для суміші подрібненої зелені прямих овочів – (13...22)·10<sup>-2</sup> м.

5. Збільшувати товщину шару продукту при НВЧ-обробці доцільно при забезпеченні його примусового перемішування, що дозволить штучно зменшувати насипну щільність і здійснювати постійну подачу нових порцій продукту до зони впливу НВЧ-енергії.

6. При розробці раціональних параметрів НВЧ-обробки суміші подрібнених коренів прямих овочів із додаванням суміші подрібненої зелені прямих овочів визначальним чинником слід вважати діелектричні властивості суміші подрібнених коренів, оскільки для неї глибина проникнення НВЧ-енергії у 5...7 разів менше, ніж для суміші подрібненої зелені прямих овочів.

7. Обрані параметри початкового значення питомої потужності НВЧ-нагріву для заданого шару продукту мають бути відкориговані при досягненні продуктом вологості 40...50 %, оскільки при подальшому зневоднюванні до вологості 10 % значення раціональної товщини збільшується в 1,7...2,0 рази.

8. З огляду на несуттєвий вплив зміни температури на глибину проникнення НВЧ-енергії, з метою збереження фізико-хімічних властивостей прямих овочів доцільним є проведення тепло-масообмінної обробки при невисоких значеннях температури, зокрема 40...50 °С, що можливо здійснити у вакуумному апараті НВЧ-нагріву .

### Список використаних джерел

1. Черевко О. І. Переробка дикорослої та пряно-ароматичної рослинної сировини: монографія / О. І.Черевко, Ю. І. Єфремов, В. М. Михайлов. ХДУХТ, 2007. 229 с.
2. Пат. 57028 Україна, МПК А23L 1/025. Установка для концентрування (сушіння) харчових систем з використанням НВЧ-нагріву і вакуумування / Черевко О.І., Єфремов Ю.І., Михайлов В. М., Потапов В.О., Михайлова С.В., Качалов В.В.; заявник і патентовласник ХДУХТ. № u201008088; заявл. 29.06.2011; опубл. 10.02.2011, Бюл. № 3.



## **РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА**

**Шевченко А.О. к.т.н., доц.; Косточка О.Д. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

**Михайлов Б.В., викладач**

*Відокремлений структурний підрозділ «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету»*

**Бабанова О.І. ст. викладач**

*Національний університет харчових технологій*

*Наведено аналітичний огляд процесів та обладнання для виробництва хліба з використанням сучасних технологій, зокрема електроконтактного нагрівання (ЕКН). Розроблено комплекс технологічного обладнання для виробництва хліба. Досліджено випікання хліба, під час якого найбільш інтенсивно відбувається теплова обробка з ЕКН. Описано новий підхід до виробництва хліба, що включає використання печі з комбінованим інфрачервоним нагріванням та ЕКН.*

Хліб останні 200 років можна вважати одним із найважливіших компонентів раціону більшості населення, його популярність та постійний попит вказують на значний обсяг виробництва цієї продукції. Вироби з дріжджового тіста займають близько 40 % асортименту борошняних виробів, які виробляються в Україні. Основною метою хлібопекарської промисловості є забезпечити споживачів стабільно високою за якістю продукцією для їх власної безпеки. На сьогодні під час дефіциту електроенергії в країні необхідно вирішувати питання енергоефективності, автоматизації виробничих процесів та раціонального використання ресурсів.

Традиційні підходи до організації процесів хлібовипікання часто супроводжуються великими енергетичними втратами та часу на кожен цикл; відсутністю автоматизованого обладнання, що в свою чергу призводить до збільшення собівартості кінцевої продукції. Сучасне обладнання використовується для теплової обробки хлібобулочних виробів і характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД). Така особливість зумовлена інерційністю теплопередачі та нерівномірністю нагрівання заготовок. Тривалість процесів бродіння тіста, вистоювання та випікання, також залишається важливим питанням, бо вона зменшує продуктивність ліній. Металоемність також є актуальним питанням, бо вона збільшує витрати на виробництво обладнання та його обслуговування.

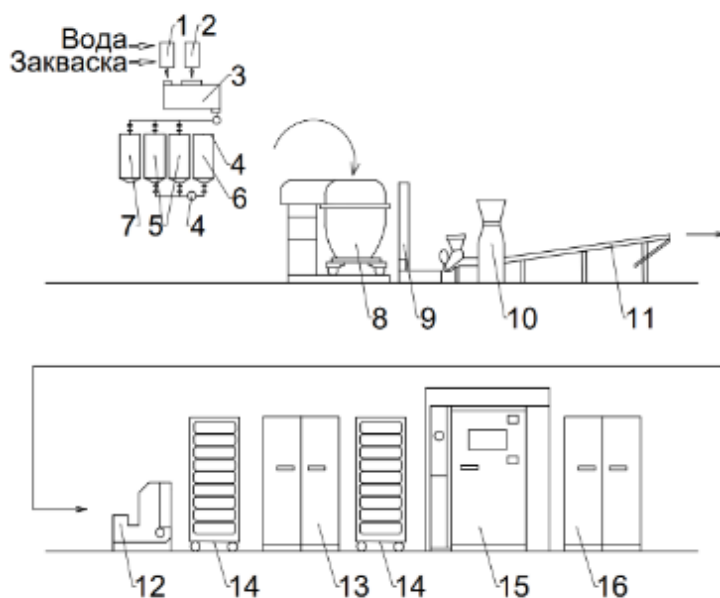
Одним із перспективних підходів до вирішення зазначених проблем є впровадження системи електроконтактного нагріву (ЕКН). ЕКН – це ефективна технологія, яка широко використовується в харчовій промисловості, в нашому випадку в хлібопекарстві. Вона забезпечує високу енергетичну ефективність

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 через миттєве перетворення електричної енергії на теплоту, що знижує витрати на енергоресурси. Даний метод дозволяє точно контролювати температуру забезпечуючи рівномірний прогрів тіста і покращення структури хліба. Швидкість нагрівання завдяки ЕКН скорочує час виробничих циклів і є більш екологічним методом в порівнянні з традиційними. Системи автоматизації дозволяють точно налаштувати температурні режими і керувати енергією, що в свою чергу оптимізує виробничий процес і підтримує стабільну якість продукції.

Даний метод ґрунтується на безпосередньому перетворенні електричної енергії в теплову всередині оброблюваного продукту. Такий метод забезпечує швидке та рівномірне підвищення температури. Головною особливістю ЕКН є те, що тепло виникає по всьому об'єму продукту.

Використання хлібопекарської печі з ЕКН дозволяє значно скоротити тривалість процесів та знизити енерговитрати. Однак недоліком є те, що дана система нагріву не здатна забезпечити утворення підсмаженої скоринки на поверхні виробу, що є важливим фактором для смакових особливостей та товарного вигляду хліба. Вирішенням цієї проблеми є поєднання ЕКН із інфрачервоним (ІЧ) нагріванням, що дозволяє досягти швидкого прогрівання і якісного зовнішнього вигляду готової продукції.

Запропоновано впровадження такої хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН в розробленому комплексі технологічного обладнання для виробництва хліба (поз. 15 на рис. 1).



- 1 – дозатор рідких компонентів; 2 – дозатор борошна; 3 – мішалка для приготування закваски; 4 – насоси; 5 – ємності для бродіння закваски; 6 – видаткова ємність закваски; 7 – ємність закваски для відновлення; 8 – машина тістомісильна з діжею підкатною; 9 – діжепідйомник; 10 – тісторозділювач; 11 – тістоформуванняльний; 12 – посадчик; 13 – шафа вистоювання; 14 – стелажний візок; 15 – хлібопекарська піч з комбінованим нагріванням; 16 – шафа вистоювання

Рис. 1 – Схема комплексу технологічного обладнання для виробництва хліба

Комплекс включає різне обладнання, зокрема дозатор рідких компонентів 1 для відмірювання рідких інгредієнтів, дозатор борошна 2 для визначення потрібної ваги борошна, мішалку для приготування закваски 3, насоси 4 для ефективного переміщення інгредієнтів, ємності для бродіння закваски 5, видаткову ємність закваски 6, ємність закваски для відновлення 7, тістомісильну машину з діжею підкатною 8, діжепідійомник 9, тісторозділювач 10, тістоформувальну машину 11, посадчик 12, шафи вистоювання 13 та 16, стелажний візок 14 і хлібопекарську піч з комбінованим нагріванням 15.

Технологія виробництва на даному комплексі включає етапи підготовки сировини, замішування тіста, формування заготовок, вистоювання, випікання та пакування готової продукції. Кожен елемент лінії взаємопов'язаний та забезпечує отримання високої за якістю продукції.

На першому етапі дозатор борошна 2 забезпечує відмірювання необхідної кількості борошна, яке потім подається в мішалку 3 для змішування з рідкими компонентами, які подає дозатор рідких компонентів 1. Цей процес змішування є важливим для отримання якісного тіста. Після змішування інгредієнтів закваска подається в ємності для бродіння 5, де вона тримається до появи аромату та смаку. Насоси 4 автоматизують переміщення інгредієнтів між елементами лінії.

Після бродіння закваска подається далі через видаткову ємність закваски 6. Для збереження властивостей частина закваски зберігається в ємності для відновлення 7. Тісто після цього надходить у тістомісильну машину з підкатною діжею 8, де інгредієнти перемішують до однорідної маси. Після цього діжепідійомник 9 піднімає діжу з готовим тістом для подальшого використання на тісторозподілювач. Тісто проходить через тісторозділювач 10, який ділить його на порції, після чого тістоформувальник 11 формує порції в заготовки. Сформовані заготовки рухаються до шафи вистоювання 13 через посадчик 12.

Після вистоювання готові заготовки розміщуються на стелажному візку 14 та відвозяться до хлібопекарської печі 15 для випікання. Шафа вистоювання 16 використовується для повторного вистоювання під час охолодження готових виробів перед їх пакуванням та транспортуванням.

Елементом вдосконалення комплексу є застосування хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН. Процес ЕКН забезпечує швидке та рівномірне прогрівання тіста зсередини, скорочуючи тривалість теплової обробки. ІЧ-нагрівання відповідає за утворення золотистої скоринки, яка покращує зовнішній вигляд і смакові характеристики виробу. Крім того, пристрій оснащений системою вентиляторів для циркуляції гарячого повітря, що сприяє рівномірному прогріванню поверхні виробів. Управління процесами здійснюється через пульт керування, де можна задавати параметри температури, напруги та потужності, а також за потреби регулювати тривалість процесу.

Після завершення випікання хліб надходить на охолодження до шафи вистоювання, де спеціальні системи контролю-регулювання забезпечують поступове зниження температури, запобігаючи деформації та зберігаючи якість.

Завершальний етап включає автоматизоване пакування готової продукції, що дозволяє зберігати свіжість виробів та підготувати їх до транспортування.

Розроблений комплекс обладнання має низку переваг: скорочення тривалості технологічного процесу, зменшення енерговитрат, підвищення ККД обладнання та покращення органолептичних характеристик хлібу. Комбінований підхід до теплової обробки забезпечує ефективне поєднання сучасних методів нагрівання, що сприяє раціональному використанню ресурсів та підвищенню продуктивності.

Отримані результати досліджень показують високу ефективність ЕКН у порівнянні з традиційними методами. Наприклад, за 4 хвилини обробки з використанням ЕКН температура тіста досягає 75 °С, тоді як при випіканні у жарильній шафі за той же час цей показник становить лише 40 °С. Дані підтверджують інтенсивність нагрівання за умов ЕКН і дозволяє зробити висновок про його доцільність.

Впровадження ЕКН дозволяє знизити енергоспоживання, зменшити викиди шкідливих речовин та покращити екологічні показники підприємства. Метод ефективно інтегрується з іншими технологіями обробки, такими як ІЧ-нагрівання, його застосування дозволяє отримати ще кращі результати при мінімальних витратах. Для виробника капіталовкладення на обладнання з ЕКН швидко окупляться довгостроковою економією на енергоресурсах і підвищенням продуктивності, що робить ЕКН вигідною інвестицією для хлібопекарських виробництв та інших виробництв харчової промисловості.

Таким чином, розроблений комплекс технологічного обладнання для виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням ЕКН та ІЧ-нагрівання є перспективним рішенням для хлібопекарської промисловості. Він забезпечує високу якість продукції, знижує витрати енергії та відповідає сучасним вимогам до ефективності та автоматизації виробництва. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію параметрів роботи обладнання та його масштабування для промислового використання.

### **Список використаних джерел.**

1. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2 Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черво [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2012. 151 с.
2. Технологічні особливості електроконтактних методів обробки харчових продуктів / О.І. Черво [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. Наук. Пр. Харків : ХДУХТ, 2010. Вип. 2 (12). С. 124-128.
3. Ohmic heating [Електронний ресурс]: FoodWrite. Режим доступу: <http://foodwrite.co.uk/tag/ohmic-heating>.
4. Ohmic heating as an alternative food processing technology : a report / D. R. Anderson [Д. Р. Андерсон]. Manhattan : Kansas State University, 2008. 45р.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ПЕКТИНОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ

**Дейниченко Г.В., д-р. техн. наук, проф., Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Василенко М.О., здобувач вищої освіти ступеня магістра, Піддубний О.А, здобувач вищої освіти ступеня магістра**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Обґрунтовано доцільність мембранної обробки пектинових екстрактів у режимі з вібраційним перемішуванням. Встановлено вплив температури, тиску та тривалості процесу мембранного концентрування та очищення пектинових екстрактів на характеристики ультрафільтраційних мембран. Визначено раціональні параметри та режими процесу ультрафільтраційного концентрування та очищення пектинових екстрактів.*

Сьогодні в харчовій промисловості мембранні методи обробки використовуються для очищення та концентрування фруктових і овочевих соків у консервному виробництві, дифузійного соку в цукровому виробництві, для концентрування молока і молочних продуктів, стабілізації безалкогольних напоїв і виноградних вин, екстрактів, холодної пастеризації пива, для приготування технологічної води, очищення рослинних олій, отримання білка з картопляного соку, сепарації крові забійних тварин, сепарації ферментів, очищення промислових стоків, сепарації газів тощо [1, с.17-20]. Для харчової промисловості використання мембранних технологій є особливо актуальним, оскільки вони дозволяють концентрувати та очищати харчові біологічні рідини без впливу температури, зберігати нативні властивості харчових поживних речовин, здійснювати низькотемпературну стерилізацію розчинів, очищати питну воду тощо [2, с.187-196].

Таким чином, дослідження процесів концентрування та очищення пектинового екстракту з використанням процесів мембранної обробки, дослідження властивостей нових типів ультрафільтраційних мембран є актуальним завданням сьогодення, оскільки це дозволить розширити впровадження ультрафільтрації в харчовій промисловості, а також для отримання пектинових концентратів з високими вираженими харчовими та поживними властивостями [3, с.67-76].

У роботі досліджено ультрафільтраційні мембрани типу ПАН: ПАН-50 та ПАН-100. Мембрани типу ПАН – ультрафільтраційні мембрани другого покоління, виготовлені на основі кополімерів акронітрилу [4, с.63-69]. Однією з основних характеристик ультрафільтраційних мембран є продуктивність. Розрізняють початкову продуктивність мембран, тобто продуктивність нових мембран в початковий період їх експлуатації, і фактичну, що характеризує роботу мембран в умовах постійної роботи [5, с.15-20]. Для дослідження процесу ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів обрано основні вихідні параметри процесу:  $t$  – температура ультрафільтраційного

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

концентрування, °C;  $\tau$  – тривалість процесу, с;  $P$  – тиск фільтрації, МПа. Для цих параметрів встановлені рівні та інтервали варіювання. Під час експериментів необхідний тиск у надмембранному просторі ультрафільтраційного модуля створювався за допомогою компресора і варіювався від 0,2 до 0,6 МПа. Швидкість потоку пектинового екстракту в міжмембранному каналі в режимі вібрації становила 0,5...2,0 м/с. Через 20 хв, коли швидкість ультрафільтрації стала сталою, кількість фільтрату, що вимірювали, що пройшов через мембрану за 10 хв. У режимі вібраційного перемішування вмикався електродвигун, з'єднаний з мішалкою, розташованою всередині модуля для ультрафільтрації. Результати показали, що залежності продуктивності напівпроникних мембран ПАН-50 та ПАН-100, концентрації пектинових речовин у концентраті, вмісту сухих речовин у пермеаті та концентраті за різних технологічних режимів є нелінійними. Це пояснюється складністю спільного впливу трьох факторів процесу ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів як на продуктивність напівпроникної мембрани, так і на якісні показники пектинових концентратів. Апроксимація даних рівняннями регресії дозволила виявити неоднозначні залежності продуктивності ультрафільтраційних мембран, концентрації пектинових речовин і вмісту сухих речовин від тиску, температури і тривалості процесу ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів. Дослідження показали, що характер зміни продуктивності зі збільшенням тиску від 0,2 до 0,4 МПа в тупиковому режимі спостерігається повільне зростання продуктивності, а в режимі з вібраційним перемішуванням – різке збільшення продуктивності для обох мембран. В області від 0,4 до 0,6 МПа продуктивність мембран істотно не змінюється при підвищенні тиску в тупиковому режимі. У режимі вібраційного змішування продуктивність обох мембран повільно зростає зі збільшенням тиску. Так, для тупикового режиму значення продуктивності при  $P = 0,4$  МПа становить: для мембрани ПАН-50 –  $1,8 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $2,3 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ ; при  $P = 0,6$  МПа: для мембрани ПАН-50 –  $2,4 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $2,5 \text{ дм}^3 / \text{год}$ . У режимі віброперемішування з перфорованою віброплитою значення продуктивності становить  $2,8 \text{ дм}^3 / \text{год}$ : для мембрани ПАН-50 –  $4,1 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $4,7 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ ; при  $P = 0,6$  МПа: для мембрани ПАН-50 –  $4,5 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $5,1 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{год}$ . Підвищення продуктивності мембран за умови використання перфорованої вібропластини можна пояснити збільшенням тиску (приблизно на 1 МПа) на поверхні мембрани за рахунок потоків, спрямованих у напрямку руху вібродиска до мембрани поверхні [6, с.234-247].

Аналіз отриманих даних показує, що підвищення тиску під час ультрафільтрації концентрації пектинових екстрактів понад 0,4...0,5 МПа є недоцільним, тому що це недоцільно, оскільки не призводить до суттєвого підвищення продуктивності обох типів мембрани. Крім того, використання вібраційного перфорованого диска дозволяє не тільки значно підвищити продуктивність ультрафільтраційних мембран за рахунок запобігання утворенню шару гелю на їх поверхні, але й знизити робочий тиск в напірному каналі модуля ультрафільтрації [7, с.86-93].

В діапазоні значень температур від 20 до 45°C відбувається інтенсивне зростання продуктивності напівпроникних мембран типу ПАН для обох режимів. При підвищенні температури від 45 до 60°C у випадку тупикового режиму характеристики мембран ПАН-50 і ПАН-100 змінюються незначно і мають схожий характер. У разі вібраційного змішування з підвищенням температури продуктивність обох типів мембран стає постійною. Подальше підвищення температури є недоцільним, що пояснюється руйнуванням пектинових речовин екстракту при його ультрафільтраційному концентруванні. Так, для тупикового режиму значення продуктивності при  $t = 45^{\circ}\text{C}$  становить: для мембрани ПАН-50 –  $1,7 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $2,2 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ; при  $t = 60^{\circ}\text{C}$ : для мембрани ПАН-50 –  $2,1 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $2,3 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ . У турбулентному режимі процесу ультрафільтрації з перфорованою вібропластиною продуктивність при  $t = 45^{\circ}\text{C}$  становить: для мембрани ПАН-50 –  $4,1 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $4,7 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ ; при  $t = 60^{\circ}\text{C}$ : для мембрани ПАН-50 –  $4,2 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ , для мембрани ПАН-100 –  $4,9 \text{ дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год}$ . Підвищення продуктивності напівпроникних УФ-мембран типу ПАН з підвищенням температури можна пояснити зниженням в'язкості пектинових екстрактів, що призводить до пом'якшення структури шару гелю, який утворюється на поверхні мембрани [8, с.1-11]. Аналіз отриманих даних показує, що підвищення температури пектинових екстрактів при їх ультрафільтраційному концентруванні вище  $45...55^{\circ}\text{C}$  є недоцільним, оскільки не відбувається істотного підвищення продуктивності напівпроникних мембран. Крім того, слід враховувати, що занадто високі температури призводять до небажаних біохімічних перетворень пектинових речовин і зниження їх функціональних властивостей. За отриманою залежністю впливу тривалості процесу ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів на продуктивність напівпроникних мембран типу ПАН видно, що характер кривих залежності має явна різниця. При тупиковому режимі протягом перших  $0,5...2,0$  годин спостерігається різке зниження продуктивності напівпроникних мембран.

Зменшення продуктивності напівпроникних мембран із збільшенням тривалості процесу можна пояснити інтенсивним утворенням на їх поверхні шару гелю з високомолекулярних речовин, що значно уповільнює процес ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів. У режимі з вібраційним перемішуванням більш повільний характер зниження продуктивності ультрафільтраційних мембран обумовлений впливом вібраційної турбуляції на товщину поляризаційного осаду, що утворюється на їх селективній поверхні. Проведені дослідження показують, що раціональними режимами ультрафільтраційного концентрування пектинового екстракту з використанням напівпроникних мембран є наступні значення: тиск –  $0,4...0,5 \text{ МПа}$ , температура –  $45...55^{\circ}\text{C}$ , тривалість процесу ультрафільтраційного концентрування –  $1,5...2$  години. При цьому значної інтенсивності ультрафільтраційної концентрації пектинових екстрактів надає режим вібраційного перемішування, раціональні значення швидкості якого знаходяться в межах  $1,5...1,7 \text{ м/с}$ . З наведених даних видно, що процес ультрафільтраційного концентрування пектинових екстрактів з використанням напівпроникних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мембран типу ПАН має комплексний характер.

Таким чином, розроблені процеси та обладнання для мембранної обробки пектинових екстрактів можуть бути використані для отримання високоякісних пектинових концентратів і виробництва різноманітної кулінарної продукції на основі бурякового пектинового концентрату як на переробних, так і на спеціалізованих підприємствах харчової промисловості.

### Список літератури:

1. Ciriminna, R., Fidalgo, A., Delisi, R., Ilharco, L. M., & Pagliaro, M. Pectin production and global market. *Agro Food Industry Hi-Tech*. 2016. 27(5), 17–20.
2. Deinychenko, G., Dmytrevskyi, D., Chervonyi, V., Horielkov, D., Lavreniuk, V. Analysis of membrane devices constructions of the food and processing industry. *Progressive technique and technologies. of food production enterprises, catering business and trade*. 2024. Issue 1 (35). 187-196.
3. David Durán-Aranguren, D., Juliana Alméciga Ramírez, C., Catalina Villabona Díaz, L., Ayalde Valderrama, M., & Sierra, R. (2022). Production of Pectin from Citrus Residues: Process Alternatives and Insights on Its Integration under the Biorefinery Concept. *Pectins - The New-Old Polysaccharides. IntechOpen*. 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.100153>.
4. Deynichenko, G., Guzenko, V., Dmytrevskyi, D., Chervonyi, V., Omelchenko, O., Horielkov, D., Korolenko, O. Developing a technique for the removing of a gel layer in the process of membrane treatment of pectin extract. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. 4(11–106), 63–69. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208984>.
5. Deynichenko, G., Guzenko, V., Dmytrevskyi, D., Chervonyi, V., Kolisnichenko, T., Omelchenko, O., Nykyforov, R. Study of the new method to intensify the process of extraction of beet pulp. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. 4(11–94), 15–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140126>.
6. Gómez, B., Yáñez, R., Parajó, J. C., & Alonso, J. L. Production of pectin-derived oligosaccharides from lemon peels by extraction, enzymatic hydrolysis and membrane filtration. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*. 2016. 91(1), 234–247. <https://doi.org/10.1002/jctb.4569>.
7. Дейниченко Г.В., Золотухіна І.В., Дмитревський Д.В., Гузенко В.В., Перекрест В.В., Гладкова О.С. Сучасні технології баромембранних процесів у харчовій промисловості. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Тематичний збірник наукових праць. ДонНУЕТ. Кривий Ріг. 2021. № 2 (43). С 86-93. <https://doi.org/10.33274/2079-4827-2021-43-2-86-93>.
8. Dmytrevskyi, D., Chervonyi, V., Horielkov, D. Improvement of the homogenizer head design. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 14(2). <http://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-2-4>.



## **ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ В АГРОПРОМИСЛОВИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

**Косточка О.Д., студент, Маяк О.А., к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Анотація. Розглянуто проблему використання в агропромисловому комплексі та харчових технологіях харчових відходів, а саме бананової кожурою, яка залишається від споживання майже 100 мільярдів бананів.*

Щороку в усьому світі споживається понад 100 мільярдів бананів, від яких залишається багато шкірки. Тож, переробка та використання даної сировини може бути цікавим для сучасного агропромислового комплексу.

Бананова шкірка не тільки їстівна, а й дуже поживна. У ній міститься 12% добової норми клітковини, що допомагає травленню та знижує ризик діабету, 17% добової норми вітаміну С, важливого для імунної системи, росту та розвитку людини. Згідно з результатами досліджень бананова шкірка містить 0,6% азоту, 11,5% калію та 0,4% фосфату. Ці дані справедливі для сухої шкірки. Для порівняння: гній великої рогатої худоби містить NPK (азот-фосфор-калій) приблизно у співвідношенні 1-1-1. Крім того, в банановій шкірці міститься такі речовини: 20% добової норми вітаміну В6, який допомагає перетворювати їжу на енергію, 12% добової норми калію, що регулює водний баланс в організмі та нормалізує ритм серця, 8% добової норми магнію, що регулює кров'яний тиск. Оскільки банани виділяють метан, який, за даними Фонду захисту навколишнього середовища, у 84 рази сильніший за вуглекислий газ, її можна використовувати для компостування або навіть вирощування інших рослин у саду та будинку. Внесення добрив з бананової шкірки наситить землю фосфором та іншими мікроелементами, які є дуже важливими для рослин. Наприклад, такий прийом відмінно підходить для помідорів. Крім того, калій у шкірці банана захищає рослини від певних шкідників.

Бананова шкірка може бути інгредієнтом м'ясних страв і не тільки. Саме в банановій шкірці сконцентровано весь аромат бананів, а це приблизно 50 хімічних сполук. В Азії відомий спосіб запікання продуктів в банановій шкірці. Наприклад, м'яса або рису. А можливості і користь використання бананової шкірки у кондитерських виробках та десертах дуже великі. Бананова шкірка також може бути використана для приготування чаю та смузі.

Але в складі бананової шкірки є небезпечні для людини речовини, вилучення та знешкодження яких є завданням подальшої наукової роботи. Сапоніни – сполуки відомі своїми піноутворюючими властивостями є потенційно небезпечними речовинами при потраплянні в організм людини і тварин. Вживання сапонінів у значних дозах призводить до паралічу нервової системи та збільшенню обсягів вироблення холестерину. Іншими речовинами, що є в шкірці банана і потенційно здатними завдати шкоди здоров'ю, є оксалати – органічні кислоти, пов'язані з розвитком хвороби нирок. Більшість каменів, що

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 утворюються в нирках, являють собою сполуки оксалату кальцію. Проте вміст оксалатів у банановій шкірці становить близько 0.5 мг/г, що є досить низьким і відносно безпечним рівнем.

Найбільш отруйною та шкідливою речовиною у складі кірки банана є ціаністий водень. Ця хімічна речовина, потрапляючи до організму у великих дозах, призводить до негайної смерті. Його незначні кількості подразнюють горло, викликають напругу в грудній клітці, прискорене серцебиття та слабкість м'язів. Відомо, що кількість ціаністого водню в банановій шкірці теоретично потрапляє в безпечний кількісний діапазон і не призводить до виняткових ситуацій.

При термічній дії руйнується та перетворюється газовий склад шкірки банана, що дозволяє отримати з такої сировини деревне вугілля. У країнах Африки досить широко застосовується вугілля з бананових кірок, що частково замінює продукцію з запасів деревини, що поступово зникають.

Пектин – гелеутворююча речовина, що використовується в харчовій промисловості для виготовлення джемів та кондитерських виробів, витягується в основному з цитрусових та яблук. Однак, у шкірці банана також міститься значна кількість пектину, у відсотковому співвідношенні менше ніж у цитрусових, але більше ніж, наприклад, у цукрових буряках. Висушені бананові кірки є багатим джерелом танінів. Ці речовини мають дубильні властивості, використовуються в текстильній та шкіряній промисловості, застосовуються для виготовлення чорнила та харчових барвників. У медичних цілях таніни знаходять застосування як в'язучі препарати та протиотрути при деяких отруєннях. Після хімічного видалення шкідливих компонентів зі складу висушених бананових кірок, вони можуть використовуватися для виготовлення корму для домашніх та сільськогосподарських тварин.

Таким чином, враховуючи щорічну кількість споживання бананів, переробка та комплексне використання шкірки може бути цікавим науково-прикладним завданням.

### **Список використаних джерел**

1. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку / Ю. Ф. Снежкін, Ж. О. Петрова // *Biotechnology*. - 2010. - Vol. 3, № 5. - С. 43-49. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot\\_2010\\_3\\_5\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2010_3_5_6).
2. Чоні І.В., Рогова А.Л. Вплив порошку плодів шипшини на показники якості виробів із дріжджового тіста. Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві» та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», матеріали міжнарод. наук.-практич. конф. (Київ, НУХТ, 17 листопада 2020 р.). Київ, 2020. С. 64–65.

## **ВПЛИВ СУЧАСНОГО ОБЛАДНАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ**

**Божко А.В., Гриценко Д.А. здобувачі вищої освіти,  
Карпенко Л.К. к.т.н., доцент**

*Факультет мехатроніки та інжинірингу Державного біотехнологічного  
університету*

*Основна мета дослідження полягає в комплексному аналізі впливу сучасного обладнання на процеси виробництва харчових продуктів, з акцентом на підвищення ефективності, якості та задоволеність споживачів.*

Сучасні технології та обладнання відіграють ключову роль у виробництві харчової продукції, суттєво впливаючи на її ефективність і якість. Новітні розробки галузі змінюють харчову промисловість, підвищуючи продуктивність, знижуючи витрати та покращуючи безпеку продуктів.

Автоматизація є одним з основних напрямків розвитку харчової промисловості. Використання роботизованих систем та автоматизованих ліній дозволяє:

- збільшити швидкість виробництва: роботи можуть працювати безперервно, виконуючи рутинні задачі значно швидше, ніж люди;
- зменшити ймовірність помилок: автоматизовані системи забезпечують високу точність і сталість у виконанні технологічних процесів, що знижує ризик виробництва неякісної продукції.

Інноваційні технології обробки, такі як високочастотна обробка, ультразвук, та технології холодного пресування, дозволяють:

- зберігати більше поживних речовин: нові технології обробки зменшують тепловий вплив на продукти, зберігаючи їх натуральні властивості;
- покращувати смакові якості: інноваційні методи дозволяють максимально зберігати аромати та смакові характеристики продуктів.

Сучасне обладнання також забезпечує високий рівень контролю якості на всіх етапах виробництва. Системи моніторингу, такі як Інтернет речей (IoT), використовуються для:

- відстеження параметрів виробництва: датчики контролюють температурний режим, вологість та інші важливі показники, що впливають на якість продукту;
- своєчасного виявлення дефектів: автоматизовані системи можуть швидко реагувати на відхилення від норми, що дозволяє запобігти виникненню серйозних проблем.

Сучасні технології упаковки, такі як вакуумне пакування та активні упаковки, сприяють:

- подовженню терміну зберігання продуктів: використання нових матеріалів і технологій дозволяє зменшити проникнення кисню та вологи, що затримує процес псування;

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

- збереженню свіжості і якості: упаковка, що контролює мікроклімат, допомагає зберегти смак та харчову цінність продуктів протягом тривалого часу.

Сучасне обладнання також враховує екологічні вимоги. Використання енергоефективних технологій та матеріалів сприяє:

- зменшенню відходів: оптимізація виробничих процесів дозволяє знизити кількість відходів, що утворюються під час виробництва;

- покращенню екологічного сліду: сучасні технології допомагають зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, що стає важливим аспектом для споживачів.

### **Висновок**

Вплив сучасного обладнання на ефективність і якість харчової продукції є безперечним. Інновації в автоматизації, обробці, контролі якості, упаковці та екологічних технологіях не лише підвищують продуктивність виробництв, але й забезпечують високу якість харчових продуктів. Упровадження таких технологій є необхідним кроком для підприємств, що прагнуть залишатися конкурентоспроможними в сучасному світі

### **Список використаних джерел**

1. Технологічне обладнання харчових виробництв : навч. посібник / В. І. Теличкун, Ю. С. Теличкун, О. О. Губеня, С. В. Стефанов, С. Т. Дамянова. – Київ : Сталь, 2023. – 634 с.
2. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.
3. Hernández-Sánchez, Humberto, Gutierrez-Lopez, Gustavo F. Food Nanoscience and Nanotechnology . Springer, 2015.- 300 с.
4. Наноматеріали та нанотехнології у харчовому виробництві Косенко В.А. та інші. Видавництво: Університет "Україна", 2017. – 327 с.

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ: СПЕЦИФІКА РОБОТИ ТА ІННОВАЦІЇ

**Вороновський В.О., Штанопруд І.О. здобувачі вищої освіти,  
Карпенко Л.К. к.т.н., доцент**

*Факультет мехатроніки та інжинірингу Державного біотехнологічного  
університету*

*Основна мета дослідження обладнання для ферментації у харчовій промисловості полягає в аналізі його специфіки, оптимізації технологічних процесів та впровадженні інновацій, що дозволяє підвищити конкурентоспроможність виробників та задовольнити зростаючий попит на якісну продукцію.*

Ферментація — це процес, який широко використовується в харчовій промисловості для виробництва різноманітних продуктів, таких як кисломолочні продукти, сири, квашені овочі, пиво та вино. Сучасне обладнання для ферментації забезпечує точний контроль умов процесу, що покращує якість та безпеку продуктів. Розглянемо специфіку роботи такого обладнання та інновації, що впливають на цю галузь.

Для ферментації використовують специфічне за типом та роботою обладнання:

- ферментери: основне обладнання для проведення ферментаційних процесів. Вони можуть бути різних обсягів і конструкцій (від малих лабораторних до великих промислових);
- контейнери для витримки: використовуються для зберігання продуктів після ферментації, забезпечуючи необхідні умови для дозрівання;
- системи контролю температури та рН: важливі для підтримки оптимальних умов ферментації, оскільки температура та кислотність впливають на активність мікроорганізмів.

Дуже тонкий та делікатний процес ферментації відбувається в умовах, які контролюються певним обладнанням:

- аерація: у разі аеробної ферментації забезпечується постачання кисню, що необхідно для росту певних видів мікроорганізмів.
- дозування інгредієнтів: автоматизовані системи дозволяють точно дозувати цукри, культури бактерій та інші інгредієнти, що забезпечує стабільність продукту.
- моніторинг: сучасні ферментери оснащені датчиками для контролю температури, рН, тиску та інших важливих параметрів в режимі реального часу.

Інновації в обладнанні для ферментації полягають у дистанційний моніторингу параметрів процесу. Оператори можуть контролювати процеси з будь-якої точки, отримуючи дані в реальному часі.

Збирається та аналізується велика кількість даних для оптимізації процесів та покращення якості продукції.

Ферментери можуть автоматично коригувати температуру, рН та інші параметри, що покращує стабільність процесів.

Сучасні рішення дозволяють інтегрувати всі етапи виробництва в єдину автоматизовану систему, що підвищує ефективність.

Впроваджуються нові сучасні матеріали (нержавіюча сталь, антимікробні покриття) для підвищення гігієнічності. Сучасні ферментери виготовляються з матеріалів, які легше очищуються та менше піддаються забрудненню.

Використання нових ізоляційних матеріалів дозволяє зменшити тепловтрати, що позитивно впливає на енергоефективність.

Мікробіологічні інновації полягають у використанні нових штамів мікроорганізмів. Ведеться розробка нових культур бактерій і дріжджів, які забезпечують кращу ферментацію і покращують смакові якості продукції.

Активну роль приймають селекціонери використовуючи сучасні біотехнології для створення специфічних мікробіологічних культур, адаптованих до конкретних умов ферментації.

### **Висновок**

Обладнання для ферментації відіграє ключову роль у харчовій промисловості, забезпечуючи контроль за якістю та ефективністю процесів. Інновації, такі як автоматизація, дистанційний моніторинг та нові матеріали, сприяють розвитку цієї галузі, підвищуючи продуктивність і безпеку харчових продуктів. У майбутньому можна очікувати ще більшої інтеграції технологій, що дозволить зберегти традиції ферментації, одночасно впроваджуючи новітні досягнення науки і техніки.

### **Список використаних джерел**

1. Класифікація та аналіз роботи промислових ферментерів з підведенням енергії рідкою фазою / А.В. Копиленко, М.Г. Кутовий, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький // Наукові праці НУХТ. – 2017. – Том 23, № 1. – С.133 – 143.
2. Резенчук О.Є. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з пневматичним перемішуванням [Текст] / О.Є. Резенчук, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький. — Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2011. — № 3. — С. 79—84.
3. Сидоров Ю.І. Промислові ферментери / Ю.І. Сидоров // Біотехнологія». — 2012. — Т. 5, № 3. —С. 33—39.
4. Закоморний Д.М. Класифікація та аналіз роботи ферментерів з механічними перемішувальними пристроями в аеробних процесах біотехнології [Текст] / Д.М. Закоморний, В.М. Поводзинський, В.Ю. Шибецький //«ScienceRise». — 2015. — № 5/2 (10). — С. 24—32.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 3D-ДРУКУ В ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Пивовар Р.Ю., Яременко А.С. здобувачі вищої освіти;  
Карпенко Л.К. к.т.н., доцент**

*Факультет мехатроніки та інжинірингу Державного біотехнологічного  
університету*

*Основна мета дослідження полягає в оцінці та аналізі потенціалу технології 3D-друку для трансформації харчової промисловості та стратегічного розвитку галузі, що може призвести до значних змін у способах виробництва, розподілу та споживання харчових продуктів, підвищуючи їх якість і доступність.*

3D-друк, або адитивне виробництво, поступово знаходить своє місце в харчовій промисловості. Ця технологія відкриває нові можливості для створення продуктів, які можуть задовольнити зростаючі вимоги споживачів щодо індивідуалізації, якості та ефективності. Розглянемо основні перспективи розвитку 3D-друку в цій сфері.

3D-друк їжі — це революційна технологія, яка дозволяє створювати їстівні об'єкти та страви шар за шаром, подібно до традиційного 3D-друку. Замість чорнила чи пластику 3D-принтери для харчових продуктів використовують їстівні матеріали, такі як тісто, шоколад, овочеve та фруктове пюре, або навіть м'ясна паста.

3D-друк дозволяє створювати унікальні продукти, які відповідають індивідуальним смакам та потребам споживачів. Наприклад:

- персоналізовані порції: технологія дозволяє виготовити продукти у точних обсягах, що зменшує відходи;
- кастомізовані харчові продукти: споживачі можуть отримувати страви, адаптовані під їхні дієтичні вимоги або уподобання.

Однією з компаній, що працюють над цим рішенням є «Gastrology», голландська фірма, заснована в 2019 році Петером Ньюкерком. Компанія розробляє 3D-друковану їжу для людей з дисфагією (порушенням жування та ковтання). Цим хворим необхідно вживати протерту їжу, яка є смачною та візуально привабливою, прагнучи зробити процес прийому їжі задоволенням, замінивши прісні змішані несмачні варіанти, представлені нині на ринку.

Продукція «Gastrology» – це надруковані на 3D-принтері харчові продукти, які продаються у замороженому та упакованому вигляді. Виробничий процес складається з п'яти етапів:

- виробництво пюре;
- 3D-друк харчових продуктів в промислових масштабах у приміщенні, що кондиціюється, при температурі до 6°C. 3D-друк харчових продуктів включає резервуар 3D-принтера для харчових продуктів, який заповнюється свіжим харчовим пюре. Після цього сопла ефективно переміщуються кремнієвою

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 областю друку. Потім напівфабрикат наноситься контрольованим чином шар за шаром для створення 3D-продукту за один процес без використання будь-яких форм;

- процес шокового заморожування;
- упаковка в аналогічному приміщенні, що кондиціюється, і глибоке заморожування;
- заморожена продукція зберігається при температурі  $-20^{\circ}\text{C}$ . Готові вироби потребуватимуть лише розігріву.

Техніка 3D-друку харчових продуктів дозволяє представити продукти в їхньому первісному вигляді, приготовані зі свіжого пюре, з їх природним запахом і сформовані (надруковані) в їхньому первісному вигляді. Наприклад, надрукована на 3D-принтері броколі виглядає як броколі, пахне як броколі, на смак як броколі, але хворі на дисфагію можуть їсти її ложкою. Заплановано розширення продуктової лінійки додавши м'ясні та рибні продукти та розширити цільову групу, розробивши товари для дітей віком від 3 до 12 років.

Для дитячого харчування пропонуються красиві тривимірні овочі – морква, броколі, стручкова квасоля, цвітна капуста, горох, буряк та солодка картопля – які можуть зробити цю їжу чарівною, створюючи надзвичайно привабливі форми, а також смаки. Заплановано розробити серію харчових продуктів для онкологічних хворих, пропонуючи їм індивідуальне харчування, яке компенсує порушення смаку та нюху внаслідок лікування раку методом хіміотерапії. Техніка «Gastrology» надає їжі додатковий вимір з погляду смаку, форми та функціональності і відкриває ринкові можливості в промислових масштабах.

3D-друк відкриває нові можливості для створення складних інноваційних рецептур:

- альтернативні інгредієнти: використання нестандартних інгредієнтів, таких як протеїни рослинного походження або нові харчові добавки, може бути реалізовано через 3D-друк.

- експериментальні текстури і форми: можливість створювати страви з унікальними текстурами та формами, що підвищує гастрономічний досвід.

3D-друк може зменшити витрати на виробництво та обмежити відходи:

- оптимізація використання сировини: друк відбувається з точною дозою інгредієнтів, що знижує кількість відходів;
- енергоефективність: технології друку можуть бути більш енергоефективними порівняно з традиційними методами виробництва.

Використання 3D-друку може змінити підходи до логістики та постачання в харчовій промисловості:

- місцеве виробництво: можливість виготовлення продуктів на місці споживання знижує витрати на транспортування;
- швидка адаптація до змін: виробники можуть швидко реагувати на зміну попиту або впроваджувати нові рецепти без значних інвестицій.

3D-друк стимулює наукові дослідження та інновації в харчовій промисловості:

- нова форма гастрономії: технології 3D-друку відкривають нові горизонти



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 для шеф-кухарів та гастрономів, дозволяючи експериментувати з формами та складом страв;

- можливості для стартапів: зростання інтересу до 3D-друку сприяє появі нових стартапів, які розробляють інноваційні продукти та рішення.

Американська компанія «3D Systems Corporation», провідний постачальник рішень в галузі тривимірного друку: 3D-принтерів, витратних матеріалів та послуг з виготовлення нестандартних деталей для фахівців та споживачів, і компанія «CSM Bakery Solutions» (США), світовий лідер у галузі інгредієнтів, продуктів та послуг для харчової промисловості, оголосили про співпрацю у сфері харчової 3D-індустрії. Їхня мета – вивести на ринок інноваційні та творчі 3D-кулінарні продукти.

Шоколад – корисний, смачний, вишуканий продукт. В наш час інновацій шоколад став не просто продуктом, а також одним із матеріалів, що використовується для 3D-друку. Пристрій Choc Creator 2.0 Plus (рис.1) є, на думку кондитерів, одним з найкращих 3D-принтерів зі створення фігурок із шоколаду. Він зручний у роботі, компактний, має високу продуктивність та необмежені можливості у роботі з цим продуктом. Слід зазначити, що Choc Creator 2.0 Plus створювався на базі пробної версії 1.0, в порівнянні з ним має більшу функціональність, має різні доповнення.



Рис.1. 3D-принтер Choc Creator 2.0 Plus, що друкує шоколадом

Choc Creator 2.0 Plus відноситься до настільних принтерів. Пристрій має невеликі розміри (425/450/420 мм), вміщується на звичайному столі або барній стійці. Принтер оснащений сенсорним РК-екраном, комфортним дисплеєм (5 дюймів по діагоналі). Зовнішній корпус виглядає стримано, стильно, пристрій не боїться механічних пошкоджень.

3D-принтер обладнаний міцною алюмінієвою рамою, друкувальна платформа виконана з нержавіючої сталі. Конструкція дає можливість спостерігати за процесом друкування фігурок, що дуже цікаво. Порівняно з

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 попередньою моделлю, у Choc Creator 2.0 Plus розробники зробили розмір побудови фігурок більше (18/18/5 см). Це дає можливість створювати мініатюрний чи об'ємний шоколадний декор.

Принтер Choc Creator 2.0 Plus працює тільки з якісною сировиною – шоколад має бути без будь-яких наповнювачів. Розробники стверджують, що найбільш підходяща марка – це Barry Callebaut № 81 (Бельгія), де відсоток какао – 54,5%. Саме цей продукт дозволяє досягти високих результатів у точності моделювання фігур.

Шоколадний 3D-принтер за допомогою 2D, 2,5D та 3D-друку здатний реалізувати найбільш оригінальні ідеї кондитерів. Пристрій дозволить заощадити час, друкуючи декор, що неможливо створити вручну.

2D-друк ідеальний варіант для художніх написів, картинок (портретів), логотипів. Підходить для декорування пряників, кексів, можна прикрасити тарілки, де подаються десерти. На друк одного елемента витрачається від 3 до 8 хвилин.

2,5D-друк шоколадом дозволяє створювати як окремі елементи, так і самостійний продукт. За допомогою Choc Creator 2.0 Plus можна тиражувати солодкі сувеніри, що друкує принтер зі швидкістю 1 вид – 3-15 хвилин.

3D-друк найцікавіший спосіб створення виробів із шоколаду. Практично будь-який об'єкт можна відсканувати, встановити параметри принтеру, він відтворить його мініатюрну копію. Кондитери можуть друкувати неформатні вироби, шоколадні подарунки та сувеніри. Швидкість виробництва 20-40 хвилин.

Choc Creator 2.0 Plus розробники демонстрували вже на багатьох виставках, заходах, організованих для ресторанів, представників піар-агентств та кондитерів. Результат – шоколадний 3D-принтер підкорив усіх. Він не тільки дозволяє урізноманітнити продукцію малих кондитерських фірм, а й дає необмежений політ фантазії, сприяє розвитку творчих навичок у дітей. Це унікальний бізнес-продукт, який втілює мрію у життя.

### **Висновок**

Перспективи розвитку 3D-друку в харчовій промисловості виглядають багатообіцяючими. Ця технологія може суттєво змінити підходи до виробництва, покращуючи якість продуктів, зменшуючи витрати та відходи, а також створюючи нові можливості для індивідуалізації. У майбутньому 3D-друк може стати невід'ємною частиною харчової індустрії, відкриваючи нові горизонти для інновацій та творчості.

### **Список використаних джерел**

1. Романько К. С. Застосування адитивного друку в харчовій промисловості / К. С. Романько, А. В. Бізюк // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: матеріали Молодіжної школи-семінару V Міжнародної науково-технічної конференції, 3 листопада 2020 р. – Харків: ХНУРЕ, 2020. – Т2. – С. 110-111.

## ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА МОРОЗИВА

**Усата К.С, магістрант; Гурський П.О. к.т.н., професор; Маяк О.А. доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто підходи та конкретні кроки до модернізації обладнання для виробництва морозива, а саме фризера. Наведено приклад фризера та результати модернізації.*

Фризери – це спеціалізоване холодильне обладнання, призначене для заморожування і насичення повітрям суміші морозива за низьких температур. Але вони, як і будь-яке обладнання з часом можуть втратити актуальність та застаріти, але замість того щоб замінювати його на нове, доцільніше буде його модернізувати. Модернізація може бути потрібна з таких причин: підвищення ефективності, конкурентоспроможність, якість продукції та послуг та адаптація до нових вимог.

Переваги модернізації.

Енергоефективність. Модернізація допоможе фризери споживати менше енергії і як наслідок зберегти кошти.

Поліпшення якості зберігання. Модернізовані фризери краще підтримують стабільну температуру та вологість.

Збільшення об'єму зберігання. Сучасні технології дозволяють більш ефективно використовувати внутрішній простір фризерів, що збільшує їх корисний об'єм без збільшення розміру обладнання.

Відповідність новим стандартам. Модернізація застарілого обладнання повинна відповідати новим стандартам.

Зниження потреби в обслуговуванні. Нові моделі часто мають системи самодіагностики та автоматичного відтаювання, що знижує потребу у регулярному технічному обслуговуванні.

Покращення екологічності. Використання нових холодоагентів із меншим впливом на озоновий шар та парниковий ефект допомагає зберігати екологічну чистоту процесу охолодження.

Економія. Зазвичай модернізувати обладнання дешевше ніж придбання нового та його подальша установка.

Етапи модернізації.

Аналіз поточного стану. Оцінка стану існуючого обладнання: технічні характеристики, рівень зношеності, витрати на енергію та обслуговування.

Виявлення проблем, таких як нерівномірне охолодження, надмірне споживання енергії або часті поломки.

Визначення потреб та цілей модернізації (зниження енергоспоживання, підвищення продуктивності, збільшення обсягу зберігання тощо).

Розробка плану модернізації.

Підбір нових компонентів або систем, таких як більш енергоефективні

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
компресори, холодоагенти чи теплоізоляційні матеріали.

Оцінка витрат на придбання, установку та можливі переваги після модернізації.

Розгляд екологічних аспектів, таких як перехід на екологічно безпечні холодоагенти.

Вибір нових технологій та компонентів.

Енергоефективні компресори та вентилятори. Нові моделі компресорів здатні значно зменшити енергоспоживання.

Сучасні системи контролю температури. Використання автоматичних систем керування дозволяє точніше підтримувати потрібні умови.

Оновлення ізоляційних матеріалів. Поліпшення ізоляції дозволяє довше зберігати температуру та скорочує втрати енергії.

Холодоагенти нового покоління. Перехід на холодоагенти, що відповідають сучасним екологічним стандартам.

Монтаж та впровадження нових компонентів:

Заміна старих компонентів на нові: компресори, вентилятори, системи керування, ізоляція тощо.

Інтеграція нових систем у загальну систему охолодження.

Проведення тестування обладнання після модернізації для перевірки ефективності роботи та налаштування параметрів.

Налаштування та тестування:

Перевірка роботи оновленої системи: тестування на різних рівнях навантаження для перевірки стабільності температури та енергоспоживання.

Калібрування нових систем управління для забезпечення точного контролю температури і вологості.

Перевірка безпеки експлуатації після впровадження змін.

Навчання персоналу.

Навчання операторів або персоналу, відповідального за обслуговування фризера, роботі з новим обладнанням.

Інструктаж щодо нових функцій і процедур обслуговування.

Моніторинг та технічне обслуговування:

Після модернізації важливо встановити систему регулярного моніторингу для відстеження ефективності роботи фризера.

Регулярне технічне обслуговування допоможе запобігти можливим поломкам і забезпечити тривалий термін служби нових компонентів.

Прикладом модернізації обладнанням обрано фризер Б6-ОФШ.

Основні задачі: замінити компресор, адже використання нових, більш енергоефективних компресорів знижує споживання електроенергії.

Поліпшення теплоізоляції та застосування сучасних теплоізоляційних матеріалів призвело до зменшення втрат холоду.

Встановлення цифрових терморегуляторів дає змогу більш точного контролю температури.

Впроваджено датчики температури, які автоматично регулюють роботу компресора в залежності від навколишніх умов.

Використано корозійностійкі матеріали для продовження терміну служби

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 фризера.

Запропоновано системи аварійного живлення, які забезпечують роботу фризера в разі перебоїв з електропостачанням.

Легкий доступ до компонентів: проектування фризера так, щоб ключові компоненти були легко доступними для ремонту та обслуговування.

Таким чином, метою модернізації було – підвищити його ефективність, зручність експлуатації та енергоефективність.

Результати модернізації.

Замінено старий компресор на більш енергоефективний.

Використані корозійностійкі матеріали, які подовжили термін служби.

Покращений контроль температури за рахунок датчиків та терморегуляторів.

Покращилася теплоізоляція через використання сучасних теплоізоляційних матеріалів.

Фризер краще працює під час перебоїв з електропостачанням через встановлення системи аварійного живлення.

Покращено проектування фризера для спрощення подальшого ремонту та обслуговування.

У ході робочого циклу відбуваються такі операції.

Суміш морозива, що надійшла у фризер спочатку охолоджується до криоскопічної температури, а потім при інтенсивному перемішуванні і насиченні і збиванні з повітрям заморожується до температури  $-4...-6^{\circ}\text{C}$ , у результаті чого приблизно 40-60% води, що знаходиться в розчині, перетворюється в дрібні кристали льоду. За рахунок того, що суміш одночасно збивається мішалками і насичується дрібними бульбашками повітря, внаслідок чого первинний обсяг її збільшується на 60-100%, у залежності від виду морозива. За рахунок насичення бульбашками повітря морозиво зберігає свою текучість.

Запропонований підхід для вирішення цілей та заходів удосконалення фризера може бути застосований під час модернізації іншого харчового обладнання.

### **Список використаних джерел**

1. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу: Навч. посібник/ О.В. Гвоздєв, Ф.Ю. Ялпачик, Ю.П. Рогач, М.М. Сердюк. – К.: Вища освіта. 2006. – 479 с.
2. Технологія переробки молока: Навчальний посібник/ Гурський П.В., Перцевий Ф.В., Тіщенко Л.М., Богомолів О.В. та ін. Під загальною редакцією Перцевого Ф.В., Гурського П.В. Харків.: ХДУХТ. – 2006. – 320 с.

## **ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ НОРІЙ ШВИДКОСТІ СТРІЧКИ, ТИПУ СИПКОГО ВАНТАЖУ ТА ОСНОВНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ**

**Лук'янов І.М. к.т.н., доц., магістри Тадевосян К.Н., Ценов Ю.І.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Очевидні шляхи збільшення продуктивності це збільшення робочих швидкостей, підвищення коефіцієнта заповнення ковшів та зменшення зворотного сипу. На сьогодні робочі швидкості норій обмежені міцністю окремих зернівок, тобто  $V < 5-5,5$  м/с. Таким чином на збільшення продуктивності ми можемо впливати тільки через зміну конструкційних параметрів.*

Основне навантаження з вертикального переміщення зерна на елеваторах лягає на вантажо-підйомні машини безперервної дії - ковшові вертикальні конвеєри. Підвищення продуктивності зернових норій за рахунок оптимізації процесу транспортування зернового матеріалу, регулювання її конструкційних параметрів, дотримання рекомендованих умов експлуатації, вибору та контролю швидкості стрічки безумовно впливає на продуктивність роботи норій.

Просте збільшення об'єму ковша в таких норіях, за інших рівних умов, крім зменшення травмування зерна до зростання продуктивності не приводить. Збільшення, наприклад, об'єму ковша з 2 до 18 л при такому ж коефіцієнті заповнення ковшів 0,8 у зернових норіях зменшує травмування з 3,56 до 2,65%, але вартість, енерговитрати та габарити норії з такими ківшами суттєво збільшуються.

Очевидні шляхи збільшення продуктивності це збільшення робочих швидкостей, підвищення коефіцієнта заповнення ковшів та зменшення зворотного сипу. При цьому не потрібно забувати і про економічну доцільність перелічених покращень. На сьогодні робочі швидкості норій обмежені міцністю окремих зернівок, тобто  $V < 5,5$  м/с. Удари о металеві частини конструкції на такій швидкості не приводять до травмування зерна. Збільшення коефіцієнту заповнення ковшів та зменшення зворотного сипу безпосередньо пов'язане з коректним розрахунком при проектуванні розмірів металоконструкції. На рис.1 наведено перелік параметрів, що потрібно враховувати при проектуванні від європейського лідера – концерна 4B\_GROUP. 32 параметра тільки по металоконструкції!

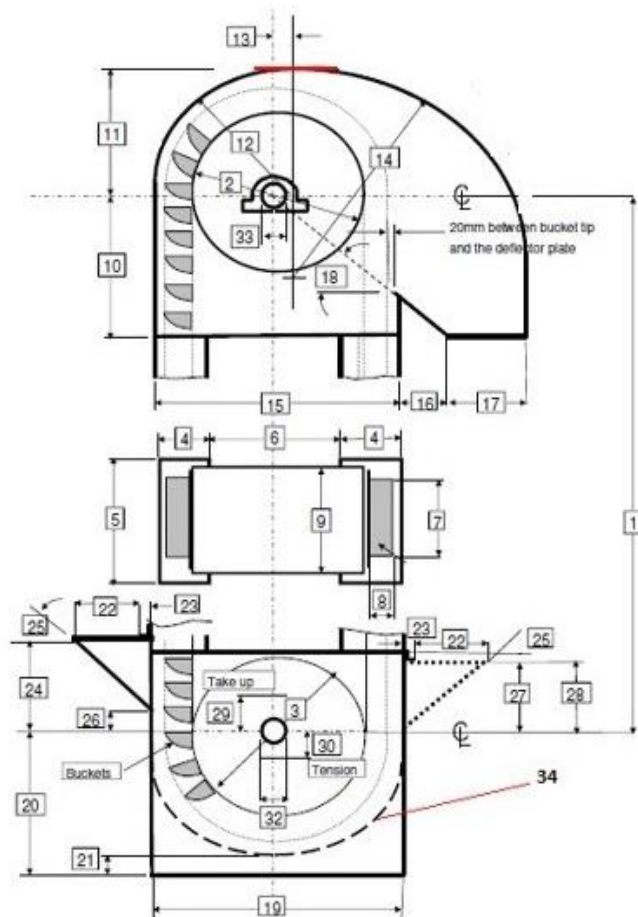


Рис. 1. Параметри металокопструкції від концерна 4B\_GROUP.

Схожі результати були отримані і в лабораторіях нашої кафедри ОПХВ. Було досліджено вплив майже всіх параметрів з рисунка 1 та ще декілька розмірів і конструктивних виконань окремих елементів. За нашою методикою було прораховано норію виробництва означеного концерна та було отримано чудове співпадіння розмірів. Результати було впроваджено у виробництво підприємств галузі у Харківській та Полтавській областях.

**УДК. 621.87**

## **ЗАХИСТ ЗЕРНОВИХ НОРІЙ ЕЛЕВАТОРІВ ВІД САМОЗАЙМАННЯ ТА ПИЛОВИХ ВИБУХІВ**

**Лук'янов І.М. к.т.н., доц., магістри Тадевосян К.Н., Ценов Ю.І.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Найбільш пожежонебезпечним обладнанням на зернових елеваторах є норії. Наводиться деяка статистика випадків, що зумовлює приділення підвищеної уваги дотриманню правил ОП та ТБ. Наведено деякі пропозиції з цих питань.*

Україна є однією з провідних зернових країн світу, у нас вирощується різні зернові культури, такі як пшениця, кукурудза, ячмінь та інші. Зерно є одним з основних продуктів експорту країни, тому ефективне зберігання та обробка

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зерна мають велике значення для аграрного сектору України.

На сьогоднішній день в Україні 62,2% зернових вмістищ представлені елеваторами, а 37,8% - складами для підлогового зберігання зерна. Зерно на елеваторах проходить через ряд технологічних процесів, таких як приймання, очищення, сушіння та транспортування, переміщуючись за допомогою транспортних механізмів. В результаті тертя зернин один проти одного та обустаткування та трубопроводи, оболонки зернин стираються, внаслідок чого утворюється органічний та мінеральний пил. Гігієнічні норми встановлюють, що максимально допустима концентрація (МДК) зернового пилу для дихання людини становить 4 мг/м<sup>3</sup>, а для борошняного пилу - 6 мг/м<sup>3</sup>. Однак в окремих зонах виробничих приміщень елеватора концентрація пилу в повітрі значно перевищує ці нормативні значення, досягаючи вибухонебезпечних концентрацій з температурою займання < 250 °С, а нижня концентраційна межа займання становить 20-63 г/м<sup>3</sup>. Самозаймання маленьких частинок пилу миттєво створює тиск до 10 кг/см<sup>2</sup>, що супроводжується раптовим зростанням температури до 3000 °С. Цей вибух називають “первинним пиловим вибухом”. Ударна хвиля первинного вибуху піднімає пил вгору в усьому приміщенні, забезпечуючи паливо для вторинного вибуху, який за силою може значно перевершувати первинний вибух і, в свою чергу, створювати сприятливі умови для третього вибуху. Так формується ланцюгова реакція з постійним зростанням інтенсивності, кульмінаційним моментом якої є повне зруйнування конструкцій і пожежа.

Таблиця 1 - Місцезнаходження початкового вибуху.

№ п/п	Місце початкового вибуху	Відсоток до загальної кількості
1.	Невідоме	45,3
2.	Норії	24,5
3.	Силоси	12,7
4.	Робоча вежа	3,8
5.	Прилеглі будівлі	3,2
6.	Підвал	1,6
7.	Пилозбірник	1,2
8.	Тунелі	0,8
9.	Пасажи́рський ліфт або ліфтова шахта	0,8
11.	Зернові сушарки	0,8
12.	Приймальна яма	0,8

Якщо до цих даних додати те, що причина спалаху, що призводить до вибухів зернового пилу в елеваторах у 58,5% невідома, стає зрозумілим підвищена вибухонебезпечність норій. Ці данні відомі, але можливо зібрані до купи вони ще раз звернуть увагу працівників елеваторів на необхідність дотримання норм та правил пожежної безпеки. До основних методів боротьби з пилоутворенням відносять по-перше справне аспіраційне обладнання та його достатню кількість, по- друге зволоження зерна рафінованою дезодорованою соняшниковою олією (200 г на 1 тонну зерна), що зменшує тертя та знижує утворення пилу на 75-85%.

Але треба звернути увагу і на саму норію, зменшити ризики утворення



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
тепла, іскри від ударів та статичної електрики. Тобто потрібен постійний контроль натягу стрічки, щоб позбутися нагріву від буксування, тертя в підшипниках, контролювати зайвий шум та стук у конструкції. Таким чином виникає потреба у активному введенні на сучасному етапі моніторингу, управління та автоматизації роботи практично усього обладнання елеваторів. Програмовані логічні контролери (ПЛК), задіяні в системах управління ресурсами підприємства (ERP) і виробничими системами (MES), разом з існуючими системами управління, такими як PLC (програмовані логічні контролери) та SCADA (системи диспетчерського управління та збору даних), дозволять забезпечити автоматичний контроль і моніторинг процесу.

УДК. 621.87

## ОСОБЛИВОСТІ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Лук'янов І.М. к.т.н., доц., магістри Гончаренко Д.С., Канченко Д.О.

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено аналіз можливостей сучасних типів стрічок та варіантів їх використання. На прикладі стрічкових конвеєрів змінної довжини..*

Стрічкові конвеєри (СтК) один із найдешевших видів транспортуючих машин безперервної дії, можуть мати велику довжину (500 м і більше) та працювати на значних кутах підйому, за рахунок форми сучасних стрічок. Суттєвим недоліком стрічкових конвеєрів є те що вони та їх вантаж конструкційно не захищені від зовнішнього впливу, на відміну від скребкових, гвинтових чи пневматичних. На сучасних переробних та харчових виробництвах використовуються СтК різних видів та різного призначення.

Сучасні пластикові матеріали збільшили діапазон можливостей СтК. На рисунку 1 приведені найбільш цікаві види стрічок.

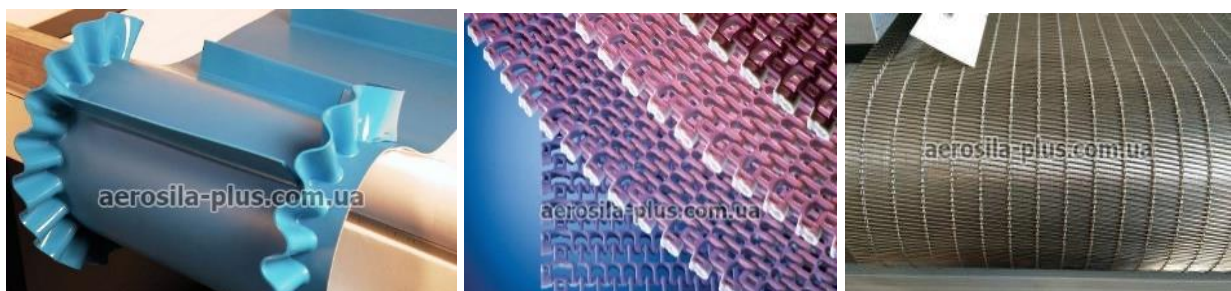


Рис. 1. Типи стрічок: 1 – гофроборт, 2 - модульні стрічки, 3 – металева стрічка з сітки нержавіючої сталі.

**Гофроборт** може мати поперечні профілі (висотою до 100мм), в конвеєрних системах використовується для похилого та дозованого транспортування продукції. Пластикові **модульні стрічки** виготовляються з таких матеріалів: поліпропілен, ацетал, поліетилен, нейлон, нержавіюча сталь,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 що дає можливість працювати в широкому діапазоні температур від  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+43^{\circ}\text{C}$ . Ще можна виділити поліуретанові конвеєрні стрічки, вони відрізняються підвищеною стійкістю до хімічних та температурних впливів. Діапазон температури знаходиться від  $-20$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . Вони виготовляються з пластичного поліуретану і мають високу зносостійкість, здатність працювати на ножових розворотах, достатньо гнучкі, що дозволяє використовувати на валах малих діаметрів.

Давно відома конструкція **стрічкових конвеєрів змінної довжини (СКЗД)**, рис. 2. Але всі вони мали недолік для збільшення довжини потрібно було зупинити конвеєр, бо інакше стрічки рвалися.

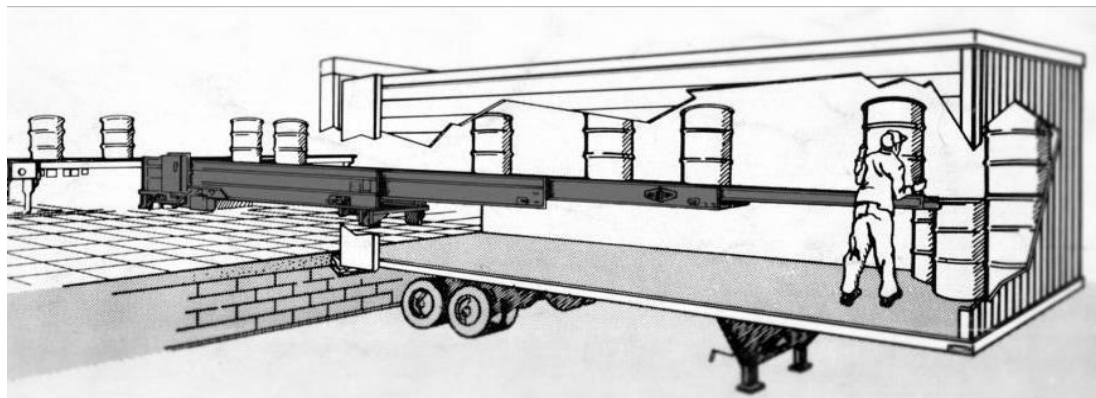


Рис. 2. Схема вантажно-розвантажувальних робіт з СКЗД.

Використання сучасних матеріалів допомогло позбутися цього недоліку, з'явилися сучасні конструкції СКЗД, рис. 3.



Рис. 3. Сучасний 4-х секційний СКЗД .

Основний висновок з вище наведеного, це внесення змін до навчальних програм та методів розрахунку СтК. Раніше вимагалось у стрічці мати не менше 3 силових прокладок – зараз є стрічки і зовсім без них; змінилися вимоги до діаметра натяжних та обвідних барабанів, але зросли вимоги до приводних барабанів, бо стрічки мають менший коефіцієнт тертя, треба збільшувати дугу охоплення. Можливе рішення - використання 2 -3 барабанних приводних станцій.

## УДОСКОНАЛЕННЯ НАТЯЖНОГО ПРИСТРОЮ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА-РОЗПОДІЛЬНИКА ДЛЯ ЗЕРНОВИХ ЕЛЕВАТОРІВ

Лук'янов І.М. к.т.н., доц., магістри Гончаренко Д.С., Канченко Д.О.

*Державний біотехнологічний університет*

*Розроблена будова гравітаційного натяжного пристрою для скребкового конвеєра-розподільника зернових елеваторів з металевими силосами. Обґрунтовано доцільність такого рішення.*

Скребкові конвеєри (СК) на сучасних зернових елеваторах з металевими силосами виконують роль основного транспортуючого засобу, як зверху силосів, для розподілу зернового потоку між окремими банками, так і знизу силосів для відбору зерна та його подальшого транспортування. Поширеність використання скребкових конвеєрів пояснюється тим, що зерно в них добре ізольоване від зовнішнього впливу у замкнених коробах.

Висока продуктивність зернових СК пояснюється наявністю скребок, футерованої поліуретаном поверхні ковзання, використанням у роботі, так званого ефекту «зануреного скребка» та відсутністю буксування на приводах за рахунок використання ланцюгової передачі.

Одним з недоліків СК є підвищені вимоги до контролю за натягом ланцюга.

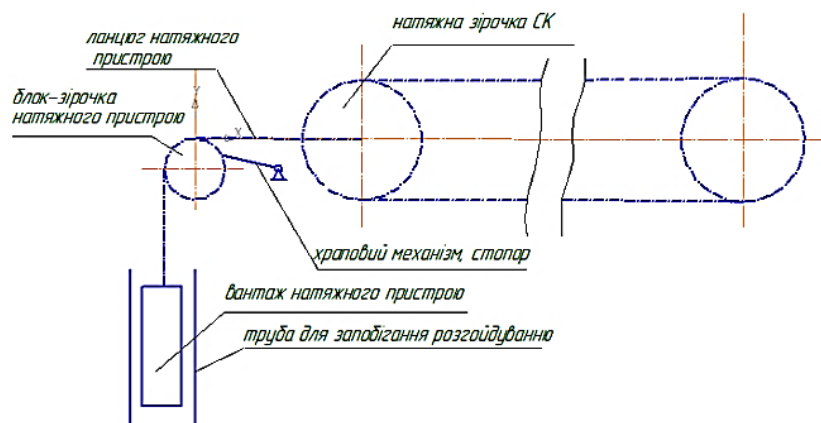


Рис. 1. Схема розробленого натяжного пристрою.

На рис.1. зображено схему розробленого натяжного пристрою. Гравітаційні натяжні пристрої відомі давно, використання їх на СК досі не зустрічалось авторам. Місця для розміщення захисної труби з вантажем достатньо на силосі. Вона потрібна щоб захистити силос від ударів внаслідок розгойдування вантажу від вітру. Храповий механізм - це просто пластина на шарнірі, яка не дає обернутися назад зірочці-блоку.

Собівартість та простота виготовлення очевидна. Не потрібно періодично визивати фахівців для регулювання натягу ланцюга, із-за зношення шарнірів ланцюга СК. Подовження цього ланцюга для 100 метрового і довших СК (10 силосів у ряд і більше) можуть бути значним.

Секція 8



**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ ТА  
НАДІЙНОСТІ МЕХАНІЧНИХ  
СИСТЕМ В АПВ**

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ ХВИЛЕПОДІБНОГО ТИПУ ДЛЯ ПСС-2,5

**Макаренко О.В. аспірант, Бредихін В.В. д.т.н., доцент, професор кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича**

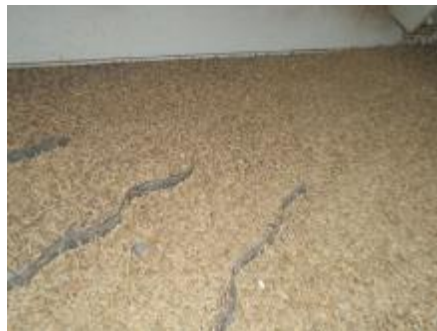
*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є експериментальне визначення ефективності використання інтенсифікаторів хвилеподібного типу для покращення якісних та кількісних показників процесу підготовки високоякісного насіння.*

На завершальному етапі підготовки насіння використовується широкий спектр різноманітних типів сепаруючих машин, до яких можна віднести такі, що розділяють насіннєвий матеріал за густиною, формою, кольором та іншими фізико-механічними властивостями насіння [1]. Однак найвищу ефективність мають і, відповідно, широке впровадження отримали сепаруючі машини, що розділяють насіннєвий матеріал у псевдорозрідженому шарі насіння за густиною насіння [2]. Принцип роботи такого класу сепаруючих машин (рис.1 а) полягає у тому, що насіннєвий матеріал (НМ) піддається одночасному впливу коливань робочої поверхні, з відповідною частотою та амплітудою та повітряного потоку, що проходить крізь шар насіння. Для підвищення ефективності процесу співробітниками лабораторії «Вібраційних машин» ДБТУ розроблено інтенсифікатори (рис. 1 б.), які дозволяють збільшувати імпульс від робочої поверхні на верхні шари НМ.



а)



б)

Рис. 1 а. Загальний вид пневмосепарувального столу ПСС-2,5 (виробництво Хорольського механічного заводу); б. загальний вид інтенсифікаторів хвилеподібного типу

Дослідження ефективності процесу проводилось в два етапи. На першому етапі було побудовано механіко-математичну модель процесу розділення в якій було враховано визначальні конструктивні параметри та кінематичні режими пневмосепарувального столу та фізико-механічні властивості НМ, що обробляється.

Насіннєвий матеріал було представлено, використавши метод гідродинаміки багатофазних середовищ, проведено теоретичне моделювання

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 процесу розділення НМ, при якому НМ моделюється багатофазною структурою, що складається з дискретної компоненти (твердих частинок насіння, які різняться за густиною) і неперервної компоненти (повітря). З точки зору механіки і гідродинаміки ці компоненти розглядаються як суцільні середовища, що взаємодіють між собою.

Дискретна фаза розглядається, як кінцеве число  $N$  дискретних компонент, кожен з яких утворено твердими частинками з густиною  $\bar{\rho}_n$ ,  $n = 1, 2, \dots, N$ . В такому випадку густина частинок  $n$ -компонента дискретної фази дорівнює:

$$\rho_n = \delta_n \bar{\rho}_n, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

де:  $\delta_n$  – об’ємна доля частинок  $n$  – компонента у псевдорозрідженому НМ.

На другому етапі було проведено експериментальні дослідження з метою визначення адекватності розробленої теоретичної моделі.

Перед початком проведення експериментальних досліджень було обрано інтервали варіювання показників, що мають визначальний вплив на процес розділення НМ за густиною насіння та проведено їх кодування.

$$x_i = \frac{X_i - X_{0i}}{\varepsilon_i}, \quad (2)$$

де:  $x_i$  – кодоване значення фактору, що позначено: верхній рівень (+1), нижній рівень (-1);  $X_i$  – натуральне значення фактору;  $X_{0i}$  – натуральне значення фактору на нульовому рівні;  $\varepsilon_i$  – натуральне значення інтервалу варіювання фактору.

Для пошуку та визначення оптимального співвідношення факторів, що мають визначальний вплив на процес розділення, було проведено експериментальні дослідження, що становили шістнадцять дослідів.

Для отримання математичних залежностей впливу факторів, що обрано, було проведено факторний експеримент за планом Бокса-Бенкіна.

### **Висновок.**

Аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень дозволив встановити, що використання інтенсифікаторів підвищує продуктивність процесу розділення до 25%, в залежності від матеріалу, що обробляється та збільшує чистоту основної фракції до 96%.

Запропоновано раціональні значення геометричних розмірів інтенсифікаторів хвилеподібного типу в залежності від матеріалу, що обробляється. Так: крок встановлення  $H = 350 - 450$  мм; для пшениці: висота хвилеподібного інтенсифікатору  $h = 10 - 12$  мм, висота прорізу хвилі  $h_H = 2 - 3,5$  мм, довжина хвилі  $l = 150 - 250$  мм; для кукурудзи:  $h = 15 - 20$  мм, висота прорізу хвилі  $h_H = 3 - 8,5$  мм, довжина хвилі  $l = 150 - 250$  мм; для соняшнику:  $h = 10 - 15$  мм, висота прорізу хвилі  $h_H = 3 - 4,5$  мм, довжина хвилі  $l = 150 - 250$  мм; для сої:  $h = 15 - 20$  мм, висота прорізу хвилі  $h_H = 5,5 - 7$  мм, довжина хвилі  $l = 150 - 250$  мм,

Результати дослідження з виробництва інтенсифікаторів хвилеподібного типу впроваджено на ПрАТ ХМЗ (Хорольський механічний завод, м. Хорол) для

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 модернізації, удосконалення ПСС-3,5, а також розроблення ПСС-10.

### **Список використаних джерел**

1. Алієв Елічин Бахтияр огли. Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику: монографія. Запоріжжя: СТАТУС, 2019. 196 с.
2. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Сліпченко М.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом: монографія. Харків, 2023. 401 с.
3. Vadym Bredykhin, Taras Shchurb, Liliia Kis-Korkishchenko, Serhii Denisenko, Serhii Ivashchenko, Andrzej Marczuk, Oleg Dzhidzhora, Maciej Kubon.
4. DETERMINATION OF WAYS OF IMPROVING THE PROCESS OF SEPARATION OF SEED MATERIALS ON THE WORKING SURFACE OF THE PNEUMATIC SORTING TABLE. Agricultural Engineering, 2024, 28(1), P. 51–70.

**УДК 629.463**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ БАРАБАНУ ЗЕРНОВОГО СЕПАРАТОРА**

**Свіргун О.А. к.т.н., доц.; Савченко В.Б. к.т.н., доц.; Свіргун В.В. асп.;  
Іванова Т.С. студ.**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Метою дослідження є визначення можливих шляхів конструктивного удосконалення барабану зернового сепаратора та його складових частин, яке забезпечуватиме необхідний ресурс в умовах циклічних навантажень.*

Зерновий ворох, що надходить від комбайнів, складається із зерна культури, яка забирається, і домішок. Відсоток засміченості залежить від погодних умов, засміченості посівів, якості збиральних робіт та може становити 15% і більше. Тому до технологічних операцій післязбиральної обробки зернового вороху, крім його сушіння, відносять очищення та сортування. Очищають, сортують та калібрують насіння на зерноочисних машинах, принцип роботи яких заснований на відмінності фізико-механічних властивостей зернового матеріалу від домішок різної природи [1].

Одним з різновидів зерноочисних машин є барабанні зернові сепаратори. В Україні такі машини виготовляють такі компанії як ПрАТ «Карлівський машинобудівний завод» (м. Карлівка Полтавської області), та ТОВ «ОЛІС» (м. Одеса).

Очищення зерна в решітному барабанному сепараторі відбувається шляхом просіювання його через решета, які закріплені на барабані, з по одній з вибраних схем (рис.1).

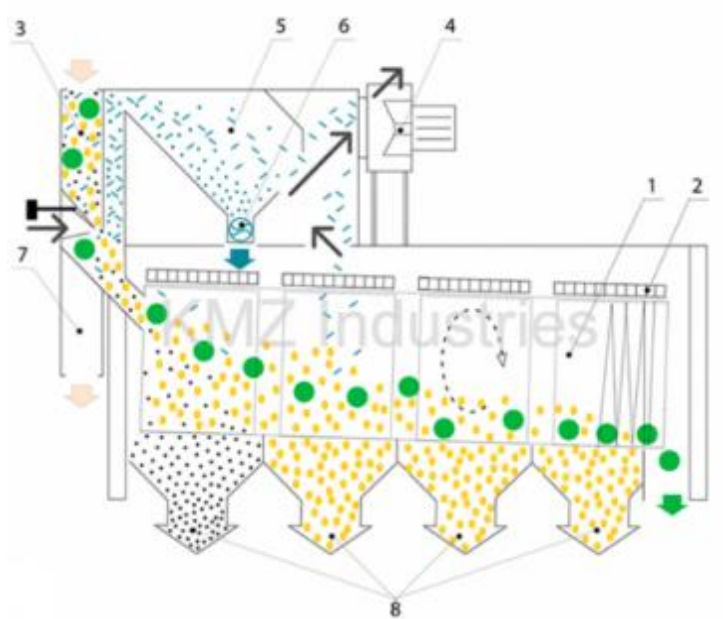


Рис.1. Схема роботи сепаратора

На попередніх етапах дослідження розглядався один окремий тип сепаратора при одному варіанті навантаження [2, 3]. Дослідження показали певні недоліки конструкції [4, 5].

Для розв'язку цієї задачі пропонується:

- провести аналіз напружено-деформованого стану ситового барабану в зборі, та валу барабану при різних варіантах завантаження. Виявити слабкі місця конструкції;
- провести розрахунок з метою визначення достатнього коефіцієнту запасу при циклічному навантаженні, який забезпечуватиме необхідний ресурс валу та барабану в зборі;
- проаналізувати можливі варіанти конструктивних змін, які забезпечать поліпшення конструкції до необхідного рівня;
- оцінити надійність та довговічність запропонованих варіантів конструкції.

### Список використаних джерел

1. Будова і принцип дії машин для очищення зерна від домішок: метод. вказівки до виконання практичного заняття з дисц. «Технологічне обладнання підприємств зберігання та переробки зерна» для здобув. першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навч. за спец. 181 Харчові технології; уклад.: П. В. Гурський, С. Г. Іващенко, О. А. Маяк. Харків: ДБТУ, 2024. 32 с.
2. Савченко В. Б., Полтавченко О. В., Попко К. Г. Аналіз умов роботи і розрахунок валу сепаратора КБС 1240 на статичну міцність. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*, Вип. 205 «Проблеми надійності машин». 2019. С. 330-338.
3. Свіргун О.А. Котляр А.В. Аналіз втомної міцності валу барабану сепаратора КБС 1270.4.00 Матеріали міжнародної науково-практичної конференції



- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 студентів, аспірантів та молодих вчених "Експлуатаційна та сервісна інженерія". - Харків, ХНТУСГ, 2020.
4. Савченко В. Б., Свіргун О. А., Свіргун В. В., Марченко М. В. Розрахунок вала барабана сепаратора. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – 192 с.
  5. Свіргун О.А, Савченко В.В, Свіргун В.В, Мазко І.Р Оцінка статичної міцності барабана сепаратора. *Проблеми надійності та міцності машин і споруд: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 11-12 травня 2023 р.* Харків: ДБТУ, 2023. С. 38-40.

**УДК 62-192**

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН**

**Рибалко І.В. канд. техн. наук, доцент**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Метою дослідження є визначення шляхів підвищення ефективності машин на всіх етапах їх створення.*

Підвищення ефективності машин досягається, в першу чергу, за рахунок підвищення надійності. Створення машин з високою надійністю може бути досягнуто впровадженням комплексу заходів на всіх етапах «життєвого циклу» машин: при проектуванні, виготовленні та експлуатації.

Перші етапи, включаючи науково-дослідні та проектно-конструкторські роботи, є найбільш важливими для створення надійних машин.

Для забезпечення високої надійності на цих етапах необхідно розробити принципову і конструктивну схеми машини, визначити основні параметри конструкції, режими навантаження, засоби обмеження навантаження, здійснити вибір конструкційних матеріалів деталей; зробити необхідні розрахунки, виготовити дослідні зразки деталей і вузлів, провести випробування та ін. Уніфікація вузлів і агрегатів машин дає можливість підвищити показники довговічності, безвідмовності і ремонтпридатності машин.

Враховуючи сучасні тенденції ускладнення конструкцій, інтенсифікації робочих процесів машин, одним зі шляхів підвищення надійності є обмеження навантаження машин, зокрема, зниження динамічних навантажень.

Також одним із діючих засобів підвищення надійності машин є проведення випробувань перш за все на етапі створення нових конструкцій машин. За результатами таких випробувань можна виявити найбільш раціональну конструкцію машини, визначити її технічні можливості, перевірити працездатність окремих вузлів, виявити елементи та вузли, які лімітують надійність, визначити період припрацювання, критерії граничного стану та ін. [1]

Після завершення досліджень та проектування настає технологічний етап, який передбачає впровадження нових розробок у виробництво.

Технологічний етап повинен забезпечити реалізацію закладених в проектних розрахунках показників надійності. Можна назвати наступні заходи цього етапу: спеціалізація виробництва; вибір сучасних технологій виготовлення, застосування нових методів обробки матеріалів, механізація і автоматизація виробництва, використання сучасних засобів контролю, що забезпечують дотримання вимог конструкторської та технологічної документації; застосування зміцнюючих і фінішних операцій, які забезпечують мінімальні значення концентрації напружень, високу міцність і зносостійкість поверхонь; проведення стендових випробувань виготовлених виробів з метою визначення можливості підвищення надійності технологічними методами. Велике значення в процесі виготовленні має обладнання, що використовується, і рівень кваліфікації персоналу.

На цьому етапі надійність забезпечується не тільки якістю виготовлення деталей, але і якістю складання вузлів і машини в цілому, методів доведення і інших показників технологічного процесу.

Фінальним етапом, який впливає на ефективність роботи машин, є їх експлуатація. Саме при експлуатації машин реалізується її надійність, закладена при проектуванні і виготовленні. Основними заходами є: дотримання правил технічної експлуатації, організація якісного проведення технічних обслуговувань і ремонтів машин; підвищення кваліфікації операторів машин; впровадження в практику експлуатації методів технічної діагностики; забезпечення запасними частинами відповідно до науково обґрунтованих потреб; організація статистичного обліку та вивчення причин відмов машин, визначення реальних показників надійності [2].

### **Висновки**

Підвищення ефективності машин – це комплексний процес, який включає проведення науково-дослідних робіт, впровадження сучасних технологій у виробництво та грамотну експлуатацію.

Для підвищення надійності необхідно вивчати фактори, що впливають на надійність машин і способи впливу на ці фактори.

### **Список використаних джерел**

1. Надійність машин та обладнання : навчальний посібник. Ч. 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання / А. В. Новицький [та ін.]. - К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. - 209 с.
2. Краснокутський В.М., Нічке В.В., Пімонов Г.Г. Якість машин: Навчально-методичний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2009. – 224 с.

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ AUTODESK INVENTOR ДЛЯ АНАЛІЗУ МІЦНОСТІ 3D-МОДЕЛЕЙ

Марченко М.В. к.т.н., доц

*Державний біотехнологічний університет*

*В статті розглянуте питання можливостей аналізу міцності 3D-моделей з використанням розрахункового модулю Autodesk Inventor. Переваги та можливості при роботі у програмі.*

Тривимірне моделювання стало загальноприйнятим методом розробки виробів і систем у багатьох галузях промисловості. Повільно, але неухильно, 3D-технологія впроваджується і на підприємствах машинобудівної галузі. Її застосування дає переконливий економічний ефект. При проектуванні в 3D помилки можуть бути знайдені та виправлені, перш ніж виріб дійде до виробництва. Раннє діагностування на комп'ютері таких проблем, як неправильні розміри, неправильний вибір марки матеріалів, перетину деталей, недоступні для обслуговування компоненти, вузли, які неможливо зібрати, – це значно скорочує загальний цикл проектування і, отже, зменшує його вартість.

Застосування готових 3D-моделей у системах інженерних розрахунків, підготовки керуючих програм для верстатів з ЧПК та контролю якості зменшує час та вартість вирішення цих завдань. Це робить виріб більш економічним при одночасному збільшенні його надійності та ефективності. Крім того, наявність 3D-моделі зменшує витрати на розробку креслень за рахунок автоматизації процесу створення видів та скорочення кількості розрізів та перерізів, які були б необхідні при двомірному підході.

У сучасних умовах при розробці конструкцій важливо ще на ранніх стадіях проектування отримувати інформацію про взаємодію між собою окремих частин конструкції, її працездатність (зокрема, міцність та несучу здатність). Відповідно до сучасних тенденцій розвитку проектування для вирішення перелічених вище питань застосовуються системи тривимірного твердотілого моделювання. Одна з таких систем – Autodesk Inventor Professional, що має вбудований модуль кінцево-елементного аналізу (ліцензований у компанії ANSYS) для розрахунків статичної міцності та частоти власних коливань (найпоширеніших видів інженерних розрахунків) конструкцій.

Autodesk Inventor – система тривимірного твердотілого та поверхневого параметричного проектування (САПР) компанії Autodesk, призначена для створення цифрових прототипів промислових виробів. Інструменти Inventor забезпечують повний цикл проектування та створення конструкторської документації:

- 2D-/3D-моделювання;
- створення виробів з листового матеріалу та отримання їх розгорток;
- розробка електричних та трубопровідних систем;
- проектування оснастки для лиття пластмасових виробів;

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

- динамічне моделювання;
- параметричний розрахунок напружено-деформованого стану деталей та складання;
- візуалізація виробів;
- автоматичне одержання та оновлення конструкторської документації (оформлення з ЄСКД).

Параметричне моделювання (параметризація) — моделювання (проектування) за допомогою параметрів елементів моделі та співвідношень між цими параметрами. Параметризація дозволяє за короткий час "програти" різні варіанти

Розрахунковий модуль Autodesk Inventor Professional надає такі можливості:

- виконання розрахунків кожної деталі окремо;
- завдання всіх основних видів обмежень (зв'язків) та навантажень;
- зміна розміру сітки кінцевих елементів;
- перевірка збіжності рішення, автоматичне уточнення сітки в районі виникнення найбільшої напруги конструкції (при цьому виконуються три послідовні наближення) – результати, одержувані з використанням цієї перевірки, можуть істотно відрізнитися від результатів, отриманих без неї (до 40...50 %);
- визначення взаємодії деталей: реакції, отримані в результаті розрахунку однієї деталі, можуть бути використані як навантаження для розрахунку деталей, з якими вона взаємодіє (виконується конструктором вручну);
- повторний розрахунок, при внесенні змін у конструкцію в модулі проектування, натисканням однієї кнопки за умови, що всі навантаження та обмеження незмінні до отримання прийнятного результату;
- виконання частотного аналізу (розрахунку частот власних коливань);
- передача з метою отримання більш точних результатів розрахунків моделі, навантажень та обмежень до спеціалізованого продукту ANSYS Workbench;
- формування звіту у форматі HTML, що включає таблиці та малюнки.

Як висновок можна сказати, що Autodesk Inventor дозволяє проектувальнику швидко виконати аналіз моделі деталей на міцність, задаючи її геометрію, властивості матеріалу, різні умови навантаження і закріплення. Результати аналізу міцності можуть не тільки служити основою для внесення змін в конструкцію, але і допомогти визначити, які зміни повинні бути внесені в модель у кожній конкретній ситуації.

### **Список використаних джерел:**

1. Autodesk Inventor : програмне забезпечення для 3d-моделирования для дизайнерів і інженерів (<https://www.autodesk.com/products/inventor/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>)
2. Як використати аналіз напруги в Autodesk Inventor для тестування деталей. (<https://www.instructables.com/How-to-use-stress-analysis-in-Autodesk-Inventor-to/>)

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
3. Порівняння Inventor Nastran і інструменту Inventor Stress Analysis (<https://www.symetri.co.uk/insights/blog/comparing-inventor-nastran-and-the-inventor-stress-analysis-tool/>)
  4. Аналіз напруги в Inventor (<https://www.autodesk.com/learn/-ondemand/tutorial/run-a-stress-analysis-in-inventor>)

УДК 629.4.027.31-272.3

## САД-АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ЛИСТОВОЇ РЕСОРИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ СИСТЕМИ ПІДВІСКИ АВТОМОБІЛЯ

Свіргун О.А. к.т.н., доцент; Свіргун В.В. аспірант; Черноног А.Ю. студентка

*З метою витрат палива та зниження ваги автомобіля є одним з напрямків зменшення витрат палива. В роботі досліджується можливість зменшення ваги листової ресори шляхом вибору кращого матеріалу*

Зменшення ваги при одночасному збереженні міцності та довговічності - це дуже актуальна та важлива проблема, яка стоїть перед сучасними інженерами. Один з способів досягти відчутного зниження витрат палива - зменшення ваги автомобіля. Фахівці однієї зі страхових компаній США дійшли висновку, що зменшити витрату палива можна за рахунок зниження маси тіла водія. Такі результати дослідження були опубліковані у виданні Cars [2]. Але в нашому дослідженні ми хочемо проаналізувати можливість зменшити вагу автомобіля за рахунок використання нових матеріалів для листових ресор підвіски автомобіля.

Листові ресори (рис.1) є найбільш поширеними серед пружних елементів. Їх позитивними властивостями є проста технологія виготовлення, простота ремонту.



Рис.1 Листова ресора автомобіля

Листова ресора – це проста форма пружини, яка використовується для підвіски в колісних транспортних засобах з найдавніших часів. Ресори зазвичай складаються з декількох листів, що дозволяє отримати необхідний хід підвіски при збереженні навантажувальної здатності [1]. Кожен лист ресори згинається окремо, а поломка одного листа не призводить до повної відмови підвіски. У найбільш розповсюдженому варіанті ресорної підвіски середня частина пакету закріплена на ходовій частині машини та спирається на неї, а кінці закріплені на кузові за допомогою рухомих з'єднань.

Згідно ДСТУ 8429:2015 [3], ресори виготовляють з легованих сталей типу 60Г, 65Г, 70Г, 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А, 70С3А, 60С2Г, 50ХГ, 50ХГА, 55ХГР; хром-ванадієві типу 50ХФА, 51ХФА, 50ХГФА, , 60С2ХФА та інші.

Для зменшення ваги листова ресора із сталевого матеріалу, яка використовується в системі підвіски, може бути замінена композитним матеріалом. Композитні матеріали мають більшу здатність до накопичення енергії пружної деформації та, для деяких матеріалів, більш високе співвідношення міцності до ваги. В якості заміни розглядались, наприклад, вуглепластики, скловолокно та епоксидна смола. [4]

Дослідження проводяться з використанням ANSYS Workbench [5]. Виконано моделювання та статичний аналіз сталеві листові ресори (рис.2).

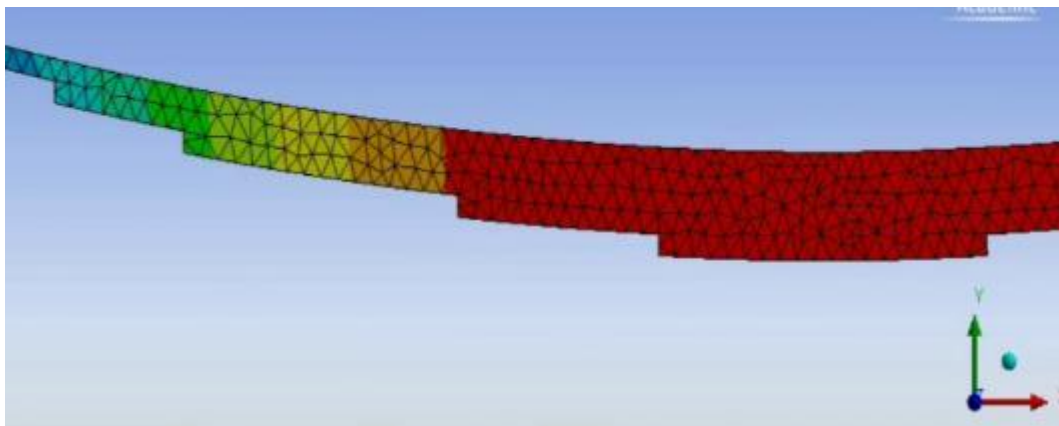


Рис. 2. Деформація сталеві листові ресори.

В подальшому планується виконати моделювання та провести статистичний аналіз листових ресор, які виготовлені з різних композитних матеріалів. Виконати порівняльний аналіз міцності та жорсткості сталевих та неметалевих ресор.

Наступним кроком є розрахунки на витривалість та аналіз довговічності ресор з різних матеріалів.

### Список використаних джерел

1. Будова автомобіля: Навчальний посібник / А. І. Панченко, А. А. Волошина, О. В. Болтянський, І. І. Мілаєва, І. А. Панченко, А. А. Волошин. – Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. – 247 с.
2. Ukrainian Peugeot Club режим доступу <https://peugeot-club.in.ua/news/sekonomit-na-benzine-mozhno-za-schet-pohudeniya.html/>
3. ДСТУ 8429:2015 Прокат із ресорно-пружинної вуглецевої та легованої сталі. Технічні умови
4. М. М. Patunkar, D. R. Dolas, “Modeling and Analysis of Composite Leaf Spring under the Static Load Condition by using FEA”, IJMIE, Volume -1, 1-4pp, 2011.
5. Грищенко В. М., Свіргун О. А., Калінін Є. І., Савченко В. Б. Основи ANSYS. Лабораторний практикум. Харків, ХНТУСГ. 2020. 168 с.

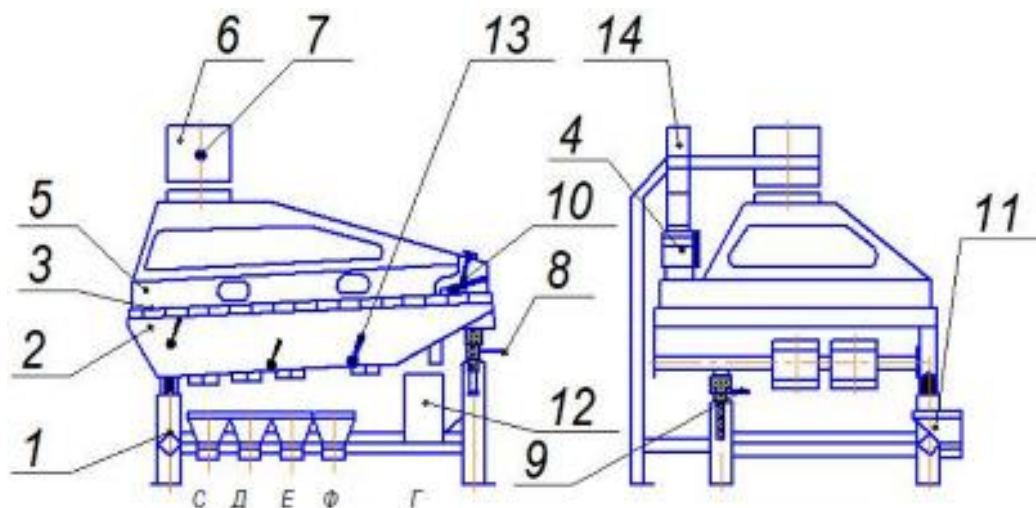
## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАВМОВАНOSTІ НАСІННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ІНТЕНСИФІКАТОРІВ ШИПОВИДНОГО ТИПУ

**Чумак Д.О.** аспірант, **Бредихін В.В.** д.т.н., доцент, професор кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є експериментальне визначення ефективності використання інтенсифікаторів шиповидного типу для покращення якісних показників процесу підготовки високоякісного насіння.*

Тисячорічна історія еволюції зернових культур забезпечила зернину надійним захистом від агресивного впливу навколишнього середовища. Зернина захищена декількома оболонками, тому, при природньому способі відділення дозрілого зерна, травмування останнього практично зведено до нуля. Однак, з розвитком машин, обладнання та технологій післязбиральної обробки зерна, машини стають все більш високопродуктивні та, нажаль, більш агресивні за своїм впливом на навколишнє середовище, в цілому, та на зернину, зокрема. Таким чином, збільшення об'єму виробництва зерна в Україні обмежено вирішенням проблеми покращення якості насіннєвого матеріалу. Використання високоякісного насіннєвого матеріалу значно [1] покращує схожість культури, її рівномірний розвиток та підвищує урожайність. Найвищу ефективність виконання процесу очищення та розділення насіннєвого матеріалу мають пневмосепарувальні столи (рис.1), які розділяють насіннєвий матеріал за густиною насіння [2]. Суттєвим недоліком пневмосепарувальних машин є низька продуктивність.



1 – станина; 2 – вібростіл; 3 – кузов; 4 – камера аспіраційна; 5 – каменевідбірник; 6 – дека; 7 – живильник; 8 – клапан регульовальний; 9 – клапан повітряний; 10 – механізм регулювання витрати повітря; 11 – патрубки вивантажувальні; 12 – ємкість для каменів; 13 – патрубок завантажувальний; 14 – механізм регулювання повздовжнього кута нахилу; С – фракція легка; Д – фракція середня; Е – фракція змішана; Ф – фракція важка; Г – каміння

Рис. 1. Конструктивна схема ПСС

Намагання підвищення продуктивності процесу, шляхом збільшення питомої подачі матеріалу призводить до зниження якості процесу.

Постає проблема підвищення ефективності процесу шляхом інтенсифікації процесу [3], а саме, встановлення додаткових механічних інтенсифікаторів, що встановлюються на робочій поверхні. Однак, використання механічних інтенсифікаторів, що підсилюють імпульс від коливань робочої поверхні на верхні шари насінневого матеріалу можуть збільшувати відсоток травмованого насіння. Травмування зернівки, в залежності від технології обробки, фізико-механічних властивостей матеріалу тощо, в залежності від культури може досягати показника – 75% та вище, за весь технологічний процес підготовки (починаючи від комбайну та завершуючи розділенням на фракції). Зважаючи на жорсткі вимоги до якості насіння, збільшення відсотка травмованого насіння (мікро- та макротравми) такий ефект є вкрай небажаним.

Співробітниками лабораторії «Вібраційних машин» ДБТУ було проведено експериментальні дослідження використання інтенсифікаторів шиповидного типу (рис.2). При проведенні експериментальних досліджень було використано найбільш поширені в Україні НМ: озима пшениця сорту «Харківська - 99», маса 1000 зерен – 38 г, густина частинки – 780 кг/м<sup>3</sup>, вологість – 13%; гібрид кукурудзи трійний модифікований «Донор МВ», маса 1000 зерен – 30 г, густина частинки – 850 кг/м<sup>3</sup>, вологість – 14 %; соняшник кондитерський СПК, маса 1000 зерен – 43 г, густина – 440 кг/м<sup>3</sup>, вологість – 7%; соя сорту «Фортуна», маса 1000 зерен – 142 г, густина – 800 кг/м<sup>3</sup>, вологість – 11 %.

Критерієм ефективності процесу розділення прийнято один із визначальних показників якості НМ, що є кінцевою метою процесу – чистота основної фракції. Під чистотою основної фракції НМ розуміють вміст основної культури у відсотках до наважки, яку взято для аналізу.



Рис 2. Загальний вид інтенсифікаторів шиповидного типу

Обробка результатів експериментальних досліджень проводилась за допомогою методів теорії ймовірності та математичної статистики з використанням загальноприйнятих критеріїв Фішера-Стьюдента. Також визначались загальновідомі величини:  $\bar{X}$  – середньоарифметичне;  $\sigma^2$  – дисперсія;  $v$  – коефіцієнт варіації. По завершенні серії дослідів визначався показник точності, який дорівнював відношенню середньої похибки до середньоарифметичного.



Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволив встановити, що використання шиповидного інтенсифікатору збільшує імпульс від робочої поверхні наш найвіддаленіший шар насінневого матеріалу, однак геометрична форма інтенсифікатора не є оптимальною з огляду на збільшення травмованості насіння. Експериментально визначено, що взаємодія насінини з вершиною шипа призводить до виникнення мікротріщин оболонки насінини. Таким чином, визначено необхідність зміни геометрії вершини інтенсифікатора до більш округлої форми.

### **Список використаних джерел**

1. Дерев'яно Д.А. Вплив технічних засобів та технологічних процесів на травмування та якість насіння: монографія. Житомир. 2015. 773 с.
2. Ольшанський В.П., Бредихін В.В., Лук'яненко В.М., Півень М.В., Сліпченко М.В., Харченко С.О. Теорія сепарування зерна: монографія. Харків. 2017. 802с.
3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Іващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом: монографія. Харків. 2023. 401 с.

**УДК 631.3.004.67**

## **ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМІВ ПОСТАЧАННЯ І НОРМ ВИТРАТ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

**С.Б. Думіндяк, В.І. Іванов канд. техн. наук, доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*61050, Харків, проспект Героїв Харкова 45, кафедра надійності та міцності машин і споруд імені В.Я. Аніловича*

*Vladimir.iv@btu.kharkov*

Зазвичай річні витрати запасних частин визначаються за середніми статистичними даними про відмови машин в експлуатації. Однак на стадії проектування машин, такі дані не дозволяють виконувати розрахунки – прогнози об'ємів виробництва (постачання) і норм витрати запасних частин. Основними початковими даними для таких розрахунків є розрахункові значення середніх ресурсів деталей проєктованих машин. Потім обчислюється число замін кожної деталі за ремонтний цикл і за кожний рік експлуатації техніки. Це дає можливість визначити очікувану потребу в заміні деталей залежно від терміну служби кожної машини.

У загальних рисах, методологічна основа розрахунку об'ємів виробництва (постачання) і норм витрати запасних частин, враховує визначені при розрахунку надійності машин середні ресурси деталей. Якщо є в наявності статистичні дані про ресурси деталей, то ці статистичні дані можуть бути використані в розрахунку. При цьому слід враховувати, що потреба в заміні деталі одного типомінала з року в рік наростає по експоненціальній

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 залежності. Тому, в розрахунку слід використовувати статистичну інформацію про терміни служби машин до першої заміни деталей даного типомінала. Також необхідно враховувати: в першому наближенні число ремонтних циклів за весь термін служби машини; середні терміни служби машин до списання, які приймають по нормах амортизаційних відрахувань; число замін кожної деталі в кожному ремонтному циклі; термін служби кожної деталі до її першої заміни в кожному ремонтному циклі з урахуванням умовного порядкового номера заміни деталі в даному циклі і скорочення тривалості роботи машини в кожному подальшому ремонтному циклі.

Якщо обчислювати періодичність замін з початку експлуатації машини, то необхідно знати сумарну тривалість роботи машини до моменту відновлення, її експлуатації після чергового капітального ремонту.

Таким чином виконують перший крок розрахунку потреби запасних частин, що визначає моменти замін деталей в шкалі календарного часу експлуатації машини.

В середовищі Excel виконано розрахунок потоку замін деталей, що набагато спрощує розрахунки наступних замін.

**УДК 621.929.7**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ПРЕМІКСІВ ДЛЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ**

**Сотніков Д.О., Погорілий А.В. магістранти, Семенцов В.В. к.т.н., доц.**

*(Державний біотехнологічний університет)*

*В роботі виконано дослідження процесу внесення преміксів в концентровані корми при кормоприготуванні в тваринництві.*

Важливою умовою високоефективного використання концентрованих кормів у виробництві тваринницької продукції є збагачення вітамінами, мікроелементами, амінокислотами і мінералами (відповідно до планованої продуктивності). Це особливо важливо при промисловому утриманні тварин і птиці, коли тварини і свійська птиця ізольовані від навколишнього середовища і корм стає основною ланкою, що з'єднує тварин і навколишнє середовище.

Тому необхідно створювати такі ваговимірювальні пристрої, що здатні працювати в широкому діапазоні зміни своїх робочих характеристик, що володіють різними фізико-механічними властивостями компонентів, що відрізняються простотою конструкції, високою технічною надійністю, простотою налагодження на задані робочі характеристики, низькою вартістю і, що найголовніше, низьким споживанням енергії.

В результаті аналітичних досліджень методу дозування і конструкції дозатора сипучих матеріалів ми прийшли до висновку, що сила тяжіння може бути використана в якості джерела енергії для зниження енерговитрат на процес дозування.

На нашу думку, для того щоб використовувати гравітацію, в процесі дозування сипучого матеріалу необхідно надати такі властивості, які сприяють

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 його зрідженню, і такого явища можна досягти, коли він отримує властивості рідини.

Ґрунтуючись на цій гіпотезі, ми пропонуємо створити конструкцію дозатора, в якій розрідження сипучого матеріалу відбувається за рахунок руйнування склепінь, які утворюються над випускним отвором діаметром, в якому може бути створена арка, а витікання матеріалу, що подається відбувається за рахунок сили тяжіння.

### **Список літератури**

1. В.В. Семенцов, В.І. Семенцов Визначення економічної ефективності використання гравітаційного дозатора преміксів / В.В. Семенцов, В.І. Семенцов // Вісник ХНТУСГ. - Випуск 183. Харків, 2017. - С. 53-57.
2. В.В. Семенцов. Теоретичне дослідження руху сипких матеріалів в бункерах Проблеми надійності машин/ Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2019. - Вип. 205. – С. 249-256.

Секція 9



**АРХІТЕКТУРА І  
БУДІВНИЦТВО СУЧАСНОГО  
УКРАЇНСЬКОГО СЕЛА**

## **ЗЕЛЕНА АРХІТЕКТУРА: ПРИНЦИПИ, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ОЗЕЛЕНЕННЯ БУДІВЕЛЬ**

**Чорноног А.Ю.** здобувачка спеціальності 191 Архітектура та містобудування 3 курс; **Масленнікова В.В.** канд.екон. наук, доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою роботи є дослідження зеленої архітектури, її ключові принципи, які сприяють гармонійному поєднанню природного і штучного середовищ. Розглянуто основні аспекти озеленення будівель, таких як «зелені» фасади та «зелені» дахи. Обговорено їх переваги, такі як покращення якості повітря, зменшення навантаження на охолодження та нагрівання, зменшення шуму як у міському середовищі поза будівлею, так і в середовищі проживання, роботи чи відпочинку всередині будівлі.*

Зелена архітектура – це напрямок у будівництві, який спрямований на мінімізацію негативного впливу будівництва на навколишнє середовище та поєднує інноваційні рішення з екологічними підходами. Чому даний підхід актуальний на сьогодні? Бо впровадження зеленої архітектури в проектування та будівництво викликає значний інтерес на сьогодні з точки зору архітектурних рішень, які дозволяють створити функціонально достатнє, екологічне чисте середовище.

Екологічно чисті матеріали в зеленій архітектурі мають значний вплив на зменшення викидів вуглекислого газу та підвищення енергоефективності будівель. Використання таких матеріалів є важливою частиною сучасних методів «зеленого» будівництва. Натуральна сировина — це будівельні матеріали, отримані з багатих природних джерел, таких як деревина, камінь, глина та пісок. Ці матеріали часто не оброблені або мінімально оброблені й використовуються в будівництві через їх довговічність і естетичну привабливість. Щоб забезпечити їх постійну доступність і мінімізувати вплив на навколишнє середовище, екологічні практики збирання є ключовими при пошуку цих матеріалів. До прикладу можна навести такі матеріали як бамбук, камінь, пробка, овеча шерсть, саманна цегла, теракота. Перероблені після споживання матеріали — це будівельні матеріали, виготовлені з перероблених матеріалів, які були використані споживачами, а потім відновлені та оброблені для використання в нових продуктах. Ці матеріали часто використовуються як альтернатива первинним матеріалам, щоб зменшити вплив будівництва на навколишнє середовище та сприяти екологічності. Наприклад, перероблений пластик, меліорована (відновлена) деревина, перероблена сталь, перероблене скло, феррок, перероблена гума, плазмові породи. Промислові природні матеріали — це будівельні матеріали, виготовлені з натуральної сировини, але оброблені або виготовлені певним чином, щоб зробити їх придатними для використання в будівництві. Ці матеріали часто мають покращені властивості або продуктивність порівняно з сировиною та, можливо, більш постійну якість.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Такі як необпалена глиняна цегла, глиняна цегла, прозора деревина. [1] Таким чином, використання екологічно чистих матеріалів є лише одним з аспектів зеленої архітектури. Іншою важливою складовою є впровадження озеленення в будівництво.

Зелений фасад – це стіна, повністю або частково вкрита зеленню. Існують різні види зелених фасадів, залежно від того, де вони монтуються та який тип рослин використовується. Часто залежить від самої будівлі, яке з рішень є найбільш підходящим. Непрямий зелений фасад означає, що рослини не прикріплені безпосередньо до стіни будівлі. Як правило, сітку або триси розташовують на такій відстані від стіни, на яку рослини можуть піднятися і рости вище. Прямий зелений фасад: рослини закріплюються безпосередньо на стінах будівлі, між рослинами та стіною немає зазору, і вони будуть рости без особливого керівництва. Можуть вимагати більше догляду, щоб запобігти пошкодженню стін. Модульний зелений фасад: окремі секції з рослинами, що спрощує заміну певних частин у разі проблем із ростом рослини і догляд за ними. Технічне обслуговування також є менш дорогим завдяки легшому доступу до фасаду позаду зелених насаджень. Неперервні фасади — система із суцільним шаром ґрунту для рослинності, яка надає більш насичений вигляд і ефективно знижує температуру стін. [2]

Перевагами зелених фасадів є покращення температури та клімату, вони можуть знизити температуру всередині будівлі, а також зовні в прилеглій зоні. Це допоможе покращити системи вентиляції та кондиціонування, а отже, зменшити витрати на електроенергію. А завдяки природним функціям рослини поглинають CO<sub>2</sub> і багато частинок у повітрі. У процесі фотосинтезу вони повертатимуть кисень і в результаті освіжатимуть і очищатимуть повітря в будівлях. Крім того, рослини також будуть виділяти воду через своє листя і таким чином підвищувати вологість для загального кращого клімату. [2]

А ось недоліками зелених фасадів буде технічне обслуговування, бо щоб зберегти зелений фасад у формі, необхідний значний обсяг технічного обслуговування. Це стосується не лише поливу рослин, а й обрізки та заміни. Тому під час встановлення зеленого фасаду виникатимуть регулярні витрати на технічне обслуговування, і їх потрібно порівнювати з перевагами. Ще залежно від рослин, які використовуються, зелений фасад може потенційно пошкодити будівлю. Є деякі види зелені, які ростуть дуже швидко і поширюються по всій стіні, що ускладнює догляд і видалення. Крім того, вода, яка використовується для рослин, може потрапити в цегляну кладку та призвести до появи цвілі. Все це може зменшити довговічність фасаду. З точки зору вартості, початкові інвестиції у встановлення зелених фасадів зазвичай вищі, ніж у звичайні фасади. Ця вартість може бути непропорційно високою, особливо для великомасштабних проектів. [2]

Зелений дах – це озеленений простір, який створюється за допомогою додавання додаткових шарів ґрунту і різних рослин поверх традиційної покрівлі. Простими словами, це посадки на плоских дахах різних будівель. Слід зазначити, що зелена покрівля є однією з найдавніших різновидів дахів. Подібні конструкції зводилися ще в середні віки. [3] Вибір типу зеленого даху має вирішальне

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 значення для формування функціональності та переваг встановлення. Кожен тип має відмінні характеристики та вимоги, що впливає на його придатність для різних міських середовищ і будівельних конструкцій. Розглянемо три типи: Екстенсивні дахи — легкі, з тонким шаром ґрунту (2–6 дюймів ; 5-15 см), ідеальні для місць з обмеженою несучою здатністю. Додаткового зміцнення покрівлі не потрібно, тому що вага ґрунту не перевищує 20 кг на один квадратний метр. Ці дахи потребують мінімального догляду і використовують стійкі рослини, які можуть витримувати міські умови; Інтенсивні дахи — мають товстий шар ґрунту (понад 12 дюймів ; 30 см) і підтримують більш різноманітну рослинність, включаючи дерева і чагарники. Вони потребують значних структурних підсилень та регулярного догляду, але пропонують більше можливостей для біорізноманіття та створення місць для відпочинку; Напівінтенсивні дахи — ці зелені дахи доповнюють розрив між екстенсивними та інтенсивними системами. Вони мають середню глибину зростання від 6 до 12 дюймів ( 15-30 см) , що дозволяє вирощувати трави та невеликі чагарники з помірними вимогами до підтримки і навантаження на конструкцію. [4]

Розглянемо переваги зелених дахів, перше це підвищення енергоефективності: зелені дахи діють як природна ізоляція, зменшуючи теплопередачу і зводячи до мінімуму потребу в опаленні та охолодженні. Вони можуть знизити споживання енергії та зменшити рахунки за комунальні послуги. Також можна сказати про біорізноманіття та створення середовища існування: зелені дахи створюють середовище існування для птахів, комах та інших диких тварин, сприяючи міському біорізноманіттю. Вони допомагають протидіяти втраті зелених насаджень у містах і сприяють збереженню здорової екосистеми. [5] Ще перевагою є шар рослин, які покривають дах, вони захищають конструкцію даху від впливу опадів, тим самим не дають можливості поширення гнилі й цвілі, крім того, рослини захищають дах від механічних пошкоджень. До того ж виключається ймовірність швидкого поширення вогню під час пожежі по покрівельній поверхні. Зелених дах може слугувати додатковою зоною для відпочинку. [6]

Недоліками таких зелених дахів буде монтаж, бо це трудомісткий і фінансово затратний процес та побудувати зелений дах самостійно не можливо. Для цього потрібно наймати спеціалістів, які мають досвід монтажу таких покрівель. Крім того, дах з рослин значно важчий від іншого типу покрівель, тому й фундамент має бути посиленним та укріпленим. А також зелений дах потребує постійного догляду. [7]

Вибір правильних рослин для зеленого даху передбачає баланс між естетичними цілями, екологічними перевагами та практичними обмеженнями. Унікальні умови даху, такі як підвищений вплив вітру, сонця та температурних коливань, вимагають стійких і адаптованих рослин. Місцеві види часто є сприятливим варіантом, оскільки вони пристосовані до місцевого клімату та ґрунтових умов, вимагають менше догляду та пропонують покращену екологічну інтеграцію. [4]

## **Висновок**

Впровадження зеленої архітектури в будівництво дозволяє створювати

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 комфортні, енергоефективні та екологічні будівлі, що демонструє, як сучасні технології можуть співпрацювати з природою, та покращувати якість життя, гармонійно інтегруючись в природне середовище. Незважаючи на недоліки, існують потенційні рішення цих проблем. Наприклад, вартість, дослідження показали, що хоча вона може бути високою, довгострокова економія енергії може компенсувати ці витрати. А технологічні інновації, такі як автоматизовані системи поливу, можуть вирішити проблему з технічним обслуговуванням і забезпечити ефективну роботу озеленення будівель.

Список використаних джерел

1. Мюллер Р. Топ-50 екологічно чистих матеріалів для сучасної архітектури та будівництва, 2023. URL: <https://www.swatchbox.com/blog/The-Top-50-Sustainable-Materials-for-Modern-Architecture-and-Construction>
2. Розенкранц Е. Що таке зелений фасад? – Типи, вигоди, витрати, 2021. URL: <https://smart-cre.com/green-facade-definition-and-examples/>
3. Команда «Renesans-Style», Озеленення дахів, 2020. URL: <https://www.renesans-style.lviv.ua/ozelenennia-dakhu/>
4. Команда «DesignHorizons», Проектування зелених дахів для міських просторів: особливості та методи, 2024. URL: <https://designhorizons.org/designing-green-roofs-for-urban-spaces-features-and-techniques/>
5. Зелені дахи: Покращення вашого будинку за допомогою екологічного підходу, 2023. URL: <https://buduj.com.ua/bud/zeleni-dahy-pokrashhennya-vashogo-budynk/>
6. Компанія «Домінант», Зелений дах: види і особливості встановлення, 2019. URL: <https://dominant-wood.com.ua/uk/blog/statti/zelenij-dah-vidi-i-osoblivosti-vstanovlennya>
7. Компанія «ДеревоДім», Зелений дах в Україні: реальність чи фантастика, 2021. URL: <https://derevodim.com.ua/blog/zelenyi-dakh-v-ukraini-realnist-chy-fam/#link3>

**УДК 72.071**

## **КРИВОРІЗЬКИЙ КРАЄЗНАВЕЦЬ ВАЛЕРІЙ АБЛЕЦЬ ТА ЙОГО ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКОЇ НАРОДНОЇ АРХІТЕКТУРИ**

**Акмен І. Р., канд. арх.; Вовк В. Р., студентка II курсу**

*ДБТУ, м. Харків, Україна*

*Валерій Васильович Аблець — криворізький краєзнавець, науковець, художник і фотограф, який досліджує цікаві та різноманітні зразки народної культури і саме житла. Він бачить і описує красу у старовинній архітектурі, природних будівельних матеріалах та звичайних речах.*

### **Актуальність.**

В умовах радянської дійсності виникає занепад досвіду та інтересу до локальних історій українських міст та сільських територій, але, завдяки



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 самовідданим дослідникам та краєзнавцям, народні традиції та культура мешканців не дуже важливих міст стає надзвичайно важливою. Так сталося із Криворіжжям. До народних традицій в архітектурі та в будівництві житла на початку XXI ст. звертається гірник і митець, мешканець Криворіжжя — Валерій Аблець. Саме українській хаті та українському побуту присвячена значна частина його творчості. У 2007 році Валерій Аблець став фіналістом конкурсу Поштова марка «Українська хата». В останнє десятиріччя, у пошуках залишків минулих століть, він пройшов пішки майже усе сільське Криворіжжя. Зараз його фотоматеріал є найзвичайно важливий для професійного аналізу народної архітектури, її краси, конструктивності і детальності.

#### **Виклад матеріалу.**

У своїй статті «До питання збереження зразків народної архітектури Криворіжжя», яка вийшла у збірці, присвяченої пам'яті видатного українського діяча в галузі культури — Петра Тимофійовича Тронька, Валерій Аблець вперше проводить детальний аналіз народної архітектури чотирьох районів Криворіжжя. Він акцентує увагу на традиціях будівництва, які склалися під впливом природних умов, наявності матеріалів і культурних звичаїв регіону. Автор виділяє особливості використання глини, деревини та каменю, які завдяки доступності ставали основою побутових і господарських споруд. Зокрема, він описує типові хати, господарські будівлі, елементи їхнього декоративного оформлення, а також функціональне призначення кожної частини будинку.

В. Аблець зазначає, що архітектурний стиль регіону формується внаслідок синтезу етнічних і природних факторів. Він підкреслює роль різних груп населення, які оселялися на цих територіях, і їхній внесок у формування унікального архітектурного середовища. У своїх висновках він звертає увагу на проблеми, пов'язані з деградацією архітектурної спадщини: байдужість місцевих громад, відсутність фінансування та вплив урбанізації, що призводить до зникнення традиційних будівель.

Науковець пропонує створити музей народної архітектури просто неба, щоб зберегти ці унікальні зразки. Він розробляє концепцію такого музею, передбачаючи активну участь громад, співпрацю з державними органами і приватними підприємствами. На думку В. Аблеця, такий музей не лише збереже архітектурну спадщину, але й стане культурно-освітнім центром для залучення туристів і популяризації традицій Криворіжжя.

#### **Висновок.**

Дослідження Валерія Аблеця привертає увагу до культурної значущості архітектурних пам'яток Криворіжжя, їхньої унікальності та можливостей збереження в умовах урбанізації і промислового розвитку регіону. Також дослідження не лише науково значуще, а й має прикладну цінність. Його пропозиції можуть стати базою для створення інфраструктури збереження етнокультурної спадщини, що сприятиме її популяризації та захисту.

#### **Список використаних джерел**

1. Аблець В. В. До питання збереження зразків народної архітектури Криворіжжя. Матеріали міжнародної наукової конференції «Методичні

## УКРАЇНСЬКИЙ СТІХ У ДОСЛІДЖЕННЯХ СТЕПАНА ТАРАНУШЕНКА: ІСТОРІЯ ТА СЬОГОДЕННЯ

Акмен І. Р., канд. арх.; Зеленіна А. Д., студентка II курсу

*ДБТУ, м. Харків, Україна*

*Одна з головних тем досліджень українського науковця, очільника музею українського мистецтва в Харкові у 1920–1933 рр. Стефана Таранушенка – побудова традиційного українського житла. Його праця «Старі хати Харкова» дає нам можливість дізнатися як будувався на Слобожанщині стріх.*

### **Актуальність.**

Дослідження хатнього будівництва на Слобожанщині С. Таранушенком є важливим для розуміння сьогоденної зацікавленості традиційним українським житлом. Але у 1920-ті роки для Таранушенка та його команди, до якої долучився В. Троценка, П. Соколов, О. Степанов, обміряти та фіксувати старі хати Харкова (8 хат у різних районах міста) стало можливим і необхідним для збереження саме традиції будівництва [1]. Деякі з цих хат незабаром були розібрані, а деякі достояли до другої половини ХХ ст. Зараз дослідження С. Таранушенка служать підґрунтям для нових пошуків та зразком в напрямку розвитку вернакулярної архітектури ХХІ ст.

### **Виклад матеріалу.**

В описах С. Таранушенка до обмірів хат, маємо цікавий матеріал з технології побудови дерев'яного каркасу і саме каркасу стріху. Однак встановити коли й яким майстром будувалися ці старі споруди дослідникам не завжди щастить. Частіше за все хати будували самі власники, тому всі вони зберігали традиційний стиль побудови, який С. Таранушенко називає «ілюзорним», та який мав однакові прикмети серед типової міської забудови.

Одним з головних елементів хатньої конструкції є стріх, який створюється з дерев'яного каркасу. Покрівля стріху виконувалась із соломи, що було однією з візиток традиційної архітектури. Житня солома — досить крихкий матеріал, але вміло укладена щільними рядами, вона служила в покрівлі близько півстоліття. Солом'яна покрівля декоративна, чудово поєднувалася з деревиною і добре вписувалася в навколишню природу харківських пагорбів. Проте будівельників початку ХІХ ст. ще приваблювала не тільки доступність і дешевизна такого даху над головою, але і його можливості. Товстий шар соломи був прекрасним захистом в морозну погоду і став головним плюсом стріхи.

Розпочате С. Таранушенком дослідження харківських хат стало поштовхом для проведення подальших досліджень Слобожанщини [2] та інших регіонів України. Характерні риси слобожанського стріха були виявлені в дослідженнях Поділля, Волині, Сіверщини, Наддніпрянщини тощо.

Хоча в наш час ширше використовуються сучасні матеріали, актуальною потребою суспільства все частіше стає зацікавленість у відновленні традиційних прийомів народного будівництва. Хати або конструкції з солом'яним стріхом

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 мають ряд плюсів, як технічних так і декоративних. Унікальність дизайну такої стріхи завжди привертає увагу, стає можливим різноманіття форми даху, а завдяки високій теплоізоляції перебування в такій конструкції стає комфортнішим. Також їй не страшний сніг чи дощ, вона не накопичує пил і не схильна до розвитку мікроорганізмів. Якщо до середини XIX ст. використання такого даху було буденністю, то на сьогоднішній день це задоволення не з дешевих. Солом'яний стріх для сучасної людини – вклад у майбутнє, бо такий дах може простояти майже 50 років і приклади облаштуванні в сучасних архітектурних спорудах вже є. Частіше за все це готельні комплекси (Emilly Resort, Мамаєва Слобода), ресторани, музеї просто неба (Пирогова, Шевченківський Гай, Українське село) та приватні оселі. Одним з прикладів де у сучасній архітектурі застосовується солом'яний стріх виступає готель Emilly Resort у Львові. Комплекс складається з декількох корпусів, ресторанів, футбольних полів та спортивних залів. Особливу увагу в комплексі привертають літні павільйони. Вони перекриті традиційним дахом, що надає складну та неповторну форму. Ще приклад — це готель-ресторан «Родичі» біля Києва. Багатопверхова будівля увінчана традиційною стріхою, що підкреслює головну думку самого закладу «Для гостей, як для рідних». Також етно-комплекс «Українське село» повністю зберіг вигляд і дух України XIX ст.

У зв'язку із попитом виникають фірми, що займаються розробкою технології будівництва з використанням традиційних конструкцій і природних матеріалів. На сьогодні термін «народна архітектура» у спілкуванні із освіченим замовником заміняє поняття вернакулярна архітектура. Це поняття має різницю з трактуванням народних традицій. Вернакулярна архітектура зараз вбирає аспекти сучасної, масової культури у локальному варіанті (етнічних місцевих традицій). Так, як розповсюдження набувають окремі елементи вернакулярної культури (наприклад, стріх), то є вірогідність, що це явище може набути масового поширення. Автор відомої Енциклопедії народної архітектури світу, Пол Олівер, пише, що вернакулярна культура передбачає динамізм і ситуаціонізм формування у майбутньому [3].

#### **Висновок.**

Наукове дослідження та обмірні креслення С. Таранушенка є важливим матеріалом для опанування конструктивних особливостей українського будівництва, а саме солом'яного стріху, як традиційної конструкції житла.

#### **Список використаних джерел**

1. Таранушенко С. *Старі хати Харкова*. Харків, 1922. 16 с.
2. Таранушенко С. Архітектурне обличчя Слобожанського містечка та села. *Культура та побут*, 1926. № 17.
3. *Encyclopedia of vernacular architecture of the world*. Cambridge ; New York, NY, USA : Cambridge University Press, 1997. 2384 p.

## ЗАНЕДБАНІ САДИБИ СЛОБОЖАНЩИНИ

канд. арх., доц. Рябушина І.О., студентка 1 курсу Сліченко М.М.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі йдеться про розташування, матеріали і методи будівництва українських сільських садиб ХІХ сторіччя, їх орнаментальне оздоблення та сакральне значення орнаменту. Докладніше ці питання розглядаються на прикладі садиби Гордієнка в селі Кадниця Богодухівського району Харківської області.*



Народна архітектура України, зокрема Слобожанщини, багата різними типами споруд та самобутністю архітектурних форм. На їх формування та становлення впливали уклад життя та побуту, місцеві традиції, природні умови, наявні будівельні матеріали і апробовані часом способи будівництва. Так, в місцевості біля

річки чи озера частіше використовували очерет як будівельний матеріал; там, де вода була далеко, в роботу йшла в'язана солома; близькість лісу диктувала ширше використання деревини. Вибір будівельного матеріалу вказував і на статус власника, його спроможності, а декоративне оздоблення демонструвало смакові вподобання, бажання та мрії володаря – орнамент завжди «говорив» та мав велике смислове значення. Не менш важливим було і розташування будівлі – обиралися мальовничі ділянки на високих берегах річок, пагорбах тощо. Самі високі ділянки займали як зазвичай церкви та найбільш статусні будинки з деревини, нижче – будиночки простіші, змішаного типу, і просто мазанки. Так сформувалися оригінальні, але такі характерні типи української селянської хати, садиби, церкви, народжувалися цілі села. Але на сьогодні таких будинків – ілюстрацій української історії та культури, залишилося дуже мало, майже всі вони знаходяться в жахливому, зруйнованому стані та потребують нашої уваги і дій – вивчення, опису, обмірів, реставрування та захисту.

В Харківській області розташоване село Кадниця, в якому ще зберіглося декілька пам'яток ХІХ сторіччя. Це село має багато глибшу історію, ніж вказано в багатьох джерелах інформації. Вже в перепису 1732 року поселення назване селом: «Ще Філарет Гумілевський описував це село й зазначав, що «по переписи 1732 г. было в с. Кадницях подпрапорного Григория Ковалевского 82 души муж., в дер. Ивановке сотника Ивана Ковалевского – 132 души, Якова Ковалевского – 29». Скоріш за все, це був 1690 рік, часи заселення Слобідської України черкасами» [3].

Виникнення та історія села були тісно пов'язані з сім'єю Ковалевських,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
прізвище яких за часи козацтва звучало як Коваленко (сотник Харківського полку Яків Іванович Коваленко). Коваленками була заснована і Пан-Іванівка, яку зараз ми знаємо як Сковородинівку – назва на честь філософа та поета Григорія Савича Сковороди. Ковалевські були освіченою та популярною сім'єю, зналися з багатьма відомими людьми, у т.ч. з Н.А. Каразіним, який приймав активну участь у формуванні та заснуванні Харківського університету, і Г.С. Сковородою, з яким сім'ю пов'язувала тісна дружба.

Тут, в Кадниці, ще зберігся яскравий приклад української садибної архітектури, що було зведено на початку ХІХ століття біля живописного озера. Цю садибу побудував місцевий поміщик Іван Євстахійович Куликівський, Богодухівський повітовий ватажок в чині надвірного радника. «У держархіві зберігся опис маєтку за 1804 рік. У ньому згадуються два житлових будинки, водяний млин, гуральня, сінокоси і ліс» [4].

Останнім власником садиби був нащадок давнього козацького роду – сотника Сумського слобідського полку Григорія Доценка, дворянин Єгор Степанович Гордієнко. Він був людиною освіченою та дуже активною – професором кафедри фармакології Харківського університету, членом-кореспондентом Паризького фармацевтичного товариства та відомим громадським діячем – постійним членом Харківської міської думи, очолювачем Повітової земської управи, почесним членом багатьох товариств та ін. А ще Гордієнко опікувався освітою населення, будівництвом та благоустроєм шкіл. В 1892 р. він передав свою садибу в Кадниці під облаштування земської школи, яка запрацювала вже в 1893 р., а в 1894 р. школі було привласнено ім'я засновника – Є.С. Гордієнка [3].

Будинок має типові риси садибної архітектури другої половини ХІХ ст., скоріш за все Гордієнко трошки садибу перебудував. Він зведений з місцевих будівельних матеріалів – деревини, що забезпечувала тепло, та цегли для фундаменту, який добре зберігся. Дерев'яний брус та високий цегляний фундамент вказували на статусність господаря.

Згідно технології будівництва це зруб, складений з 28 перехресних вінців, які обшиті дошками з фасками. Вальмовий дах, скоріш за все, спочатку був вкритий гонтом – стріхою було б занадто просто. Пізніше, згідно офіційного наказу, дах був перекритий «залізом», тобто став металевим, пожегобезпечним, довговічним, здатним добре захищати будинок від дощів і снігу. Таким він залишився і сьогодні.

Головний вхід трохи висунуто вперед, двері з верхньою перетинкою, що забезпечувала провітрювання, обрамлені лиштвами з класичними мотивами, зверху – сліди фронтона над зруйнованим вхідним крильцем. Над вікнами багаті карнизи з тими ж класичними мотивами. Дім підперезаний стрічкою різбленого геометричного орнаменту, його елементи і на «фронтоні», і на карнізах, і під дахом – таке собі показове єднання статусності з народністю.

Взагалі, різблені орнаменти є частиною традиційної української культури. Без них неможливо уявити ні архітектуру, ні одяг (вишиванка), ні предмети побуту. Навіть цегляні будинки прикрашалися цегляним же орнаментом. Орнамент супроводжував життя українців, точніше українці жили в орнаменті, в

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 якому було закладено глибокий символізм – навкруги наносилися замовляння, настанови, побажання. Вважалося, що грамотно складений орнамент захищає від темних сил, приносить радість, добробут, благополуччя. Орнаменти були геометризовані, стилізовані, ритмічні, що говорило про упорядоченість буття, глибоку зануреність в природу та її процеси. В орнаменті відбивалося велике прагнення до гармонії та спокою, відлуння, вираження національної ідентичності.

Наприклад, різні листя, виноградна лоза, квіти – єднання з природою; сонце та зірки – родючість у всіх сенсах; хрести – захист та життєва сила; дерево життя – тісний зв'язок поколінь; сердечка – любов, гармонія, тепло, турбота, прагнення родинного затишку; хвилясті лінії – безперервність життя; хвилі з зубчастими елементами – захист та порядок, родючість землі та врожай [6].

Таким чином, різблені орнаменти садиби Гордієнка говорять про захист та життєву силу, родючість та єднання з природою. А ще бажають усім навкруги безперервності життя, захисту та порядку, любові, тепла та гармонії. Але нажаль, люди забули сакральні сенси орнаменту, добрі побажання не діють і садиба поступово руйнується, її просто розтягують на дрова.

В радянські часи її було націоналізовано, після війни в ній було влаштовано місцевий Дім культури, а потім і цього не стало – запущення, руйнація та сміття навкруги і в чудових інтер'єрах.

Садиба Гордієнка, як і багато інших маєтків, є пам'яткою славетної української історії, культури, садибної архітектури. Такі перлини потрібно вивчати більш детально, надавати їм нове життя, бо це є наше минуле, а без минулого, як відомо, немає і майбутнього.

### **Джерела інформації:**

1. А. Бондарєв Невеликий звіт про велику поїздку. Лютівська садиба. URL: <https://moniacs.kh.ua/uk/nevelikij-zvit-pro-veliku-poyizdku-lyutivska-sadiba/> [28.10.2024]
2. Ольга Дзюба. Садиба Гордієнко, Кадниця – HedgeHog Stories. URL: <https://hghstories.com/ua/kadnica/> [29.10.2024]
3. Кадниця – Блог Маленков Роман. URL: <https://ukrainaincognita.com/mista/kadnytsia#> [29.10.2024]
4. Кадниця. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> [02.11.2024]
5. К. Ярова. Українські традиції в дизайні приміщень та архітектурі – без шароварщини. URL: <https://bazilik.media/ukrainski-tradytsii-v-dyzajni-prymishchen-ta-arkhitekturi-bez-sharovarshchyny/> [19.11.2024]
6. Про що говорить вишиванка: орнаменти та їхні значення в інфографіці. URL: <https://www.volynnews.com/news/all/pro-shcho-hovoryt-vyshyvanka-ornamenty-ta-yikhni-znachennia-v-infohrafitsi/> [19.11.2024]

## КЛІМАТИЧНІ УМОВИ , ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ПЕРЕДПРОЕКТНОГО АНАЛІЗУ

Акмен І.Р., к. арх.; Чернишенко В.В. , студент ІV курсу

*ДБТУ, м. Харків, Україна*

*Climatic conditions are an important component of pre-project analysis, as they influence the choice of materials, structural solutions and energy efficiency of buildings. Taking into account these factors provides conceptual, typological and functional architectural features of the future building and in its further operation.*

Врахування кліматичних умов на етапі передпроектного аналізу має важливе значення для сучасного будівництва. У зв'язку зі зростанням частоти екстремальних погодних явищ, таких як сильні зливи, урагани та тривалі періоди спеки чи морози, правильна оцінка кліматичних факторів стає критично необхідною для забезпечення стійкості та довговічності споруд. Проектувальники все частіше стикаються з необхідністю адаптації архітектурних рішень до специфічних природних умов для зниження ризиків під час будівництва та покращення умов експлуатації.

Крім того, сучасні тенденції до впровадження енергоефективних технологій та екологічного будівництва вимагають глибокого аналізу кліматичних показників. Це дозволяє оптимізувати витрати на опалення, кондиціонування та інші енергетичні потреби будівель, що є важливим фактором як для економії ресурсів, так і для зменшення негативного впливу на довкілля. Таким чином, кліматичні умови стають основою для прийняття зважених проектних рішень і підвищення якості будівництва.

В навчальному проектуванні мною було проведено дослідження природних і кліматичних умов, які попереджали процес проектування, а саме громадську прибудову до існуючої історичної споруди «Німфеум» Браманте в районі Дженацано. Це гірське мальовниче місто в метрополії Рима, розташоване на туфовому відрозі висотою 375 м над рівнем моря (41,8° широти, 12,9° довготи). Його територія характеризується значними перепадами висот: у межах 3,2 км різниця сягає 678 м, а середня висота становить 412 м над рівнем моря. Ландшафт переважно вкритий ріллями (62%) і деревами (33%), що створює гармонійну взаємодію між природою і людською діяльністю [1, 2]. Завдяки цьому Дженацано відоме своїм сільським господарством, виноробством і привабливими пейзажами.

Клімат Дженацано теплий і комфортний, із вираженою сезонністю. Жаркий сезон триває з 17 червня до 8 вересня, із середньою денною температурою понад 27°C. Найспекотніший місяць — серпень, який відзначається високою вологістю і кількома задушливими днями. Прохолодний сезон триває з 18 листопада до 17 березня. У цей період середня денна температура не перевищує 14°C, а найхолоднішим місяцем є січень із показниками від 2°C до 10°C.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

Дощовий сезон триває 7,8 місяців — із 10 вересня до 2 травня. Найвологіший місяць — листопад із середньою кількістю опадів 100 мм і 9,6 дощовими днями. Найсухіший місяць — липень, із середньою кількістю опадів 18 мм і лише 3,4 дощовими днями. Опادي, як правило, мають м'який характер і переважно випадають у вигляді дощу.

Хмарність у Дженаццано змінюється протягом року. Ясна частина триває з 8 червня до 12 вересня, а липень є найяснішим місяцем із 87% ясного неба. Найбільш похмурий місяць — листопад, коли хмарність досягає 50% часу. Таке чергування створює сприятливі умови для спостереження за природою і проведення часу на свіжому повітрі.

Рівень вологості змінюється залежно від сезону. Задушливий період триває з 17 червня до 18 вересня, із найбільш задушливими днями в серпні. Найкомфортніший період із низькою вологістю — лютий, коли задушливість практично не відчувається, що сприяє приємному відпочинку.

Вітряні умови в Дженаццано також мають сезонний характер. Найвітрянніший період триває з 25 січня до 26 квітня, із середньою швидкістю вітру до 11 миль/год, тоді як найспокійніший сезон триває з травня до січня, із піком у вересні. Напрямки вітру змінюються: із 8 квітня до 24 вересня переважає західний вітер, а з 24 вересня до 8 квітня — східний.

Тривалість світлового дня коливається від 9 годин 8 хвилин 21 грудня до 15 годин 13 хвилин 20 червня. Літній час, який діє з 31 березня до 27 жовтня, дозволяє насолоджуватися тривалими вечорами в теплий період року.

Дженаццано є унікальним поєднанням природних красот, сприятливого клімату та історичної атмосфери. Місто приваблює туристів своїми виноградниками, чарівними пейзажами та багатою культурною спадщиною.

### **Висновок.**

У підсумку важливо зазначити, що в ході предпроектного аналізу кліматичних умов були виявлені особливості, які сприяли обґрунтуванню проектного рішення. Дженаццано має унікальний ландшафт, різноманітний клімат і багату культурну спадщину, що створює ідеальні умови для втілення концепції проектування «Виноробні на 150 місць».

### **Список використаних джерел:**

1. Climate and Average Weather Year Round in Genzano di Roma. Електронний ресурс : [//weatherspark.com/y/71808/Average-Weather-in-Genzano-di-Roma-Italy-Year-Round](https://weatherspark.com/y/71808/Average-Weather-in-Genzano-di-Roma-Italy-Year-Round) (15.09.2024).
2. Simulated historical climate & weather data for Genzano di Roma. Електронний ресурс: [//www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/genzano-di-roma\\_italy\\_3176203](https://www.meteoblue.com/en/weather/historyclimate/climatemodelled/genzano-di-roma_italy_3176203) (15.09.2024).



## **РОЛЬ САДІВ І ПАРКІВ У ЖИТТІ ЛЮДИНИ: ЯК ВОНИ ВПЛИВАЮТЬ НА ФІЗИЧНЕ ТА ПСИХІЧНЕ ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ?**

**Меренкова А.Р. бакалавр; Масленнікова В.В. доцент, канд. економ. наук**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є всебічна оцінка впливу парків і садів на фізичне та психічне здоров'я людини, а також визначення оптимальних характеристик зелених зон для максимального покращення якості життя людей.*

Сади та парки – це не просто зелені зони, а справжні оази в міському середовищі, які відіграють важливу роль у житті людини. Вони впливають на нас на багатьох рівнях, покращуючи як наше фізичне, так і психічне здоров'я.

Вплив на фізичне здоров'я:

– Активний відпочинок: Сади та парки заохочують нас до руху. Прогулянки, біг, велосипедні прогулянки, заняття спортом на свіжому повітрі – все це зміцнює серцево-судинну систему, підвищує витривалість і покращує загальний фізичний стан [2].

– Чисте повітря: Рослини очищають повітря від шкідливих домішок, забезпечуючи нас киснем. Це особливо важливо для мешканців міст, де повітря часто забруднене.

– Сонячне світло: Перебування на сонці сприяє виробленню вітаміну D, необхідного для міцних кісток та імунітету.

– Контакт з природою: Доведено, що контакт з природою знижує артеріальний тиск, зменшує частоту серцевих скорочень і покращує сон.

Вплив на психічне здоров'я:

– Підвищення настрою: Зелений колір, звуки природи, сонячне світло – все це позитивно впливає на наш настрій, зменшує симптоми депресії. Перебування на свіжому повітрі, під сонячними променями, серед зелених рослин позитивно впливає на наш настрій. Покращення емоційного стану, в свою чергу, підвищує мотивацію та продуктивність.

– Креативність і продуктивність: Дослідження показують, що прогулянка парком може підвищити креативність і продуктивність.

– Соціальна взаємодія: Сади та парки – це місця для спілкування, проведення часу з родиною та друзями. Це сприяє зміцненню соціальних зв'язків.

Перебування в природному середовищі допомагає відновити когнітивні ресурси мозку, які витрачаються під час виконання складних завдань. Це дозволяє нам мислити більш ясно, аналізувати інформацію ефективніше та генерувати нові ідеї. Природа має заспокійливий ефект на нашу нервову систему. Вона допомагає знизити рівень кортизолу – гормону стресу, який блокує творче мислення. У природному середовищі ми менше відволікаємося на зовнішні подразники, що дозволяє нам зосередитися на внутрішніх процесах і поглибитись у свої думки.

Якщо дозволяють умови, спробуйте працювати в парку. Свіже повітря і оточення природи можуть значно підвищити вашу продуктивність. Малювання, писання віршів, музикування на природі – все це сприяє розвитку творчих здібностей [1].

Іншими перевагами садів і парків, можна назвати те що вони покращують мікроклімат. Зелені насадження знижують температуру повітря влітку і підвищують вологість, створюючи комфортні умови для життя. Дерева і кущі здатні поглинати звуки, знижуючи рівень шумового забруднення, що допомагає відпочити людям від міської метушні. Сади та парки є домівкою для багатьох видів рослин і тварин, сприяючи збереженню біорізноманіття.

Тож роль садів та парків у житті людини безумовно важлива. Тому архітектура повинна мати такі головні аспекти, які позитивно впливають на людину:

– Природність: Чим більше природних елементів у парку (дерев, кущі, водойми), тим більше позитивних емоцій він викликає. Природа заспокоює, зменшує стрес і сприяє відновленню сил [3].

– Різноманітність: Монотонні пейзажі швидко набридають. Парк має бути цікавим, з різними куточками: лісовими галявинами, луками, водоймами, альпійськими гірками. Це стимулює допитливість та дослідницький інстинкт.

– Простір для активного відпочинку: Спортивні майданчики, велосипедні доріжки, зони для пікніків – все це заохочує людей до руху і проведення часу на свіжому повітрі.

– Тихі зони: Важливо мати місця, де можна усамітнитися і відпочити від міської суєти. Це можуть бути альтанки, лавки в тіні дерев, невеликі галявини.

– Елементи, що стимулюють відчуття: Різноманітні текстури (дерево, камінь, вода), аромати квітів і трав, звуки природи – все це збагачує наші відчуття та робить відпочинок в парку більш приємним [5].

– Зручна інфраструктура: Добре продумана мережа доріжок, лавки, урни, освітлення – все це робить парк зручним для відвідування.

– Безпека: Парк має бути безпечним місцем, де люди почуватимуться комфортно.

– Естетичність: Приємний для ока дизайн парку підвищує настрій і створює позитивні емоції.

Добре спроектовані парки не лише прикрашають місто, а й суттєво впливають на життя його мешканців. Ось кілька прикладів таких парків та їхній внесок:

Центральний парк, Нью-Йорк, США. Цей парк став легендарним завдяки своєму різноманіттю ландшафтів, від тихої галявини до густого лісу. Він є "легенями" міста, місцем відпочинку мільйонів людей, а також важливим центром культурного життя. Парк став символом Нью-Йорка, місцем, де можна відпочити від міської суєти, зайнятися спортом, прогулятися або просто посидіти на лавці. Він сприяв розвитку туризму та став важливою частиною ідентичності міста.

Хайд-парк, Лондон, Великобританія. Хайд-парк відомий своїми просторими газонами, озером Серпентін, де можна покататися на човні, а також

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 своїми ораторами, які щонеділі виступають з трибуни. Парк є одним з найбільших міських парків в Європі і слугує місцем відпочинку для лондонців та туристів. Він також є важливим центром політичного життя міста.

Тіволі-гарденс, Копенгаген, Данія. Цей парк є одним з найстаріших і найпопулярніших парків розваг у світі. Він поєднує в собі елементи класичного парку з атракціонами та розвагами для всієї родини. Тіволі-гарденс є важливою частиною культурного життя Копенгагена. Він приваблює туристів з усього світу і сприяє розвитку місцевої економіки.

Парк Гуель, Барселона, Іспанія. Створений Антоніо Гауді, цей парк є унікальним твором мистецтва з яскравими мозаїками, химерними формами та незвичайними архітектурними рішеннями. Парк став однією з головних туристичних визначних пам'яток Барселони і символом міста. Він демонструє оригінальність каталонської архітектури і приваблює любителів мистецтва з усього світу. [4]

Вишгородський парк, Київ, Україна. Цей парк розташований на історичному місці з давньоруськими валами та храмами. Він поєднує в собі природну красу з історичною спадщиною. Парк є місцем відпочинку для киян, а також популярним туристичним об'єктом. Він сприяє популяризації історії міста та національної культури.

### Список використаних джерел

1. Крачко, Є. Роль рослин у сучасному місті Омелянова В.Ю. *Наукові читання імені В.М. Виноградова*, 54. 2022. URL: [https://www.ksau.kherson.ua/-files/kaf\\_lis/konferenc/zbir\\_18\\_19\\_trav\\_2021.pdf#page=50](https://www.ksau.kherson.ua/-files/kaf_lis/konferenc/zbir_18_19_trav_2021.pdf#page=50) (дата звернення: 15.11.2024)
2. Дідур, І. М., et al. "Рекреаційне садово-паркове господарство." : навч. посіб. *Вінниця: ВНАУ, 2020. 328 с./Рек. до друку рішенням ВР ВНАУ (Протокол № 6 від 18 грудня 2020 р.)* 2020. URL: <http://socrates.vsu.org/repository/card.php?id=27704> (дата звернення: 15.11.2024)
3. Радіонова, Людмила Олексіївна, and Д. В. Тиханська. "Роль озеленення у міському просторі." 2023. URL: [https://eprints.kname.edu.ua/-65399/1/%D0%A2%D0%9A\\_2023-146-148.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/-65399/1/%D0%A2%D0%9A_2023-146-148.pdf) (дата звернення: 15.11.2024)
4. Ребрина, А. А. Залучення населення до активного дозвілля (на прикладі соціального проєкту "Активні парки"). 2024. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/44968> (дата звернення: 15.11.2024)
5. Риндюк, С. В., and В. О. Мисько. *Особливості реконструкції парків*. Diss. ВНТУ, 2023. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/-40908/17939.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення: 15.11.2024)

## КОЛОРИСТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГУАШІ

**Анопрієнко О.О. бакалавр; Гопцій О.Б. канд. Екон. Наук, доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є встановлення колористичних властивостей гуаші, як унікальної та багатогранної техніки, яка використовувалася в різних епохах та народів.*

Гуаш є одним з найцікавіших і універсальних матеріалів в живописі. Він поєднує в собі властивості акварельних і темперних фарб, має високу покриваючу здатність і дозволяє створювати яскраві, матові відтінки, які зберігають свої властивості після висихання. Завдяки цим якостям гуаш використовувалася художниками з давніх часів і до сучасності. Важливу роль у роботі з гуашшю відіграє колористика, наука про взаємодію кольорів, їх сприйняття та емоційний вплив. Це робить гуаш гарним матеріалом як для традиційного мистецтва, так і для експериментальних напрямків.

Історія використання гуаші в мистецтві цікава та різнобарвна. Так, у Античному світі та Середньовіччі гуаш відома з давніх часів. У Єгипті і Месопотамії для фарбування стін гробниць і храмів використовували густі пігменти. Пігменти змішувалися з водою і клеєм, що надавало фарбам щільність і яскравість. У середні віки гуаш поширилася в Європі, де її використовували для виготовлення ілюстрацій і мініатюр до рукописів, що допомагало створювати яскраві і міцні фарби на пергаменті. Візантійські майстри часто комбінували гуаш із золотим і срібним напиленням для створення ікон і декоративних панно.

В епоху Відродження гуаш стала популярною в Північній Європі. Такі майстри, як Альбрехт Дюрер, використовували гуаш для детальних ескізів і етюдів, комбінуючи її з іншими матеріалами для досягнення багатства кольору і точності лінії. Це також був час, коли гуаш стала частиною навчальної програми в академіях мистецтв.

У XIX-XX століттях гуаш стала частиною авангардних рухів, хоча і широко застосовується в навчальних цілях шкільних програм.

Серед колористичних особливостей гуаші можна відмітити такі:

– Змішування і насиченість кольорів. На відміну від акварелі, гуаш має високу покриваючу здатність, що дозволяє створювати більш насичені і щільні кольори. Художники часто використовують його, щоб підкреслити контрасти або зробити композицію більш виразною. Одним з важливих аспектів роботи з гуашшю є її освітлення після висихання: це вимагає ретельного планування і точності в підборі відтінків.

– Створення текстури та ефектів глибини. Завдяки своїй щільності, гуаш дозволяє створювати різноманітні фактури, що робить її ідеальною для детальної роботи. Наприклад, в техніці глазури (нанесення напівпрозорих шарів) гуаш використовується для створення глибини і обсягу, що особливо актуально в пейзажах і натюрмортах.

– Колірні рішення і баланс. Колористика в гуаші вимагає врахування балансу відтінків і їх гармонійного поєднання. Художники часто використовують колірні кола і такі теорії, як процесні, комплементарні та подібні схеми, для створення цікавих колірних комбінацій. У гуаші можна експериментувати з контрастами, щоб підкреслити деталі і створити акцентні зони.

– Психологія кольору. Психологія кольору є важливою частиною колористики і вивчає, як різні кольори впливають на емоційний стан і сприйняття глядача. Наприклад:

А) Теплі кольори (червоний, помаранчевий, жовтий) зазвичай асоціюються з енергією, активністю та радістю. У гуаші їх часто використовують для створення акцентів або виділення предметів на передньому плані.

Б) Холодні кольори (синій, зелений, фіолетовий) надають композиції спокій, глибину і умиротворення. Ці відтінки часто використовуються на задньому плані або для передачі стану природи, наприклад, води та неба.

В) Нейтральні кольори (сірий, чорний, білий) в гуаші можуть служити для створення тіні, об'єму і фону, а також пом'якшувати яскравість інших відтінків.

Психологічний ефект кольору активно використовується в гуаші, особливо в ілюстрації та декоративно-прикладному мистецтві, для посилення емоційного сприйняття та налаштування глядача на певне сприйняття твору.

Цікавим є використання гуаші в культурах різних країн.

Європейська традиція. В Європі гуаш широко використовувалася для створення ікон, портретів і мініатюр. Художники епохи Відродження і бароко використовували його для деталізованих портретів, натюрмортів, міських пейзажів. У 19 столітті гуаш стала популярною серед художників-імпресіоністів, таких як Едгар Дега, які поєднували її з пастеллю для створення м'яких, атмосферних робіт.

Японська техніка укійо-е. В Японії гуаш використовувалася для створення гравюр укійо-е, на яких зображувалися сцени повсякденного життя, природи, театру. Гуаш допомогла майстрам передати інтенсивні контрасти й яскраві відтінки, що надало композиції глибини і емоційності.

Не менш актуальними є сучасні тенденції використання гуаші.

У сучасному мистецтві гуаш займає важливе місце в ілюстрації та графічному дизайні. Художники використовують його для створення обкладинок книг, журналів, рекламних плакатів і плакатів. Гуаш дає можливість поєднувати насичені кольори і м'які текстури, що дозволяє створити неповторний візуальний стиль.

З появою цифрових технологій гуаш стала одним з популярних ефектів, які імітуються в графічних редакторах. Програми дозволяють відтворити характерні риси гуаші: її фактуру, колірні переходи і матовість, яка активно використовується для створення ілюстрацій і анімації.

Гуаш використовується і в стріт-арті. Художники використовують його для створення невеликих графіті, настінних панно, інсталяцій, комбінуючи його з іншими матеріалами для досягнення цікавих ефектів.

Слід відмітити, що в останні роки багато виробників прагнуть зробити

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
гуаш більш екологічною, використовуючи натуральні пігменти і біорозкладні компоненти. Це дозволяє художникам працювати з мінімальним впливом на навколишнє середовище.

Також, завдяки своїй доступності і простоті в роботі, гуаш широко використовується в арт-терапії. Його м'які та експресивні властивості допомагають людям передавати свої емоції та внутрішні переживання, що сприяє психологічному відновленню та самовираженню.

### **Висновок.**

Отже, гуаш – це унікальна та багатогранна техніка, яка поєднує в собі колористику, історію та культурні особливості різних епох та народів. Від старовинних картин до сучасних цифрових ефектів, гуаш продовжує залишатися актуальним і затребуваним матеріалом, який надихає художників по всьому світу. Колористичні властивості гуаші, її фактура і психологічний вплив на глядача роблять її одним з найбільш виразних засобів в мистецтві. Досліджуючи його історію, технічні особливості та сучасні тенденції, ми можемо отримати більш глибоке розуміння того, як гуаш та колористика продовжують впливати на розвиток мистецтва та візуальної культури.

### **Список використаних джерел**

1. Гуашь. Знайомство та практичні поради. URL: <https://worldkidsart.wordpress.com/2014/12/09/%D0%B3%D1%83%D0%B0%D1%88%D1%8C-%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B9%D0%BE%D0%BC%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D1%82%D0%B0-%D0%BF-D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96-%D0%BF%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8/>.
2. Гуаш. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B0%D1%88>.
3. Живопис. Енциклопедична стаття. URL: <https://esu.com.ua/-article-19107>.

**УДК 628.477:666.9**

## **ЗАСТОСУВАННЯ ДРІБНОДИСПЕРСНИХ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ В ЯКОСТІ СИРОВИНИ ДЛЯ СУХИХ БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ**

**Шептун С.Ю. к.т.н., ст. викладач**

*Державний біотехнологічний університет*

*Досліджено вплив використання кам'яного шламу і шламу від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію у складах сухих будівельних сумішей на фізичні властивості цементного каменю.*

За офіційною статистикою на Житомирщині не менш як 1000 суб'єктів господарської діяльності ріжуть і полірують камінь. Цей процес супроводжується утворенням дрібнодисперсних відходів (своєрідної кам'яної тирси), які називають пульпою або шламом. На середньому за обсягами

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 виробництві за рік продукують 100 тонн таких відходів, а загалом в області — 100 тисяч тонн, що дорівнює місткості майже 1,7 тисячі вантажних вагонів.

Всі ці відходи упродовж десятиріч вивозять і викидають на стихійні звалища у вигляді пульпи, що з плином часу твердіє.

У каменярських цехах пульпу вимивають струменем води, яка водночас охолоджує ріжучий чи шліфувальний елемент верстата. Використана рідина надходить у резервуар-відстійник, де дрібнодисперсні частки осідають на дно, а відстояну воду знову використовують у виробничому процесі.

Періодично подібний на мул осад вивозять, використовуючи екскаватор і самоскид з герметичним кузовом або мотопомпу й асенізаційну автоцистерну. Термін транспортування вкрай обмежений, бо вже через 30—40 хвилин пульпа осідає на дно, що значно ускладнює вивантаження.

Проводяться дослідження по використанню пульпи при виробництві бетонів. В даному дослідженні вивчено можливість використання пульпи від каменеобробних підприємств при виготовленні сухої будівельної суміші для наливних підлог.

За час зберігання у відвалі, дрібнодисперсні частинки природного каменю, що містяться в пульпі злежались, зцементувались і перетворились у шлам відходів кам'яної обробки. Для використання кам'яного шламу для модифікації сухої будівельної суміші його потрібно висушити, просіяти і подрібнити. Просушування кам'яного шламу було виконано у сушильній шафі Labexpert при температурі 100 °С. Після просушки визначено гранулометричний склад шламу. Кам'яний шлам складається з частинок розміром >500 мкм – 1,25%, 250-500 мкм – 0,98%, 200-250 мкм – 0,21%, 140-200 – 0,56%, 100-140 мкм – 3,11%, 50–100 мкм – 79,45 % та 0– 50 мкм – 14,44 %. В подальшому дослідженні використовувались частки менше 140 мкм.

Не меншою проблемою для екології є шлам від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію.

Шлам зберігається у відвалах феросплавних підприємств, зокрема в шламонакопичувачах Запорізького заводу феросплавів. В продовж зберігання він поступово збирається у грудки і використовувати його в такому вигляді не можливо. Тому його необхідно спочатку висушити, а потім подрібнити. Попередньо висушений шлам феросплавної виробництва подрібнено в дезінтеграторі, в результаті чого отриманий мікронаповнювач із середньою густиною 180-250 кг/м<sup>3</sup> і питомою поверхнею 15000-25000 см<sup>2</sup>/г.

Для виготовлення сухої будівельної суміші було використано цемент ПЦ І-500-Н, кварцовий пісок, шлам від мокрого газоочищення виробництва феросиліцію, кам'яний шлам, редиспергований сополімерний порошок, модифікована целюлоза Vertocoll ССА 425, пластифікатор Поліпласт СП-3.

З результатів випробувань видно, що міцність зразків зростає при додаванні шламів феросплавної і кам'яної промисловості. Шлам від феросплавної промисловості сприяє зниженню витрати цементу, а кам'яний шлам – піску.

Таблиця 1 – Склад і фізичні властивості зразків цементного каменю

Найменування матеріалу	Вміст компонентів			
	Кон.1	1	2	3
Цемент Пц-500, мас. Ч.	33,0			
Пісок, мас. Ч.	65,0			
Пластиф. СП – 3, мас. Ч.	0,5			
Мод цел Vermocoll, мас. Ч.	0,01			
Редиспергов. Порошок мас. Ч.	1,49			
Шлам виробництв феросиліцію, 25 років, в %, від цементу	-	15	15	15
Кам'яний шлам	-	-	5	10
Вода, В/Ц	0,5	0,5	0,6	0,6
Міцність на вигин, Мпа	6,1	7,6	8,0	8,3
Міцність на стиск, Мпа	11,8	13,5	16,3	19,1

### Висновок.

Завдяки додаванню відходів промисловості до рецептури сухих будівельних сумішей можна одночасно підвищити економічну ефективність виробництва будівельних матеріалів і знизити негативний вплив на навколишнє середовище. Зростання кількості підприємств, які будуть використовувати такі відходи у виробництві будівельних матеріалів може стати одним з основних кроків на шляху до досягнення цілей кліматичної нейтральності.

### Список літератури:

1. Badur, Smita, Rubina Chaudhary. Utilization of hazardous wastes and by-products as a green concrete material through S/S process: A review. *Rev. Adv. Mater. Sci* 17.1-2, 2008. P. 42-61.
2. Ковальський, В. П., Сідлак О. С. Використання золи виносу ТЕС у будівельних матеріалах. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*, вип. 16.1 (2014). С. 35-40.
3. Астахова, Н. В. "Дослідження деформативних властивостей цементного каменю з використанням активованих відходів ГЗК." *Вісник Криворізького національного університету*, вип. 54, 2022.
4. Наумов Я.О., Башинський С.І., Припотень Ю.К. та ін. Застосування дрібнодисперсних відходів каменеобробних підприємств в якості наповнювачів будівельних розчинів. *Науковий вісник ДонНТУ*, вип. 2(11), 2024. С. 119-127.
5. А.М. Петров, С.Ю. Шептун. Вплив мікронаповнювачів техногенного походження на міцність зчеплення з основою розчину сухої будівельної суміші. *Зб. наук. праць № 24 "Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика"*. Дніпро 2023 р., - С.66-71.



## ВПЛИВ КОМПОНЕНТІВ БУДІВЕЛЬНОГО РОЗЧИНУ НА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ

Іващенко С.Г. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Розглянуто вплив дрібно подрібненого скла на міцність будівельного розчину. Проведені порівняльні випробування досліджуваних зразків бетону.*

Будівельний розчин є одним з основних складових при будівництві фундаментів, відмосток, стін, дахів та інших будівель. Від вмісту його компонентів залежить міцність конструкції при навантаженнях, довговічність, спротив волозі та низькій температурі. Головним компонентом розчину є цемент, марку якого вибирають виходячи з того, де буде застосовуватись розчин. Інші компоненти такі як пісок, щебінь, клеї, рідке скло, пластифікатори вносяться для зменшення пористості розчину, підвищення стійкості до вологи та розтріскуванню та іншого.

Цікавим компонентом, який можна додавати до розчину є дрібно подрібнене скло, яке розчину додає пуцоланові властивості. Виходячи з того, що є багато відходів скла, більшість скляної тари приймають за досить низьку ціну, його можна додавати в розчин не тільки враховуючи властивості, а ще й зменшення вартості розчину в порівнянні з іншими компонентами. Скло покращує гідроізоляцію, теплоізоляцію, зменшує розширення розчину. Також воно збільшує міцність на згинання, стискання та розтягування.

В якості порівнювання міцності було досліджено зразки бетону з додаванням традиційного компонента – піску (1 частина цементу + 1 частина піску) та бетону з додаванням дрібно подрібненого скла (1 частина цементу + 0,5 частини піску + 0,5 частини подрібненого скла). Для визначення міцності бетону використовували метод ударного імпульсу та застосовували прилад ИПС-МГ4, який дозволяє оцінювати фізико-механічні властивості матеріалів (міцність, твердість, пружно-пластичні властивості), виявляти неоднорідності, зони поганого ущільнення та ін. [1, 2].

В результаті досліджень виявили, що зразок бетону з додаванням дрібно подрібненого скла має більшу міцність (на 16%) в порівнянні з додаванням піску.

Висновок. Використання розчину з додаванням дрібно подрібненого скла має більшу міцність в порівнянні з додавання тільки піску та має меншу собівартість при виготовленні.

### Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В.2.7–220:2009 Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. – Чинний від 2010–09–01 – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 27 с.
2. Шаповал С.В. Сучасні будівельні матеріали і технології Методичні вказівки. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. – 23 с.

## БУДІВНИЦТВО БАГАТОПОВЕРХОВИХ СПОРУД УКРАЇНИ

**Цимбаленко С.О. студент 3-го курсу 192 спеціальність; науковий керівник  
Петров А.М.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою є характеристика та опис багатоповерхових споруд минулого й сучасного часу.*

Харків – велетень конструктивізму (1928-1941)

Великим кроком у висотне будівництво стало спорудження трьох «харківських висоток» на майдані Дзержинського в тодішній столиці УРСР — Харкові. Усе почалося 1926 року, коли почали закладати Держпром — «перший харківський хмарочос». Споруджували цей гігантський комплекс за допомогою примітивних засобів: лопат, носилок, тачок. Уже 1928 року Держпром був готовий, він вражав своїм масштабом — 13 поверхів, 68 метри заввишки і 12 ліфтів. Десятки письменників описували цю будівлю у своїх творах. 1932 року закінчили споруджувати Будинок Проектів (сьогодні — головний корпус ХНУ імені В. Н. Каразіна). Проект хмарочоса виграв архітектурний конкурс із назвою «Наздогнати і обігнати». Споруджена будівля височіла ще вище, ніж Держпром (мала 68,5 метрів заввишки і 14 поверхів). Після пошкоджень за часів Другої світової війни будівлю реконструювали, позбавивши свого першопроєктного конструктивістського вигляду. До 1952 року будівля залишалася найвищим хмарочосом у СРСР, поки в Москві не збудували Житлового будинку на Котельнічній набережній. Третю «висотку» — Дім Кооперації — закінчили будувати лише 1954 року, цьому посприяло часткове зруйнування в часи Другої світової війни. Споруда має 12 поверхів і майже 60-метрову висоту. Першопроєктно планували, що в будівлі розміститься «Будинок Уряду України». Але було віддано «Управлінню сільського господарства». З 1934 напівзбудований «хмарочос» віддали військово-господарській академії. На самому початку XXI ст. будівлю було передано під північний корпус ХНУ ім. В. Н. Каразіна. Ще одну конструктивістську висотку, яка не входить до «трьох харківських», будували в 1932—1936 роках, це був готель «Харків» (8 поверхів; ~45 м заввишки), архітектор будівлі був Г. О. Яновицький.

Харків можна вважати першим містом України де з'явився «скайлайн» хмарочосів. Усі чотири будівлі (у першоплановому вигляді) мали конструктивістський архітектурний стиль. Міський майдан мав найурбаністичніший вигляд з усього СРСР.

Останнім українським хмарочосом збудованим до незалежності можна вважати 23-поверхівку на площі Дружби Народів 2-а (в народі кличуть «Ромашкою»), збудовану в 1990 році, заввишки 92 метри. Архітекторами будівлі були Л. Коломієць, В. Кацин і В. Морозов.



*«Будинок Торгівлі», збудований в 1981 (фото 2009)*



Багатофункціональний комплекс «Gulliver» висотою 141,8 метра.



Перші проекти «Гуліверу» з'явилися ще у 2002 році. Будівництво

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 розпочалось у серпні 2003 року, в ході будівництва проект видозмінювався, бетонно-скляний фасад був змінений на суцільно скляний.

Спорудження просувалось повільними темпами, до липня 2006 року встигли збудувати лише підземний паркінг. У листопаді цього ж року будинок мав вже 4 поверхи, на початку липня 2007 року — 14 поверхів. Своєї максимальної висоти будівля досягнула у квітні 2008 року, коли були збудовані всі 35 поверхів. В серпні 2012 року будівництво було завершено, у вересні 2013 року відкритий.

*Опис будівлі:*

– Конструкція монолітно-каркасна.

– Висота стелі 3,6 м.

– У бізнес-центрі розташовані 8 високошвидкісних ліфтів ThyssenKrupp Elevator (швидкість 4 м/с, вантажопідйомність — 1000 кг)

– У ТРЦ знаходяться 20 ліфтів (4 панорамні і 16 звичайних), в розважальному центрі 10 ескалаторів. Інженерні сітки: автономна котельня, аварійний дизельний генератор і три трансформаторні підстанції. Будівлю обладнано системами кондиціонування, тепло- та водопостачання.

– Підземний 3-рівневий паркінг на 600 машиномісць, а також надземний паркінг на 150 машиномісць.

*Висновок:* Прочитавши свою доповідь можу зазначити, що в часи УРСР в тому ще 1926 році, інженери створювали цікаві проекти багатоповерхових споруд. В яких на мій погляд міцний фундамент, вистояний роками, та різні архітектурні проєкти які на той час важко було це все креслити. Архітектори проводили за кресленням тижні а той місяці. На сьогодні за допомогою комп'ютерних різних програм можна створювати будь які проекти споруд швидше, та переглядати їх в 3D візуалізації.

З сучасним сьогоднішнім побудовані висотні старі споруди можна з легкістю реставрувати та вдосконалювати, ( утеплювання фасадів, заміна вікон, покрівельні роботи, і т.п.).

Нова сучасність звісно яскравіше, це інноваційні інженерні рішення потреб сьогоднішнього. В сучасних спорудах мають бути підземні паркінги, комфортні ліфти ( пасажирський та вантажний поруч), магазини і т.і.

**УДК 624.131: 624.15**

## **КОНСТРУЮВАННЯ ФУНДАМЕНТІВ ПРИВАТНИХ КОТЕДЖІВ**

**Шептун С.Ю. к.т.н., ст. викладач; Воробйов В.С. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Фундамент є найважливішою частиною будь-якого будівельного об'єкту. Вибір фундаменту залежить від масивності споруди, міцності ґрунтів та рельєфу. Розглянуто основні вимоги до вибору конструкції фундаментів.*

Фундамент є основою будь-якої будови. Від правильного вибору типу фундаменту залежить довговічність, безпека та комфорт у новозбудованому будинку.

Під час будівництва приватного будинку найбільш поширені такі види фундаментів:

1) Стрічковий фундамент підходить для будинків невеликого розміру на відносно міцних ґрунтах. В місцях зі слабкими глинистими ґрунтами часто потрібне значне заглиблення, що збільшує вартість.

2) Палевий фундамент - оптимальне рішення для пучинистих, заторфованих та водонасичених ґрунтів. Палі заглиблюються в міцні шари нижче, забезпечуючи надійність.

3) Монолітна плита актуальна при будівництві великих будинків та котеджів з високими навантаженнями на ґрунт. Поступово розподіляє вагу по всій площі.

4) Ребрита плита є монолітною основою з ребрами жорсткості. Економічніший варіант плитного фундаменту для середньостатистичних будинків.

5) Стовпчастий фундамент рідко застосовується через недостатню несучу здатність. Можливий для легких будівель.

6) Гвинтові палі - простий та швидкий метод фундаментних робіт. Проте їхня несуча здатність обмежена, що обмежує сферу застосування.

Остаточний вибір визначається інженерно-геологічними дослідженнями на конкретній ділянці.

Вартість цих видів варіюється від 2100 до 4600 грн/м<sup>2</sup>, виходячи з матеріалів і складності конструкції, що використовуються. При виборі слід враховувати не лише вартість, а й відповідність типу фундаменту характеристикам ділянки та вимогам до майбутнього будинку.

Для наочного порівняння вартості розглянемо варіанти фундаментів для будинку в Київській області в 2024 році (табл. 1).

З таблиці видно, що найбільш бюджетним варіантом є стрічковий фундамент, а найдорожчим - плитний фундамент із монолітного залізобетону. Вартість монолітно-збірних систем сильно варіюється в залежності від матеріалів, що використовуються.

Таблиця 1 – Вартість зведення 1 м<sup>2</sup> фундаменту

Вигляд фундаменту	Ціна (грн/м <sup>2</sup> )
Стрічковий фундамент	2000
Ребрита плита	2500
Ребрита плита на заливних палях глибиною до 2м	2600
Фундамент на палях ТІСЕ	2900
Плитний фундамент	3500
Ребрита плита на забивних палях	3100
Монолітно-збірний фундамент (з ФБС блоків)	2500
Т-подібний фундамент	3000

Таким чином, вибір оптимального за ціною варіанта безпосередньо залежить від характеристик ґрунтів та конструктивних особливостей проекту. Подані ціни є орієнтовними середніми показниками. Для отримання точного кошторису необхідне детальне опрацювання ділянки та проектної документації.

На вибір типу фундаменту впливають наступні умови:

1) Ґрунтові умови – слабкі ґрунти вимагають застосування пальових, плитних або стрічкових фундаментів із серйозним заглибленням, щоб досягти несучих шарів.

2) Клімат регіону – від глибини промерзання ґрунту залежить нормативна глибина закладення фундаменту, що складає 1,2-1,5 м залежно від типу ґрунтів.

3) Тип матеріалів – при будівництві з цегли, важких блоків або бетону навантаження вище, ніж при використанні легких каркасних або брускових систем.

4) Параметри будинку – чим більша будівля, вища поверховість і складніша конфігурація, тим потужнішим має бути фундамент.

5) Рельєф місцевості – при проектуванні конструкції фундаменту необхідно враховувати перепади висот, особливо на схилах ярів.

Окрім цього, потрібно оцінювати близькість ґрунтових вод, ризик зсувів, заплановані навантаження. Комплексний аналіз усіх факторів дозволить знайти ідеальне рішення.

### **Список літератури**

1. Бойко І.П. Вплив послідовності зведення суміжних секцій висотного будинку на перерозподіл зусиль у пальових фундаментах / І.П. Бойко, В.С. Носенко // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во). – Вип. 4(34). – Т.1 – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С.54 – 60.
2. Бойко І.П. Моделювання нелінійного деформування ґрунтів основи з урахуванням структурної міцності в умовах прибудови / І.П. Бойко, В.О. Сахаров // Будівельні конструкції: Міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 61., Т. 1. – К.: НДІБК, 2004. – С. 27 – 32.
3. Винников Ю.Л. До інтерпретації результатів різношвидкісних компресійних випробувань глинистих ґрунтів при підвищеному тискові / Ю.Л. Винников, О.М. Харчук // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во / Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Вип. 2. – ПолтДТУ, 1998. – С. 61 – 69.
4. Винников Ю.Л. До математичного моделювання взаємодії з ґрунтом клиноподібних пальових анкерів з виступами / Ю.Л. Винников, С.В. Хазін // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Вип. 8. – Рівне: РДТУ, 2002. – С. 72 – 79.
5. Голубков В.Н. Питання дослідження пальових фундаментів і проектування по деформаціях / В.Н. Голубков. – Одеса: ОДАБА, 2009. – 42 с.

**УДК 692**

## **ARCHICAD ПЕРШІ ВРАЖЕННЯ, ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ ПРИ КОРИСТУВАННІ**

**Гречка Ю. П. студент, Марченко М.В. к.т.н., доц**

*Державний біотехнологічний університет*

В статті розглянуте питання аналізу можливостей та переваг при роботі у

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 програмі ArchiCAD.

ArchiCAD- одна з найпопулярніших програм для проектування будівель і споруд. В основі її роботи лежить технологія інформаційного моделювання будівлі (Building Information Modelling, скор. BIM) Дана технологія передбачає створення цифрової копії проєктованого будинку, з якої можна отримати будь-яку інформацію про нього, починаючи від ортогональних креслень і тривимірних зображень, закінчуючи кошторисами на матеріали і звітами про енергоефективність будівлі.

Головна перевага технологій, використаних в Архікад, полягає в колосальній економії часу на випуск проєктної документації. Створення і правка проєктів відрізняються швидкістю і зручністю завдяки значній бібліотеці елементів, а також можливості моментально перебудувувати будівлю в зв'язку з внесеними змінами.

На мій погляд наявність дублювання функцій на панелі інструментів , і вирішення поставлених завдань декількома шляхами є дуже зручним кроком у продукті розробників.

Архікад володіє просунутою функцією, за допомогою якої можна оцінити теплотехнічні проєктні рішення відповідно до параметрів місцевого клімату. Економія тепла, як всім відомо приводить до економії коштів ,тому ця функція є на мій погляд дуже важливою У відповідних вікнах вибираються режими експлуатації приміщень, кліматичні дані, інформація про навколишнє середовище. Аналіз енергоефективності моделі наводиться в звіт, в якому вказуються теплотехнічні характеристики конструкцій, обсяг енергоспоживання і баланс енергії.

В Archicad створюються повноцінні розрізи і фасади для проєктної документації. Крім нанесення розмірів, ліній-виносок, відміток рівнів та інших обов'язкових елементів таких креслень, програма пропонує урізноманітнити креслення нанесенням тіней, контурів, різним відображенням текстур і матеріалів. У креслення можна також поміщати фігурки людей для наочності і розуміння масштабу.

У програмі, на етапі ознайомлення і практичного освоювання великих недоліків для себе поки не визначив. Крім одного: це вимоги до тех характеристик комп'ютеру.

ArchiCAD-дає змогу робити наше життя простим і конструктивним.

### **Список використаних джерел:**

- 1 <https://daad.org.ua/7072-zavantazhiti-programu-archicad-205011-bezkoshtovno.html>
- 2 <https://graphisoft.com.ua/uk/produkty/archicad-24/>
- 3 <https://er.nau.edu.ua/bitstream/NAU/30571/5/1.pdf>

## АНАЛІЗ РОБОТИ У 3D ПРОГРАМІ ARCHICAD

**Костюк Андрій студент, Марченко М.В. к.т.н., доц**

*Державний біотехнологічний університет*

*В статті розглянуте питання аналізу роботи у 3D програмі ARCHICAD, основні можливості та переваги.*

3D моделювання в архітектурі стає все більш важливим завдяки можливості створювати комплексні моделі будівель. ArchiCAD — популярне ВІМ-програмне забезпечення, яке поєднує процес проектування, візуалізації та управління документацією. Робота в 3D-програмах, таких як ArchiCAD, надає архітекторам та дизайнерам потужні інструменти для створення реалістичних моделей, але має свої плюси та мінуси, на які варто звернути увагу.

Основні моменти :

1. Інтуїтивний інтерфейс та функціональність: ArchiCAD пропонує зручний та логічний інтерфейс, що полегшує освоєння програми, особливо для новачків. Функціональні інструменти для 3D-моделювання та деталізації проектних елементів сподобалися тим, що дозволяють працювати з високою точністю та контролем над проектом.

2. Широкі можливості візуалізації: Програма вражає якістю візуалізації, що дозволяє архітекторам створювати реалістичні уявлення своїх проектів. Це допомагає краще донести ідеї до клієнта. Сподобалося, що можна легко додавати текстури, освітлення та налаштовувати вигляд об'єктів під різними кутами.

3. Проблеми з продуктивністю: Однак під час роботи з великими проектами помітні проблеми з продуктивністю. В ArchiCAD часто виникають затримки та зависання під час роботи з деталізованими моделями, що може уповільнити процес проектування.

4. Складність налаштувань та сумісність: На практиці налаштування деяких параметрів та шарів може бути трудомістким, що не завжди зручне за обмеженого часу. Крім того, бувають труднощі із перенесенням даних між ArchiCAD та іншими програмами, що іноді обмежує можливості інтеграції з іншими платформами.

5. Можливості для командної роботи: Сподобалося, що ArchiCAD підтримує командну роботу та дозволяє кільком учасникам одночасно вносити зміни до проекту. Це особливо корисно для великих команд, де потрібна спільна робота.

6. Продуктивність: Важливо, що під час роботи з великими проектами ArchiCAD може уповільнюватися, особливо у менш потужних комп'ютерах. Це обмеження може ускладнити роботу, якщо проект потребує високої деталізації.

### **Висновок.**

Таким чином, ArchiCAD – це ефективний інструмент для створення 3D-проектів, але його недоліки щодо продуктивності та інтеграції з іншими програмами можуть вплинути на процес роботи.



### **Список використаних джерел:**

1. Моя освіта. ArchiCAD :переваги та недоліки. URL: <https://moyaosvita.com.ua/informatuka/archicad-perevagi-ta-nedoliki/>
2. Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності. Порівняльний аналіз деяких сучасних CAD систем. URL: <https://jagegip.kpi.ua/article/view/282153>
3. Використання програмного комплексу “Archicad” для моделювання енергетичних параметрів конструкцій стін. url : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8377/6989>

### **УДК 628.8**

## **ПРОБЛЕМА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ СТАРИХ ЗАБУДОВ ТА ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ТЕПЛОЗБЕРЕЖЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ЗАБУДОВНИКІВ ТА МЕШКАНЦІВ**

**Кучерявий М.В., студент, Марченко М.В. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В статті розглянуто проблему енергозбереження в житлових будівлях. Окрему увагу приділено способам та порадам, щодо уникнення непотрібних витрат теплоенергії будівель.*

В сучасному будівництві все більше уваги починають приділяти енергозбереженню в житлових будівлях. Ця тема стає актуальною в першу чергу через можливість мешканців значно знизити витрати тепло- та електроенергії, що дає можливість знизити загальні витрати на проживання. Окрім цього, держава та світ у цілому також зацікавлені в зниженні витрат, тому що виробництво теплоенергії несе за собою шкоду навколишньому середовищу шляхом шкідливих викидів у атмосферу. Отже, сучасне будівництво акцентує увагу на виключенні перевитрат тепла, і завдяки цьому сучасні будівлі зможуть давати достатньо тепла, використовуючи значно менше ресурсів. Нижче будуть наведені деякі приклади того, як забудовник може підвищити енергозбереження будівлі, та поради щодо уникнення мешканцями непотрібних витрат теплоенергії.

### **Тепловитрати огорожувальних конструкцій.**

В житлі з центральним опаленням та гарячим водопостачанням витрати теплоенергії виглядають так:

- втрати через не утеплені вікна і двері 40%;
- втрати через шибки 15%;
- втрати через стіни 35%;
- втрати через стелі й підлоги 10%.

Знаючи ці данні, можна акцентувати свою увагу на утеплення, в першу чергу, найбільш витрачаючих теплоенергію елементів споруд.

### **Заходи для зниження тепловтрат огорожувальних конструкцій**

Розглянемо основні заходи, які можуть значно покращити

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
тепозбереження в житловій будівлі. Виходячи з наведеної вище статистики, зрозуміло, що в першу чергу слід звернути увагу на утеплення вікон та дверей:

- встановлення металопластикових вікон з подвійним або потрійним скляним шаром;
- при встановленні дерев'яних вікон необхідно додатково герметизувати щілини;
- скління балконів та лоджій;
- встановлення додаткових тамбурів між під'їздом та вхідними дверима;
- утеплення вхідних дверей.

Також, окрему увагу потрібно приділити стінам будівлі, які повинні бути утеплені. Наразі стіни можна утеплювати багатьма різними матеріалами, більшість з яких є екологічно чистими. Найпопулярнішими матеріалами є скловата, мінеральна вата, пінопласт та пенополіуретан. В старих будівлях мешканці не можуть самостійно контролювати тепловитрати на обігрівання оселі, але для збереження вже отриманого тепла, утеплення стін може бути гарним рішенням, та окрім цього, в більшості випадків, можна буде обійтись без додаткових джерел опалення (обігрівачі), а це вже напряму вплине на зниження використання ресурсу.

В нових же будівлях важливим аспектом має бути система опалення з можливістю контролю. Це дає можливість самостійно регулювати необхідну кількість тепла у кожній кімнаті, та не залежати від централізованого опалення. Використання такої системи значно знизить використання теплоенергії в житлових будівлях, тому що кімнати не будуть опалюватись тоді, коли вони не використовуються, наприклад, під час відсутності мешканців або вночі.

#### **Заходи для підвищення ефективності опалювальних приладів:**

Опалювальні прилади повинні розташовуватися під вікнами, найкраще по всій ширині вікна - це дозволить уникнути протягів, потоків холодного повітря від вікна.

Опалювальний прилад слід підняти над підлогою мінімум на 6 см - це необхідно для прибирання пилу, однак занадто високо піднімати його не слід, інакше в зоні під приладом виникне холодна зона.

Між верхньою частиною приладу і нависаючим підвіконням необхідно залишити достатній простір, щоб забезпечити нормальну циркуляцію підігрітого повітря. Тим більше, не слід розташовувати опалювальні прилади, особливо конвектори, в глибоких нішах. Не слід закривати опалювальні прилади декоративними екранами, вони досить істотно погіршують тепловіддачу.

На стіну за батареями центрального опалення можна наклеїти спеціальні екрани, що відбивають тепло, і які будуть сприяти тому, щоб воно йшло на обігрів кімнати, а не частини стіни в безпосередній близькості від батареї.

#### **Висновок:**

Хоча сучасні забудовники починають брати до уваги заходи з енегозбереження при будівництві, проблема перевитрат ресурсів на опалення залишається великою і знадобляться роки, щоб зміни стали помітні. Технології сучасності пропонують дуже великий спектр рішень з енергозбереження, і ці технології продовжують надалі розвиватися і пропонувати нові та покращені

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 варіанти, що з кожним роком наближують нас до раціонального використання теплоресурсів. Також кожен повинен розуміти, що ця проблема стосується не лише великих будівельних компаній та теплопостачальників, а й мешканців, які можуть виконати декілька з наведених порад, які допоможуть не тільки зекономити власні кошти, а й вплинути на ситуацію екології в цілому.

### **Список використаних джерел**

1. Офіційний сайт Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житловокомунального господарства України. Електронний ресурс. Режим доступу. - <http://minregion.gov.ua>
2. Проекти з енергоефективності в Україні. Energy Efficiency Projects in Ukraine. Електронний ресурс. Режим доступу. - <http://www.eeib.org.ua>
3. Підвищення енергоефективності житлових будівель Мелконова І.В., Романченко Ю.А.

### **УДК 628.8**

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У БУДІВНИЦТВІ**

**Спіра Д.М., студентка, Марченко М.В. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В статті розглянута проблема енергоефективності будівель та мінімізація тепловтрат. Розглядаються сучасні матеріали та особливості проектування енергоефективних будівель.*

Що таке енергоефективність? Енергоефективність – ефективне використання енергетичних запасів. Це застосування меншої кількості енергії для підтримання того ж рівня енергетичного забезпечення будівель.

На відміну від енергозбереження, головним чином спрямованого на зменшення енергоспоживання, енергоефективність є доцільним витрачанням енергії. Енергоефективність веде до скорочення комунальних витрат; для країни – заощадження ресурсів, підвищення продуктивності промисловості та конкурентоздатності, будівництво стає дешевшим та екологічнішим. Також енергоефективність дає багато корисного для довкілля – суттєво зменшується кількість шкідливих викидів в атмосферу.

Поширення енергоефективності. Для сучасного комунального господарства енергозбереження це найпрогресивніший шлях подальшого розвитку, тому що сучасна економіка в епоху високого рівня конкуренції не може дозволити такого високого рівня енергоемності як в промисловому секторі, так і в комунальному господарстві. Стандарти енергоемності 20 століття сьогодні є шляхом до банкрутства та дефіциту домашнього бюджету, тому сьогодні енергоефективність є необхідним механізмом виживання кожного окремого домогосподарства.

Покращення енергоефективності досягається шляхом прийняття ефективнішої технології або виробничого процесу, або шляхом застосування

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 загальноприйнятих способів для зменшення втрат енергії. Ізоляція будинку дозволяє використовувати менше енергії на опалення та охолодження для досягнення і підтримки затишної температури у будівлі. Встановлення світлодіодного освітлення або великих вікон зменшує кількість енергії, потрібної для досягнення такого ж рівня освітленості, порівняно зі звичайними лампами розжарювання.

Існує багато мотивів для підвищення енергоефективності. Зменшення споживання енергії знижує витрати на енергію і призводить до заощадження коштів для споживачів. Також зменшення споживання енергії розглядається як вирішення питання скорочення викидів парникових газів. Згідно даним Міжнародної енергетичної агенції, підвищення енергоефективності будівель, промислових процесів та транспорту може скоротити енергетичні потреби світу до 2050 року на третину і допомогти контролювати викиди парникових газів.

Мінімальні вимоги до енергетичної ефективності – це сукупність вимог до огорожувальних конструкцій будівлі, інженерних систем та їх елементів, результатом дотримання яких є забезпечення належних умов та життєдіяльності людей у такій будівлі протягом нормативного строку експлуатації будівлі при нормативно допустимому рівні витрат енергії. Законодавче визначення мінімальних вимог до енергетичної ефективності є важливим кроком для подальшого підвищення енергоефективності комунального сектору України.

Особливості проектування енергоефективної будівлі. Під час проектування енергоефективної будівлі дотримуються кількох основоположних архітектурних і будівельних принципів підвищення енергоефективності:

- Оптимізація будівельних форм будівлі з урахуванням можливого впливу вітру;

- Оптимальне розташування будівлі відносно сонця, що дає можливість максимально використовувати сонячну радіацію;

- Збільшення термічного опору огорожуючих конструкцій будівлі до технічно можливого максимального рівня;

  - Зведення до мінімуму кількості теплової провідності;

  - Забезпечення необхідної повітряної щільності конструкції будівлі;

- Підвищення термічного опору світлопрозорих огорожувальних конструкцій до технічно можливого максимального рівня;

- Створення систем вентиляції для подачі свіжого повітря та видалення відпрацьованого, розподілу тепла в приміщенні і організація регенерації тепла вентиляційного повітря.

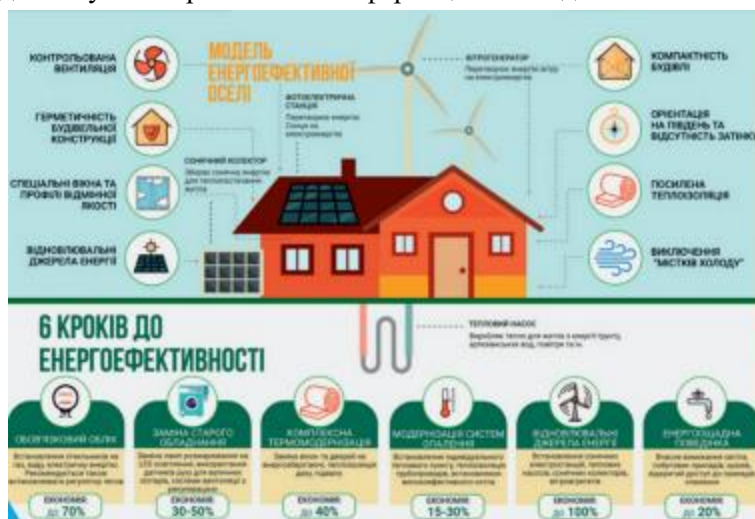


Рис.1. Модель енергоефективної оселі

Сучасні матеріали для енергоефективних будівель. Сендвіч панелі – сучасні будівельні елементи, що дають нові технологічні та творчі можливості. Їх структура складається з двох шарів обшивки і внутрішнього утеплювача, прокладеного між ними. Основні переваги це високі показники тепло- та звукоізоляції, екологічність, економія матеріальних та часових витрат, не схильні до дії вологи, не промерзають, володіють стійкістю до корозії.

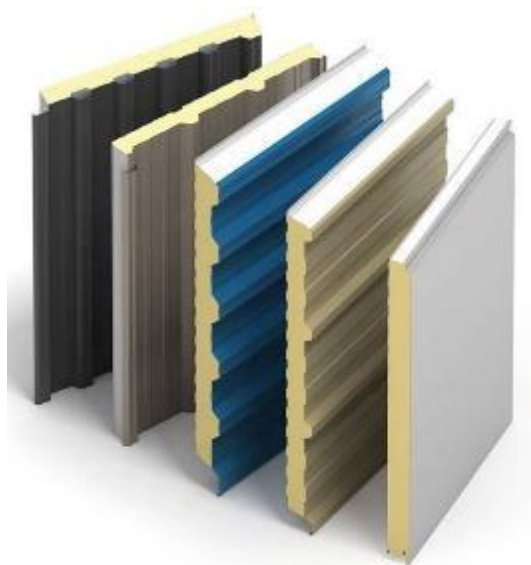


Рис.2. Сендвіч панелі

Фасадні термопанелі – один з небагатьох видів зовнішньої обробки стін та фасаду, який дозволяє мінімізувати витрати на прогрів будинку. Складаються з теплоізоляційного матеріалу, декоративного шару з різних матеріалів і клейового складу.



Рис.3. Фасадні термопанелі

Керамічні термоблоки – сучасний стіновий матеріал. Високі міцності характеристики дозволяють їх використовувати для висотного будівництва, натуральна сировина забезпечує екологічність та вогнетривкість, пористість – високі звуко- та теплоізоляційні показники.



Рис.4. Керамічний термоблок

#### Список використаних джерел:

1. Енергоефективність у будівництві: від А до Я, Пруденко Н.К. [https://www.sgpinfo.org.ua/sites/default/files/pdf/buklet\\_energoefekt\\_bud3\\_compressed\\_1.pdf](https://www.sgpinfo.org.ua/sites/default/files/pdf/buklet_energoefekt_bud3_compressed_1.pdf)
2. Сендвіч панелі. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5-%D0%BD%D0%B4%D0%B2%D1%96%D1%87-%D0%BF%D0%B0%D0%BD-%D0%B5%D0%BB%D1%96>
3. Фасадні термопанелі. <https://termopaneli.com.ua/ua/chto-takoe-termopaneli-princip-i-realizaciya.html>
4. Керамічні термоблоки. <https://teplokeram.com.ua/materials/>

## СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ. СПОСОБИ ЗАОЩАДЖЕННЯ ЕНЕРГІЇ ПРИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ

Халенко А.С., студентка Марченко М.В. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*В статті розглянута проблема актуальних тенденцій у галузі вентиляційних систем. Окрема увага приділяється інноваційним технологіям та рішенням у питанні енергозбереження, а також аналізу перспективи розвитку вентиляційних систем.*

Системи вентиляції є невід'ємною частиною сучасного будівництва, забезпечуючи житлові приміщення необхідним повітрообміном для підтримання комфортного мікроклімату та санітарно-гігієнічних умов. З огляду на глобальні екологічні проблеми та енергетичну кризу, важливою задачею стає розробка та впровадження технологій, які б дозволяли оптимізувати енергоспоживання при експлуатації вентиляційних систем. У цьому контексті, сучасні технології вентиляції націлені на досягнення високої ефективності, зменшення енергетичних витрат та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище.

### Сучасні технології в системах вентиляції

Основними вимогами до систем вентиляції є ефективність, енергоощадність і мінімізація втрат енергії. Сучасні вентиляційні системи включають кілька основних типів, кожен з яких використовує інноваційні технології для покращення роботи та заощадження енергії:

- **Механічна вентиляція з рекуперацією тепла (HRV/ERV):** Системи з рекуперацією тепла є одними з найбільш ефективних на ринку. Вони здатні передавати тепло від відпрацьованого повітря до припливного, що дозволяє знизити потребу в обігріві або охолодженні. Системи HRV (Вентиляція з рекуперацією тепла) використовують тепло для обігріву свіжого повітря, а ERV (Вентиляція з рекуперацією енергії) також може регулювати вологість, що робить їх більш універсальними в умовах різних кліматичних зон.

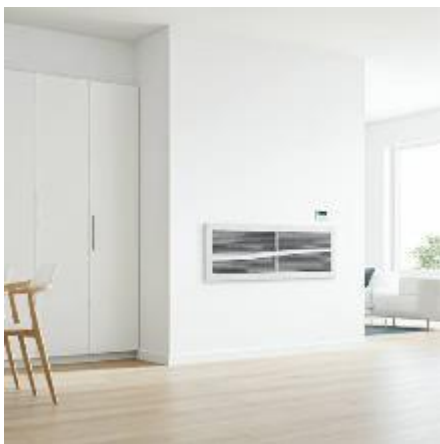


Рис1.



Рис 2.

- **Вентиляція з використанням датчиків CO<sub>2</sub>:** Використання датчиків CO<sub>2</sub> дозволяє автоматично регулювати інтенсивність вентиляції залежно від кількості людей у приміщенні та рівня забруднення повітря. Такий підхід дозволяє значно заощаджувати енергію, оскільки вентилятори працюють лише в разі потреби.



Рис.3

- **Інтелектуальні системи управління вентиляцією:** Завдяки впровадженню сучасних систем автоматизації, таких як "розумні будинки", можливе інтегрування вентиляційних установок із системами контролю температури, вологості та якості повітря. Це дозволяє створити максимально комфортні умови для проживання при мінімальних енергетичних витратах.

- **Вентиляція з рекуперацією тепла на основі сорбційних матеріалів:** Сучасні дослідження вказують на перспективи застосування сорбційних матеріалів, які здатні накопичувати тепло і потім передавати його в припливний потік повітря, зменшуючи споживання енергії на обігрів.

#### **Способи заощадження енергії при вентиляції житлових будинків**

Одним з основних завдань є зниження енергоспоживання без шкоди для комфорту та якості повітря в приміщенні. Існують кілька ключових способів заощадження енергії при вентиляції житлових будинків:

- **Рекуперація тепла та холоду:** Рекуператори дозволяють використовувати тепло від витяжного повітря для підігріву припливного. Це дає можливість скоротити потребу в додатковому опаленні або охолодженні повітря, що суттєво знижує витрати енергії. Системи рекуперації можуть бути повітряними або водяними, залежно від типу будівлі та специфікацій.

- **Інтелектуальні системи управління:** Використання сенсорів, термостатів та автоматичних систем управління дозволяє ефективно налаштовувати роботу вентиляції. Наприклад, датчики температури і вологості можуть автоматично коригувати інтенсивність вентиляції, підтримуючи комфортні умови без зайвих енергетичних витрат.

- **Герметичність будівлі та контроль за повітряними витоками:** Один з важливих аспектів енергоефективності вентиляційних систем – це забезпечення герметичності будівлі. Якщо будинок має погану ізоляцію або витоки через вікна, двері чи стіни, вентиляційна система буде працювати з більшими



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 витратами енергії. Використання утеплених вікон, дверей та якісних матеріалів для стін зменшує потребу в додатковій вентиляції і знижує енергетичні втрати.

- **Збалансована природна вентиляція:** Використання природних факторів для вентиляції, таких як перехресний потік повітря або розташування вікон для створення природних потоків повітря, є ще одним способом зменшення енергоспоживання. Такий метод особливо ефективний у поєднанні з іншими вентиляційними технологіями, як-от рекуператори або системи з контролем CO<sub>2</sub>.

- **Мікроклімат та зони з різним рівнем вентиляції:** В залежності від призначення приміщень, вентиляція може бути зональною. Наприклад, для ванної кімнати або кухні можна встановлювати окремі витяжні системи з додатковими фільтрами. Це дозволяє уникнути надмірної вентиляції в інших частинах будинку, зменшуючи таким чином енергетичні витрати.

### **Перспективи розвитку та проблеми**

Попри значні досягнення в технологіях вентиляції, є й певні проблеми, які потребують подальших розробок. Однією з головних проблем є висока вартість інноваційних вентиляційних систем, що робить їх недоступними для широкого загалу. Крім того, важливо вирішити питання енергоефективності в умовах кліматичних змін, що вимагає адаптації технологій до нових умов середовища.

В майбутньому можна очікувати подальше вдосконалення вентиляційних систем завдяки розвитку інтегрованих технологій, які поєднують вентиляцію з іншими системами будинку, наприклад, з системами опалення або кондиціонування.

### **Висновки**

Сучасні технології в системах вентиляції пропонують ефективні рішення для забезпечення комфортного мікроклімату в житлових будинках із мінімальними енергетичними витратами. Впровадження рекуперації тепла, інтелектуальних систем управління, герметичності будівель та інших інновацій сприяє значному зниженню енергоспоживання та підвищенню ефективності вентиляційних систем. Однак для досягнення максимальних результатів важливим є поєднання технологічних нововведень з екологічно чистими та енергоефективними будівельними матеріалами.

### **Список використаних джерел**

1. Ваш майстер. 5 ключових аспектів вибору вентиляції для дому. (вересень 2024р) Режим: <https://vash-master.com.ua/5-osnovnix-aspektiv-viboru-ventilyatsijnoi-sistemi-dlya-komfortnogo-prozhivannya/>
2. «Система створення мікроклімату для типового житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії» - ВНТУ. - 2020. Режим: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/32008>
3. ОДАБА «Сучасний стан та перспективи розвитку вентиляції, опалення та теплопостачання», 2022 р. Режим: [https://odaba.edu.ua/upload/files/192\\_BtaTSIdf\\_Suchasniy\\_stan\\_ta\\_perspektiva\\_rozvitku\\_ventilyatsii,\\_opalennya\\_ta\\_teplogazopostachannya.pdf](https://odaba.edu.ua/upload/files/192_BtaTSIdf_Suchasniy_stan_ta_perspektiva_rozvitku_ventilyatsii,_opalennya_ta_teplogazopostachannya.pdf)

## ГАЗОДОБУВНА ПЛАТФОРМА УНІКАЛЬНА МОРСЬКА "TROLL-A"

Гречка Ю.П. студент. Петров А.М. к.т.н ,д.т.н

*Державний біотехнологічний університет*

*Ознайомлення с технологіями будівництва газодобувної платформи на прикладі:Газодобувної платформи „Troll-A”*

Платформа «Troll-A» встановлена за 174 морські милі від західного узбережжя Норвегії на найбільшому в Європі шельфовому родовищі газу. Запаси цього родовища оцінюються у 1,3 млрд куб. м, що становить 60% від усіх газових ресурсів норвезького континентального шельфу. Ресурс платформи розрахований на 70 років безперервної роботи. Цього часу залишено освоєння потенціалу газового родовища. Платформа укріплена на морському дні і здатна витримати всі випробування, яким її може піддати Північне море. Платформа як інженерна споруда складається з двох основних компонентів:

1. Гравітаційна основа з бетону (ніжка гриба, на яку спирається бурова-видобувна платформа), 370 метрів заввишки.

2. Верхні будівлі (власне, сама платформа, капелюшок цього гриба, де й розміщуються механізми та люди)



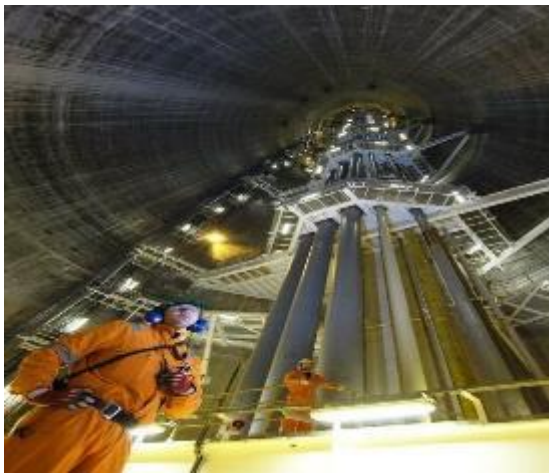
Платформа "Troll Oil Platform" була побудована в Норвегії для Shell Norske в липні 1991. Основа та верхня будова були побудовані окремо. Їхнє об'єднання відбулося лише в 1995 році, тоді як основа (бетонні циліндричні опори) були вже частково занурені. На освоєння газового родовища Troll пішло 5 мільярдів доларів. Спорудження заснування платформи почалося у липні 1991 року і закінчилося у грудні 1994 року. Вартість будівництва гравітаційної основи склала 500 млн доларів. За п'ять років будівництва було прокладено два трубопроводи діаметром 91 см для транспортування видобутого газу, побудовано саму платформу, на яку пішло близько 1,7 млрд доларів, і побудовано газопереробний завод у Колснесі на норвезькому узбережжі. Основна частина конструкції платформи Troll-A – це бетонна гравітаційна основа, на якій тримається платформа. Воно має висоту 369 м та важить 656 тис. тонн.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
Сама платформа разом із буровим обладнанням та приміщеннями для персоналу важить лише 22,5 тис. тонн. Нижню частину бетонної основи було виготовлено в сухому доці в Ставангері в Норвегії. Вона складається з 19 залізобетонних циліндрів заввишки 40 м, які виготовляли одразу разом. Потім цю масивну конструкцію спустили у води найближчого фіорду і прилаштували до неї зверху величезні порожнисті «опори-ноги» з бетону.

З моря виступають чотири циклопічні бетонні опори. Бурова палуба і вся надбудова платформи лежать на чотирьох масивних бетонних опорах, що йдуть вниз, до морського дна на глибину 300 метрів. Основа платформи виконана з 19-ти збірних бетонних блоків, виготовлених на суші. Підставу відбуксировали на канатах і затопили у глибокому фіорді, де до них приєднали чотири високі опори.

Повна висота кожної опори 369 метрів перевищує висоту Ейфелевої вежі. До речі, в кожній з них є ліфт, підйом якого займає 9 хвилин. Стіни циліндричних ніг мають товщину понад 1 метр. При спорудженні цих високих опор застосовувався метод опалубки, що ковзає. На той момент це було відносно нове досягнення в будівництві бетонних конструкцій, що використовує опалубку (форму), яку після заливання бетону в неї повільно переміщують за допомогою гідравлічних домкратів. Спочатку опалубку заповнюють бетоном і залишають на деякий час, щоб він почав тверднути. Потім кожні десять хвилин форму повільно рухають на кілька сантиметрів, постійно додаючи в неї бетон. На той час, коли бетон показується з-під нижнього краю опалубки, він вже досить твердне, щоб витримати навантаження, що йде на нього зверху. Для заснування платформи використано 245 тис. куб. м бетону. Верхню будову розміром 170 x 51 м за допомогою барж розмістили над основою, яку, у свою чергу, опустили вниз так, щоб над водою залишалася тільки його частина висотою 6,5 м. Коли верхня частина платформи була встановлена в потрібному положенні з порожнистих камер всередині опорних "ніг" поступово відкачали воду, і верхня будова піднялася над водою на висоту 30 м. Коли всі роботи зі встановлення верхньої будівлі завершилися, платформа була готова до буксирования на газове родовище. 10 найбільших у світі буксирних суден подолали 278 км разом із платформою за тиждень. Незважаючи на те, що конструкція дуже масивна, її тонкі опори чинять відносно невеликий опір морським хвиль і течій. Коли платформа прибула на місце, циліндри фундаменту поступово заповнили водою, щоб конструкція опустилася спочатку на дно моря, а потім заглибилася на 36 м для більшої стійкості. До чотирьох циліндричних бетонних ніг приєднується «Акорд» (залізобетонна коробка, що зв'язує ноги, яка також має функцію демпфування небажаних потенційно руйнівних резонансних коливань ноги). Кожна циліндрична нога складається з більш ніж 40 незалежних водонепроникних відсіків. Спеціальні якір, заглиблені в морське дно, утримують платформу «Troll-A» на місці. Це — найвища споруда, яка будь-коли переміщалася щодо поверхні Землі, і є однією з найвищих і найскладніших технічних проектів в історії. У 1996 платформа встановила Світовий рекорд (книги рекордів Guinness) як найбільшу офшорну газову платформу. Подібна морська платформа є справжнім хімічним заводом, і оскільки це промислове підприємство тут не обійтися без комплекту захисного одягу. Внизу завод із

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 видобутку газу, а трохи далі завод із його переробки, посередині бурова вежа. На цій новій платформі ще не відкриті всі виробничі свердловини, зрештою, їх буде 39. Подолавши відстань до морського дна, бури занурюються в нього на глибину півтора кілометра. Свердловини розташовані у радіусі півкілометра навколо платформи. Бурильні стволи висять як одяг у гардеробі та завжди готові до використання. У середньому для буріння кожної свердловини потрібний місяць. Однак насамперед нас цікавить не це, а що робить всю конструкцію стійкою. Подорож на морське дно можна здійснити на ліфті, що ходить усередині однієї з гігантських опор. Коли вас з усіх боків оточує море, виникає відчуття, що ви на іншій планеті. На суші ми теж бачимо високі будівлі, гігантські тунелі та інші гігантські споруди, але в оточенні моря масштаб цього досягнення інженерної думки сприймається як справді екстраординарний.



Тиск товщі морської води за стіною в 30 разів перевершує тиск усередині конструкції біля морського дна і здавалося б роздавати опору. Причина, через яку цього не відбувається у поєднанні міцності важкого залізобетону та циліндричної форми опори. Така форма найкраще підходить для опору тиску такого роду. Саме тому таку ж форму має корпус підводного човна та фюзеляж літака. Біля самої основи платформи трубопроводи огинають кут і, проходячи морським дном,

доставляють газ до Норвегії за 60 кілометрів від цього місця. А внизу бетонна підлога, а під ним морський мул, платформа глибоко йде в морське дно. Це нагадує перевернуті кавові чашки, їх дев'ятнадцять, кожна глибоко втиснута в морський мул. Уявіть собі перекинутий кухоль, вдавнений в бруд, коли ви намагатиметеся витягти його від туди, то сила всмоктування міцно утримуватиме чашку на місці. такий принцип фіксації основи конструкції. Газове родовище Troll займає 750 кв. км. Поклади сировини розташовані на глибині до 1,4 км нижче за рівень моря. Бетону, використаного для спорудження гравітаційної основи платформи, вистачило б на фундаменти для 215 тис. звичайних житлових будинків. На будівництво платформи використано 100 тис. тонн сталі. Відстань від найвищої точки платформи «Troll-A» до основи, зануреної на 36 м углиб морського дна, становить 472 м.

**Висновок:** Саме такі споруди, як гігантська платформа Тролль і інші схожі, та прогрес інженерної думки, що стоїть за всім цим, дають впевненість, ми можемо жити та працювати у будь-якій точці моря, за будь-яких умов. Йдеться зараз не так про те, як людині сховатися від моря, але як співіснувати з ним на узбережжі та у відкритих водах.

#### **Список використаних джерел:**

1. <https://datis-inc.com/blog/troll-a-platform/>
2. [https://vue.gov.ua/Бурова\\_платформа](https://vue.gov.ua/Бурова_платформа)

## СТРАТЕГІЇ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В БУДІВЕЛЬНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

**Хмельниченко Н.В. здобувач вищої освіти, Волкова В.Є. д.т.н., пруф.**

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет*

*Останнім часом зріс інтерес до прямого повторного використання як кращого способу використання технічного терміну служби матеріалів і виробів, збереження початкової вартості матеріалів, а також уникнення екологічно важкої переробки матеріалів. У роботі наголошується на необхідності подальших досліджень з оцінки переваг повторного використання конструктивних залізобетонних елементів, обліку особливостей демонтажу та утилізації пошкоджених конструкцій.*

В останні роки різко зросла кількість зруйнованих або пошкоджених будівель та споруд. Станом на 24.02.2024 у державному Реєстрі зруйнованого та пошкодженого майна було зазначено понад 290 000 об'єктів. З них, за даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури, компенсації отримали понад 46 000 українців на 4,84 млрд. гривень [1]. Розподіл кількості пошкоджених будівельних об'єктів у областях України наведений на рис.1.

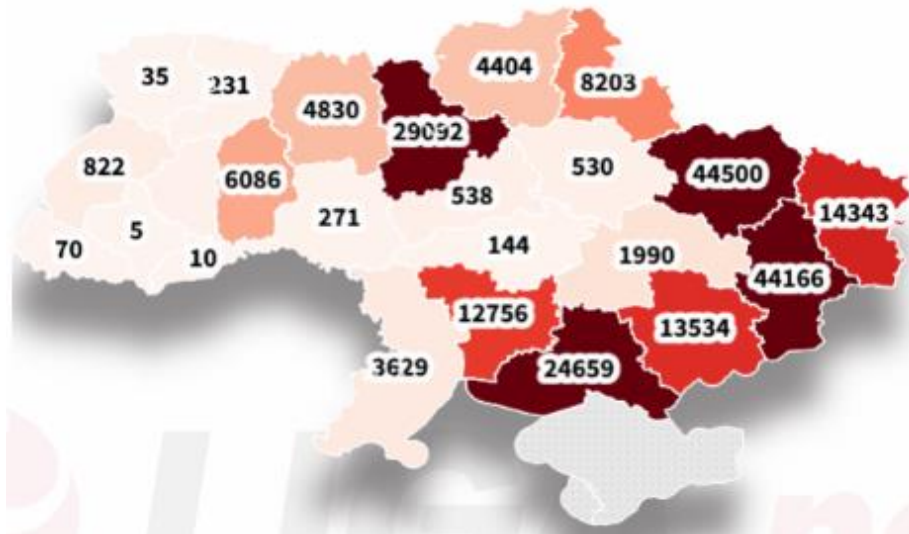


Рис.1 – Кількість зруйнованих та пошкоджених об'єктів у областях України [1]

У [1] наголошується що структура пошкоджених об'єктів різна і залежить від області. Так найбільше багатопверхівок пошкоджено чи зруйновано у Харківській, Донецькій, Луганській, Київській, Миколаївській та Одеській областях, а приватних будинків – у Донецькій, Київській, Херсонській, Харківській, Луганській, Миколаївській. Також наголошується на тому, що системно знищуються об'єкти соціальної інфраструктуру та об'єкти житлово-комунальної інфраструктури.

Більшість будівель зведених у 1960-х і 1970-х років було збудовано з використанням промислових методів будівництва та збірних елементів,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 насамперед залізобетонних елементів. Ці будівлі зараз добігають кінця свого економічно обґрунтованого терміну служби. В процесах оновлення районів, такі будівлі підлягають зносу. Тим не менш, термін служби залізобетонних елементів, так званий технічний термін служби, як очікується, буде більшим, ніж фактичний термін служби будівлі [2].

Довговічність залізобетонних елементів та велика їх кількість у існуючих будівельних фондах дозволяють зробити висновок о потенційних можливостях повторного використання, якщо такі будівлі будуть знесені. Повторне використання залізобетонних елементів є стратегією як зниження вартості нового будівництва, так і скорочення скорочення зв'язаного вуглецю в будівельному секторі. Зауважено, що зменшення кількості викидів парникових газів очікується за рахунок обмеження кількості виробництва нових конструкційних матеріалів.

Сьогодні будівельна галузь орієнтується на концепцію повторного використання сировини та матеріалів для технологічних процесів виробництва будівельних матеріалів. Тобто, планується не лише видалення та захоронення утворених відходів, а й повернення матеріалів і виробів у технологічні процеси. (див. рис.2). Така тенденція відповідає прийнятій країнами Євросоюзу концепції повторного використання відходів, значно впливає на розвиток екологічної складової будівельної галузі. Сукупність прийнятих теоретичних та методологічних умов створює необхідність планування на етапі проектування об'єктів будівництва та протягом усього їх життєвого циклу, плану утилізації будівельних відходів та рекультивації порушених земель [3].

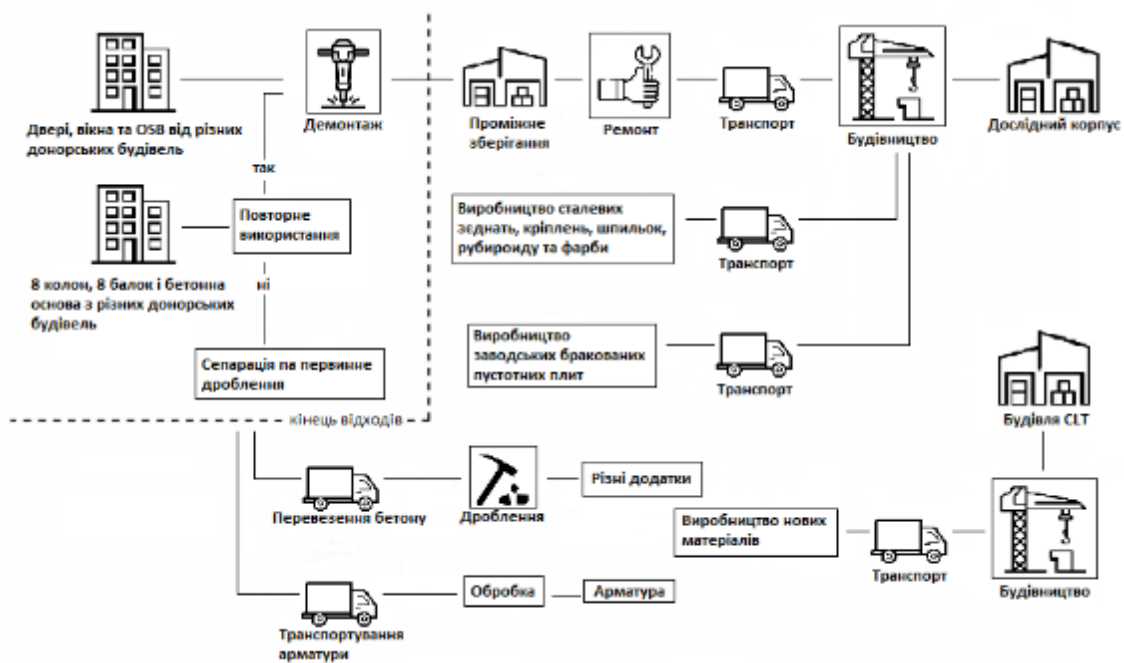


Рис.2 – Схема рециклінгу матеріалів будівель.

Аналізуючи рис.2 можна відмітити, що найбільший ефект запобігання викидам очікується за рахунок заміни первинних продуктів. Заміна природного заповнювача та сталі на основі руди має значний потенціал [5]. Але він може

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
бути значно більшим за умови повторного використання цілих елементів. Якщо припустити, що перероблений заповнювач та арматура використовуються для виробництва залізобетонного каркасу, все одно існує потреба у цементі. Це міркування підкреслює ключовий аспект переробки бетону. Хоча переробка скорочує відходи та вилучення первинних ресурсів, попит виробництва цементу залишається незамінним.

Відомо, що у Данії [4] будівельні відходи становлять 40% від загального обсягу відходів. Хоча 88% будівельних відходів переробляється, тільки 36% піддається вторинній переробці, тобто переробляється з рівною чи вищою якістю, ніж вихідний ресурс, а 52% піддається вторинній переробці. Наприклад, подріблене сміття застосовується для засипання доріг. Результати досліджень [4] показують, що повторне використання цих елементів може в середньому потенційно заощадити 49% викидів парникових газів для нових будівель у порівнянні з будівництвом виключно з первинних матеріалів. Для зведення нових будівель повторне використання великих конструктивних елементів, таких як збірні залізобетонні елементи представляє особливо найбільш раціональний варіант для досягнення суттєвої економії вуглецю в нових будівлях.

У будівництві акцент досліджень та політики у сфері сталого розвитку розширився від зниження енергоспоживання будівлі до комплексної стратегії сталого розвитку, що враховує весь життєвий цикл будівлі. Проте впровадження мислення про життєвий цикл у поєднанні з об'єктивною оцінкою стійкості все ще перебуває у стані формування. З усіх реально існуючих реконструйованих будівель з використанням бетонних елементів, що повторно використовуються, задокументованих у науковій літературі, лише кілька досліджень оцінювали втілене скорочення викидів вуглецю. З них одне було виконане для шведського випадку у рамках докторської дисертації Рота [4].

### **Список використаних джерел**

1. Руйнування у цифрах. Скільки об'єктів знищила РФ і скільки виділили відновлення. (n.d.). LIGA. <http://surl.li/adowiw>
2. Bertin, I., Saadé, M., Le Roy, R., Jaeger, J.-M., & Feraille, A. (2022). Environmental impacts of Design for Reuse practices in the building sector. *Journal of Cleaner Production*, 349, 131228. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131228>
3. Al-Najjar, A., & Malmqvist, T. (2025). Embodied carbon saving of reusing concrete elements in new buildings: A Swedish pilot study. *Resources, Conservation and Recycling*, 212, 107930. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107930>
4. Turkington R., Kempen, & Ronald. (2004). High-Rise Housing in Europe: Current Trends and Future Prospects. *Housing and Urban Policy Studies*, 28.
5. РВ.2.6-218-03449261-700:2007 Рекомендації з утилізації старих залізобетонних конструкцій після демонтажу

## НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСЬКИХ ПРОСТОРІВ: ВИБІР СТІЙКИХ ВИДІВ РОСЛИН ТА ЕКОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ

Шипунова Анастасія, студентка Марченко М.В. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*У статті розглядаються новітні технології озеленення міських територій, включаючи вибір стійких видів рослин, інноваційні підходи до догляду за зеленими зонами та участь громадськості у створенні екологічно збалансованого міського середовища. Представлено успішні приклади озеленення в Україні та світі, а також запропоновано перспективи розвитку міських зелених просторів із використанням сучасних технологій. Особливу увагу приділено ролі зелених коридорів та інтеграції екологічних рішень у міську інфраструктуру.*

**Вступ.** Озеленення міських територій є ключовим елементом сталого розвитку міст. Урбанізація та щільна забудова спричиняють забруднення повітря, підвищення температури та зниження якості життя. Новітні технології озеленення допомагають зменшити ці негативні впливи, забезпечуючи адаптацію рослин до міських умов та раціональне використання ресурсів. Використання стійких до посухи видів, таких як липа чи ясень, та методів догляду, наприклад мульчування й крапельного поливу, сприяє підтриманню зелених зон. Активна участь громади підвищує екологічну свідомість та покращує середовище. Досвід Харкова, зокрема реконструкція парків і площ, підтверджує ефективність таких ініціатив.

Мета роботи – аналіз технологій озеленення, вибір стійких видів рослин та розробка рекомендацій для впровадження в умовах міста.

**Виклад основного матеріалу.** Урбанізація значно впливає на екосистеми міст, зменшуючи природні ландшафти та погіршуючи біорізноманіття. У великих містах України концентрація населення й виробництва загострює екологічні проблеми, такі як забруднення повітря, відсутність зелених зон і щільна забудова, що негативно позначається на здоров'ї мешканців. Водночас зелені насадження допомагають стабілізувати клімат, знижувати шум і покращувати якість повітря.

Ефективне озеленення потребує вибору стійких до посухи видів рослин, таких як липа дрібнолиста, катальпа та ясень звичайний. Ці дерева витримують несприятливі умови, залишаючи декоративний вигляд і забезпечуючи тінь. Для місць із обмеженим простором ефективними є дерева з компактною кореневою системою, наприклад, клен польовий, який не пошкоджує інфраструктуру.

Інноваційні підходи враховують мікроклімат кожної території. Технології, як-от геоінформаційні системи (ГІС), дозволяють оцінювати освітленість, вологість і температуру для оптимального вибору рослин. У місцевостях із високою температурою використовуються посухостійкі види, а для затемнених зон підбирають тіньовитривалі рослини.



Вертикальне озеленення та зелені дахи стають популярними способами розширення площі зелених насаджень. Вони не лише додають рослинності, але й покращують мікроклімат у щільно забудованих районах, зменшуючи негативний вплив урбанізації. До того ж, сучасний догляд за міськими зеленими зонами потребує інноваційних технологій для раціонального використання ресурсів і підтримання здоров'я рослин. Мульчування знижує випаровування вологи, покращує структуру ґрунту та зменшує ріст бур'янів, що особливо важливо у міських умовах. Крапельний полив забезпечує подачу води безпосередньо до коренів, мінімізуючи втрати через випаровування та дозволяючи економити водні ресурси. Автоматизовані системи з датчиками вологості аналізують рівень зволоження ґрунту, автоматично регулюючи полив і оптимізуючи процес догляду.

Участь громадськості відіграє важливу роль у розвитку зелених зон. Ініціативи, як-от «Озеленення України» та «Зелена країна», залучають тисячі волонтерів до висадки дерев. Громадські організації також проводять освітні кампанії, формуючи екологічну свідомість населення. Наприклад, у Києві ініціатива «Київзеленбуд» активно розвиває парки та сквери, тоді як у Львові проєкт «Зелена хвиля» допомагає озеленювати прибудинкові території. Успішні кейси з Харкова, зокрема реконструкція парку імені Шевченка та площі Конституції, демонструють, як правильно організоване озеленення може змінити міський ландшафт. У парку імені Шевченка відновлено доріжки, висаджено нові дерева та впроваджено системи автоматизованого поливу. На площі Конституції з'явилися багаторічні насадження, що поєднують естетику з функціональністю. На міжнародному рівні прикладом інновацій є «Вертикальний ліс» у Мілані, де фасади будинків озеленені деревами, що поглинають вуглекислий газ. У Сінгапурі «Сади біля затоки» поєднують сучасний дизайн із природними елементами, створюючи баланс між урбаністикою та екологією.

**Висновки.** Розширення міських парків та створення нових зелених зон покращує екологічний стан міст, знижує забруднення повітря та забезпечує місця для відпочинку. Озеленення вздовж річок і магістралей сприяє зменшенню шуму, очищенню води та повітря, а також створенню просторів для активного відпочинку. Зелені коридори, що з'єднують парки та сквери, інтегрують зелені зони у міську інфраструктуру, зменшуючи використання автотранспорту і знижуючи викиди.

Запропоновані підходи до озеленення мають значний екологічний, естетичний та соціальний вплив: зниження температури, покращення якості повітря, підвищення біорізноманіття та створення комфортного середовища. Інноваційні технології догляду, активна участь громадськості та врахування місцевих особливостей сприяють сталому розвитку міст та покращенню якості життя мешканців.

### **Список використаних джерел:**

1. Сергієнко Л. В. Екологічні наслідки урбанізації в системі загроз безпеці урбанізованим територіям // Право та державне управління. 2021. № 4. С. 147–154. DOI: 10.32840/pdu.2021.4.21. URL: <http://pdu->

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

[journal.kpu.zp.ua/archive/4\\_2021/21.pdf](http://journal.kpu.zp.ua/archive/4_2021/21.pdf).

2. Роговський С. В., Василенко І. Д., Черняк В. М., Хрик В. М. Агролісомеліорація: практикум : навч. посібник / за ред. В. Ю. Юхновського. Київ : Фітосоціоцентр, 2011. 292 с. ISBN 978-966-2007-44-2. URL: [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/493268/mod\\_resource/content/1/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%-VA%D1%83%D0%BC.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php/493268/mod_resource/content/1/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%81%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%96%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%-VA%D1%83%D0%BC.pdf).
3. Мульчування ґрунту: навіщо, як і чим? // Agronom Journal. 2018. URL: <https://www.agronom.com.ua/mulchuvannya-gruntu-navishho-yak-i-chym/>.
4. Посібник: Вісім ідей для зелених міст України. Серпень 2020. Київ : Decentralization.ua. URL: [https://decentralization.ua/uploads/library/file/-595/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_8\\_%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B9\\_%D0%B4%D0%BB%D1%8F\\_%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85\\_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82\\_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8\\_\\_2\\_.pdf](https://decentralization.ua/uploads/library/file/-595/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_8_%D1%96%D0%B4%D0%B5%D0%B9_%D0%B4%D0%BB%D1%8F_%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BC%D1%96%D1%81%D1%82_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8__2_.pdf).
5. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Green Construction» («Зелене будівництво»). Київ : Київський національний університет будівництва і архітектури, 2023. 607 с. URL: [https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/30/greenconst\\_2\\_23.pdf](https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/30/greenconst_2_23.pdf).

Секція 10

**ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ТА  
ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК  
АГРАРНОГО СЕКТОРА  
ЕКОНОМІКИ**

## ЗАГРОЗИ ТА РИЗИКИ В ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

**Білий А. С. здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський);  
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано основні види класифікацій ризиків та загроз підприємств. Вдосконалено види ризиків в бізнесі, що допоможе підвищити ефективність діяльності підприємств.*

Постійна наявність ризику – типова риса бізнесу. Небезпеки у комерційній діяльності безпосередньо пов'язані з природою грошей, саме з їхньою властивістю безперервно змінюватися в ціні. Ці зміни можуть бути незначними в умовах сталої світової економіки, але останні роки характеризуються саме мінливістю та невизначеністю фінансового ринку, що відбивається і у підприємницькому середовищі. Будь-яке підприємство стикається з ризиками, і неправильне управління ними може призвести до катастрофічних наслідків [1, с.102]. Компанії опиняються у ситуації, коли важливо приділяти підвищену увагу аналізу зовнішніх та внутрішніх умов. Результати цього аналізу можуть бути корисними не тільки для збереження поточних операцій компанії, але і для виявлення нових перспектив та можливостей. В табл.1 подано види ризиків в бізнесі.

Таблиця 1. Види ризиків у бізнесі

<b>Ризики</b>	<b>Характеристика</b>	<b>Приклади</b>
<b>Зовнішні</b>	пов'язані з тими чинниками, на які підприємець неспроможна вплинути. Прогнозування цих ризиків пов'язане зі знаннями про очікувану динаміку ринку та курсів валют.	Валютні коливання; зміна відсоткових ставок; фінансові кризи.
<b>Юридичні</b>	Діяльність компанії має вестись відповідно до чинного законодавства.	Судові позови; вразливість до змін у законодавстві; невиконання податкових зобов'язань.
<b>Операційні</b>	стосуються непередбачених подій у внутрішніх процесах компанії. Причинами операційних ризиків найчастіше є технічні збої та людський фактор.	Виробництво бракованого товару або надання послуги низької якості; затримки у постачаннях, невиконання встановлених термінів роботи
<b>Соціальні</b>	пов'язані з недотриманням норм етики чи соціальної відповідальності.	Репутаційні ризики; ризик невдоволення зацікавлених осіб
<b>Фінансові</b>	ризики можуть вплинути на вартість активів, загальну фінансову стійкість компанії та її зобов'язання.	Ризик невчасних виплат за кредитами; ризик нестабільного доходу

Ризик у бізнесі – це можливість заподіяння збитків або виникнення перешкод на шляху до досягнення поставленої мети. До бізнес-ризиків відносяться всі негативні обставини у сфері фінансових операцій, виробництва

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 товарів та послуг, а також їх реалізації [2, с.80]. Причини виникнення ризиків можуть бути різні, враховуючи внутрішні та зовнішні чинники підприємства. Ведення бізнесу супроводжується безліччю чинників, які можуть принести як нові можливості так і потенційні загрози. Побачити перші та попередити останні допомагає розуміння про походження ризиків.

Бізнес завжди функціонує за умов мінливого ринку. Економічні коливання, політична нестабільність, природні катаклізми, зміни в законодавстві – це може несподівано впливати на діяльність підприємства, створювати невизначеність і потенційні загрози. До найбільш розповсюджених причин ризиків відносять технічні проблеми. Сучасні підприємства тісно пов'язані з технологіями, тому технічні проблеми можуть створити серйозні наслідки функціонування компанії [3, с. 70]. Кібератаки, збої у роботі інформаційних систем чи старіння технологій можуть суттєво вплинути на виробничі процеси та безпеку даних. Помилки у плануванні, а також недостатнє управління процесами є також ризиковим в діяльності будь-якого підприємства. Неправильне стратегічне планування та відсутність грамотного аналізу ризиків при розробці бізнес-планів можуть призвести до непередбачених труднощів. Неправильна оцінка ринкових умов та можливостей конкурентів часто призводить до проблем у реалізації складеного плану. Виробництво із слабким контролем внутрішніх процесів легше піддається впливу зовнішніх змін.

Швидко змінні уподобання та переваги споживачів також можуть стати джерелом ризиків для бізнесу. Несподіване падіння попиту певні товари чи послуги, раптове зростання популярності конкуруючих продуктів вимагають термінової переорієнтації стратегії компанії. Людський фактор залишається одним із найбільш непередбачуваних джерел ризиків. Помилки у прийнятті рішень та некомпетентність персоналу можуть призвести до серйозних наслідків для бізнесу. Щоб мінімізувати можливі для підприємництва загрози, необхідно приділяти увагу перерахованим аспектам.

Отже, ризик – невід'ємна складова сучасного бізнесу. Управління ризиками стає ключовим завданням для забезпечення фінансової стійкості. Правильна оцінка можливих загроз дозволяє компаніям адаптуватися до змін та забезпечувати стабільність за умов постійної невизначеності. Систематичне управління ризиками допомагає запобігти потенційним загрозам і формує міцний фундамент для сталого розвитку підприємства.

### **Список використаних джерел**

1. Onegina V., Kravchenko Yu., Antoshchenkova V. Improving the efficiency of quality management and safety of dairy production in Ukraine in the conditions of european integration Vectors of competitive development of socio-economic systems : monograph. Ed. by O. Mandych, T. Pokusa. Academy of Management and Administration in Opole, 2020. 100-105 <http://dspace.khntusg.com.ua/bitstream/123456789/14752/1/21.pdf>
2. Антощенко В.В. Сучасна маркетингова політика розподілу продукції підприємства: актуальність та перспективи. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків:

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ХНТУСГ, 2017. Вип. 187. С.77-84.

3. Roman Antoshchenkov, Anton Nikiforov, Ivan Galych, Victor Tolstolutskyi, Antoshchenkova, V., Sergey Diundik. Solution of the system of gas-dynamic equations for the processes of interaction of vibrators with the air / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020, 27(104) 67-73 //DOI : 10.15587/1729-4061.2020.198501.

**УДК 338.431.4**

## **РОЛЬ ТА МІСЦЕ ЕФЕКТИВНОЇ КРЕДИТНОЇ ПОЛІТИКИ В ДЕРЖАВНІЙ ПІДТРИМЦІ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Васильєва О.В. здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський);  
Онегіна В.М. д.е.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтованою роль та місце ефективної кредитної політики в державній підтримці сільського господарства. Охарактеризовані напрями та принципи державної підтримки сільського господарства.*

Сільське господарство України є основною продовольчою галуззю економіки, стан якої залежить від обсягів коштів, вкладених у її розвиток. Вирішальну роль у фінансовому забезпеченні сільськогосподарського виробництва відіграють фінансово-кредитні ресурси та ефективна кредитна політика держави [1, с.154]. Частка сільського господарства у ВВП України в 2021 році була найвищою серед усіх секторів економіки і становила понад 10%. Саме на агропродовольчу продукцію припадає найбільша частка загального експорту України – близько 41% на рік, а 13 млн. сільських мешканців залежать безпосередньо від стану агросектору.

Принципами державної підтримки сільського господарства України є прозорість та публічність, прогнозованість та послідовність, справедливість та ефективність, цільове спрямування державної підтримки (табл.1).

Для полегшення доступу аграріїв та інших виробників до кредитів в умовах воєнного стану Урядом продовжено дію Державної програми «Доступні кредити 5-7-9%» [2]. Реалізація Програми здійснюється через уповноважені банки за участі Фонду розвитку підприємництва відповідно до Порядку надання фінансової державної підтримки суб'єктам підприємництва, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.01.2020 р. № 28. За час дії воєнного стану в Україні у рамках програми «Доступні кредити 5-7-9%» укладено 42 847 кредитних договорів на загальну суму 170,5 млрд грн, яких 36,18 млрд грн – кредити для сільськогосподарських товаровиробників. Україна має розвинений продовольчий комплекс, який спроможний не лише повною мірою забезпечити населення країни харчовими продуктами, а й формувати активну позицію країни на міжнародних ринках низки ключових агропродовольчих товарів [3, с.202].

Таблиця 1. Принципи державної підтримки сільського господарства України

Принцип	Характеристика
Прозорість та публічність	забезпечуються шляхом формування, ведення та надання відкритого доступу до державних реєстрів.
Прогнозованість та послідовність	забезпечуються шляхом створення стабільної законодавчої та нормативно-правової бази з питань стимулювання розвитку агропромислового комплексу.
Справедливість	забезпечується шляхом пропорційності розподілу державної підтримки та обмеження максимального розміру підтримки на одного виробника сільськогосподарської продукції
Ефективність	забезпечується шляхом створення сприятливих умов для здійснення сільськогосподарської діяльності, підвищення якості та конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції з метою мінімізації природно-кліматичних та економічних ризиків сільськогосподарського виробництва та гарантування продовольчої безпеки держави.

Завдяки традиційно потужному продовольчому експорту Україна є одним з гарантів продовольчої безпеки у світі. До повномасштабної війни за обсягами експорту Україна входила до п'ятірки найбільших експортерів зернових у світі, експортували третину від того, що виробляли, внутрішнє споживання зернових становило лише 20-25 %. Україна постачала 10 % світового експорту пшениці, понад 14 % кукурудзи і понад 47 % соняшникової олії. Наразі завдяки допомозі партнерів Україна залишається ключовим постачальником на світових ринках зерна та соняшникової олії, з часткою понад 10 % міжнародної торгівлі. В 2023 р. експортовано 16,1 млн т пшениці до 65 країн, 26,2 млн т кукурудзи до 80 країн і 5,7 млн т соняшникової олії до 130 країн світу.

У Законі України «Про Державний бюджет України на 2024 рік» Мінекономіки, як головному розпоряднику бюджетних коштів, передбачено видатки загального фонду в обсязі 18 млрд гривень за бюджетною програмою КПКВК 1201450 «Забезпечення функціонування Фонду розвитку підприємництва», який забезпечує реалізацію Програми 5-7-9%. Найбільший обсяг кредитів за різними програмами отримали аграрії таких областей: Київська – 5,4 млрд грн виділено для 185 підприємств; Дніпропетровська – 640,5 млн грн для 165; Тернопільська – 63,5,4 млн грн – для 74; Одеська – 416,9 млн грн – для 156; Харківська – 405 млн грн – для 109; Чернігівська – 415,9 млн грн – для 63. За програмою 5-7-9% найбільше отримали підприємства таких областей: Харківська – 362,5 млн грн виділено для 50 господарств; Київська – 313,7 млн грн для 78; Вінницька – 282,2 млн грн – для 92; Одеська – 226,8 млн грн для 66; Львівська – 226 млн грн – для 68; Дніпропетровська – 242,5 млн грн для 56 господарств [2].

Державна підтримка – обов'язкова умова існування та зростання сучасного агровиробництва та продовольчого ринку, про що свідчить досвід провідних світових держав.

### Список використаних джерел

1. Онегіна В.М. Антощенкова В.В. Спільна аграрна політика та

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 конкурентоспроможність сільського господарства ЄС. Аграрна політика Європейського Союзу: виклики і перспективи: монографія / За ред. Т. Зінчук. Київ: Центр навчальної літератури, 2019 С. 152-162. [http://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/3369/1/Polityka\\_orhanichnoho.pdf](http://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/3369/1/Polityka_orhanichnoho.pdf).
2. Рекомендації комітетських слухань на тему: «Державна підтримка аграрного сектору 2024. Державні та недержавні фонди і механізми» <https://komagropolit.rada.gov.ua/documents/sluhannja/75427.html>
  3. Антощенко В.В., Копитко О.В. Державне регулювання і підтримка молочної галузі в умовах євроінтеграції. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, Серія „Економічні науки”. № 4, 2018 р. С.201-210.

**УДК 338.24.021.8 338.24.021.8**

## **СТАЛИЙ РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ ТА ІОТ**

**Глянть Т.І. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії;  
Антощенко В. В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано концепцію Internet of Thing або IoT, яка передбачає об'єднання різних фізичних пристроїв через інтернет, дозволяючи їм взаємодіяти та обмінюватися даними.*

Сталий розвиток – поняття не нове, цей термін було запроваджено ще 1987 року у звіті Our Common Future (Наше спільне майбутнє), підготовленому Всесвітньою комісією Організації Об'єднаних Націй (ООН) з питань довкілля та розвитку. Сталий розвиток має вирішальне значення для збереження життя на нашій планеті. Щоб його досягти, необхідні реальні кроки в таких напрямках, як скорочення кількості відходів, збереження природних ресурсів та збереження екосистем. На щастя, уряди різних країн, комерційні компанії та прості люди єдині у своєму прагненні цього досягти. І технології покликані зіграти у цьому процесі важливу роль [1, с.296]. Галузі шукають нові способи використання енергії, розширюючи виробництво відновлюваних джерел енергії та розробляючи більш екологічно чисті транспортні засоби, будинки та комерційні структури. Але без точних та оперативних даних, які б дозволили оцінити результат цих змін, ми не зможемо дізнатися, наскільки вірно обрано напрям. Агросектор активно змінюється і розвивається. І основний акцент зроблено на поступовий відхід від ручної праці на користь автоматизованих і функціональних рішень. За останні два десятиліття доступність та асортимент інтелектуальних споживчих пристроїв різко зросли, особливо підвищилося використання різних типів промислових пристроїв IoT. Ці пристрої дозволяють стежити за температурою, опадами та життям дикої природи та збирати цінні дані, навіть у найвіддаленіших куточках планети. Пристрої IoT допомагають урядовим органам відстежувати протиправну діяльність (браконьєрство, незаконну заготівлю деревини в лісах, видобування природних ресурсів) і вживати заходів для її припинення [2].



Поява IoT (Internet of things) була передбачена відомим фізиком Миколою Тесла ще 1926 року. У його уявленні саме радіо мало стати «великим мозком», до якого зможуть підключатися різні пристрої. Це сталося, але не так швидко. І якщо вірити історії, то трапилося досить випадково. Джон Ромки – один із творців протоколу TCP/IP, спробував підключити тостер Sunbeam Deluxe ARC до інтернету через мережу TCP/IP. Підключення спрацювало і він зміг керувати ним через просту інформаційну базу SNMP MIB. На той момент була доступна лише одна функція – це включення та виключення. Так 1990 року з'явилася перша інтернет річ. У порівнянні з цим зараз ми маємо значно більше контролю над приладами, якими користуємося, а багато з цих приладів працюють в автономному режимі. Інтернет речей – це безліч пристроїв з вбудованими датчиками та виконавчими механізмами, які об'єднані між собою через провідні та бездротові мережі. Огляд ключових компонентів Інтернет речей (IoT), кожен із яких відіграє важливу роль у його функціонуванні представлено в табл.1

Таблиця 1. Ключові компоненти IoT

Компоненти	Характеристика
Пристрої	сенсори для збору даних із навколишнього середовища: температура, вологість, світло, рух, а також пристрої, що виконують дії на основі отриманих даних: увімкнення світла або регулювання температури.
Зв'язок	мережеві протоколи та інші технології для обміну відомостями між основними компонентами та центральними системами.
Обробка інформації	хмарні платформи, що забезпечують зберігання й аналіз даних у реальному часі, а також аналітичні інструменти для виявлення закономірностей і прогнозування.
Інтерфейси	для користувача інтернет речей IoT це мобільні та веб застосунки, що надають доступ до даних, управління пристроями та налаштування параметрів, а також програмні інтерфейси для взаємодії між різними системами та додатками.
Безпека	шифрування інформації для захисту від несанкціонованого доступу, а також механізми, що обмежують неавторизованих користувачів.

Мережа IoT – це концепція, яка дала змогу зробити значний крок у галузі технологій. Вона змінила сам спосіб взаємодії людини з навколишнім світом. Це підвищило продуктивність та енергоефективність різних секторів, а головне, автоматизувало більшість процесів, скорочуючи обсяги ручної праці. Сучасне сільське господарство стрімко розвивається і на перший план виходять інноваційні технології, такі як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI). Ці технології поєднуються в концепцію AIoT (Artificial Intelligence of Things), яка обіцяє революціонізувати аграрний сектор. Розумне сільське господарство дозволяє значно підвищити рівень продуктивності сільського господарства, оптимізувати ресурси та покращити якість продукції [3, с.145]. Введення AIoT у сільське господарство може допомогти у вирішенні глобальних проблем, таких як нестача продовольства та зміна клімату.

Переваги інтернету речей численні, але один із головних плюсів у реалізації цієї концепції – сталий розвиток, що особливо важливо для представників агросектору. Активне збільшення обсягів продукції на тлі

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 скорочення витрат на її вирощування дає змогу повернути всі витрати на оптимізацію процесів. IoT технології дають можливість точніше, ефективніше й раціональніше управляти водними та земельними ресурсами, скоротити використання хімічних добрив і пестицидів.

### Список використаних джерел

1. Антощенкова В. В., Глянть Т.І. Історичний аспект сталого розвитку в умовах глобалізації. Економічний аналіз. 2024. Том 34. № 1. С. 291-298.
2. Інтернет речей (IoT): що це та його використання в сільському господарстві. URL: <https://weagro.com.ua/blog/internet-rechej-iot-shho-cze-ta-jogo-vukorystannya-v-silskomu-gospodarstvi/>
3. Онегіна В.М., Антощенкова В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. «Духовність особистості: методологія, теорія і практика». Volume 1 2022. С.140-149. DOI: <https://doi.org/10.33216/2220-6310-2022-103-1-6-140-149>.

УДК 336.71:005.35

## МОДЕЛІ КОРПОРАТИВНОЇ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

**Дейнега М.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії;  
Антощенкова В.В. д.е.н., доц.,**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано особливості та виявлено характерні риси американської, європейської, японської, латиноамериканської моделей корпоративної соціальної відповідальності.*

Практичне застосування моделей соціальної відповідальності бізнесу визначається рівнем розвитку країн та їх законодавства, пов'язане з історичними, національними та культурними особливостями. Дослідники розрізняють чотири моделі корпоративної соціальної відповідальності: американську, європейську, латиноамериканську та японську (азіатську).

У рамках американської моделі КСВ пріоритет серед стейкхолдерів мають акціонери, інвестори. Що стосується ставлення компаній до місцевої спільноти та інших зацікавлених сторін суспільного середовища, то тут переважає філантропічна спрямованість. Держава законодавчо заохочує реалізацію компаніями заходів у сфері КСВ через надання таким компаніям режиму найбільшого сприяння. Наприклад, штрафи компаній можуть бути зменшеними або повністю скасовані, якщо вони здійснюють ефективне соціальне інвестування. Прийнятий Конгресом США Акт про реінвестиції в місцеве співтовариство (CRA – Community Reinvestment Act) пропонує американським банкам інвестувати кошти в проекти, що мають на меті розвиток місцевої соціальної інфраструктури та спрямовані на підтримку належного стану навколишнього середовища [1, с.8]. За результатами подібних реінвестиційних заходів щорічно складається рейтинг банків США, які були ранжировані за критерієм фінансової активності у сфері соціального інвестування. У свою чергу,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

корпорації США самі прагнуть розвитку моделі КСВ, включають її елементи в контракти з постачальниками, розробляють та вдосконалюють кодекси етичної поведінки корпорацій, засновані на принципах, розроблених міжнародними організаціями, кодекси поведінки підприємств малого та середнього бізнесу. Можна виділити такі пріоритетні напрями соціальної відповідальності американських компаній: відповідальність за продукти компанії (їх безпека, глобальне ліцензування продуктів, відповідність стандартам), захист навколишнього середовища («зелений рух», відновлювані джерела енергії, використання екологічно чистих продуктів при виробництві товарів компанії), захист співробітників (програми навчання, виплати бонусів). Заходи з КСВ реалізується американськими корпораціями через численні корпоративні та благодійні фонди.

Європейська модель орієнтує європейські корпорації на рівноправну взаємодію з численними стейкхолдерами – від місцевих угруповань до організацій, що відображають різні суспільно значущі інтереси (екологічні, правозахисні, споживчі та ін.), що регламентується законодавчо, тобто є обов'язковим. Подібна модель, заснована на взаємодії компанії зі стейкхолдерами, дозволяє виявити сфери потенційних конфліктів між заінтересованими сторонами КСВ, а також визначити перспективні напрями розвитку бізнесу. Виявлені суспільні потреби задовольняються з урахуванням можливостей, що надаються національній економіці та бізнесу інноваційної моделі економічного розвитку, причому інновації впроваджуються не тільки у виробничу сферу, а й у сферу трудових відносин, сферу взаємодії з навколишнім середовищем [2, с.13]. У рамках європейської моделі корпоративної соціальної відповідальності виділяють підмоделі КСВ – скандинавську (заснована на партнерстві «бізнес-держава», в якій бізнес справно сплачує високі податки, а держава – ефективно їх розподіляє), британську (характеризується поєднанням елементів американської та європейської моделей КСВ, але з істотним залученням держави та громадських інститутів у процесі узгодження суспільних інтересів, просування та заохочення кращих практик бізнесу в державній політиці), південно-європейську, континентальну спільними рисами яких, є активна участь уряду у створенні державно-приватного партнерства, підтримують ініціативи у форматі КСВ через співфінансування некомерційних проектів [3, с.323]. Також і в США, і в ЄС розроблені та застосовуються нормативно-правові акти, що встановлюють пільговий режим оподаткування для компаній, що ведуть соціально відповідальний бізнес та наступні принципи ділової етики, особливо у питаннях використання енергії, вторинної переробки відходів виробництва тощо. У канадській моделі КСВ фокус зосереджений на підвищенні якості життя співробітників, забезпеченні здорового та гідного робочого середовища. Бізнес Канади активно взаємодіє з Національним інститутом якості, який розробляє вимоги щодо КСВ. На стику європейської та американської моделей КСВ сформувався канадська модель КСВ, що поєднує в собі риси обох згаданих моделей та регулюється спеціальною урядовою організацією – Національним інститутом якості Канади.

В Японській (азіатській) моделі активну роль відіграють держава та

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 традиції. Співробітники лояльні до компанії протягом усього життя (інститут «довічного найму») і ставляться до компанії як до «виробничої сім'ї». Питання розвитку азіатської моделі КСВ відкрито ставляться на щорічних заходах щодо КСВ, на яких обговорюються ключові питання та нові ідеї щодо КСВ для бізнесу та уряду, з метою побудови стратегії сталого розвитку бізнесу в Азії.

### **Список використаних джерел**

1. Антощенко В.В., Дейнега М.В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки: зб. наук. пр. / Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана. Київ: КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6-14.
2. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Соціальна відповідальність українського агробізнесу в умовах війни. STUDIA SLOBOZHANICA. Матеріали всеукраїнської науково-методичної конференції «Слобожанський гуманітарій - 2023». Харків: ДБТУ, 2023. С. 12-19.
3. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Етика та комплаєнс компанії Астарта. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». 2023. С.321-324.

**УДК 330.131.7**

## **СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

**Пересада М. О. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії;  
Антощенко В.В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано актуальність ефективної державної політики у сфері сільського господарства, створення сприятливих умов для досягнення стратегічних цілей щодо формування конкурентоспроможного, стійкого та диверсифікованого аграрного сектору.*

Державна політика у сфері сільського господарства та сільських територій України потребує значної переоцінки підходів до її формування, чіткого визначення пріоритетів, завдань та ефективних шляхів створення сприятливих умов для розвитку конкурентоспроможного, стійкого та диверсифікованого аграрного сектору, що забезпечує довгострокову продовольчу безпеку, захист навколишнього природного середовища, включаючи біорізноманіття, пом'якшення наслідків зміни клімату, зміцнення соціально-економічної структури сільських територій. Формування державної політики у контексті інтеграції України до ЄС вимагає імплементації та ефективного застосування механізмів і стандартів Спільної аграрної політики країн ЄС.

Кабінет міністрів затвердив стратегію розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року. Також Кабмін затвердив операційний план заходів з її реалізації у 2025-2027 роках, який передбачає забезпечення сталого розвитку сільського господарства і сільських територій. Метою розроблення та реалізації Стратегії є підготовка аграрного сектору до

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 вступу України в ЄС, забезпечення сталого розвитку сільського господарства і сільських територій та створення сприятливих умов для досягнення стратегічних цілей щодо формування конкурентоспроможного, стійкого та диверсифікованого аграрного сектору (сільське господарство, харчова і переробна промисловість), що забезпечує довгострокову продовольчу безпеку, посилення захисту навколишнього природного середовища, включаючи біорізноманіття, пом'якшення наслідків зміни клімату, зміцнення соціально-економічної структури сільських територій. Стратегію передбачається реалізувати до 2030 року [1].

Стратегія розвитку також сприятиме формуванню конкурентоспроможного, стійкого і диверсифікованого аграрного сектору, що забезпечує довгострокову продовольчу безпеку, посилює захист навколишнього природного середовища, включаючи біорізноманіття, пом'якшення наслідків зміни клімату та зміцнення соціально-економічної структури сільських територій. Зі зростанням продуктивності виробляється все більше товарів і послуг – іншими словами, зростає економіка. Інновації та зростання продуктивності приносять величезну користь для споживачів та бізнесу, в тому числі і агробізнесу [2, с.162]. Реалізація заходів Стратегії розвитку до 2030 року сприятиме поверненню в обробіток 17,4% сільськогосподарських земель, недоступних станом на червень 2024-го; збільшення частки переробленої сільськогосподарської сировини до 38,8% з нинішніх 20,1% та до 50% – її частки в експорті у грошовому еквіваленті. Очікується, що у рослинництві прибуткових підприємств до 2030 року стане близько 95% від загальної кількості, у тваринництві – до 85%. Фінансування заходів в рамках реалізації Стратегії передбачається здійснювати за рахунок коштів державного та місцевих бюджетів України, фінансової (кредитної та грантової) підтримки міжнародних партнерів з розвитку, міжнародних фінансових організацій, фінансової підтримки з бюджету ЄС, а також інших джерел, не заборонених законодавством України. Обсяг фінансування, матеріально-технічних і трудових ресурсів, необхідних для реалізації Стратегії, визначається щороку з урахуванням можливостей державного бюджету. В табл. 1 запропоновано стратегічні цілі, шляхи і способи розв'язання проблем у сфері сільського господарства та сільських територій України.

Моніторинг та оцінка результатів реалізації Стратегії проводиться Мінагрополітики, іншими центральними органами виконавчої влади за участю інститутів громадянського суспільства та міжнародних організацій. З метою реалізації Стратегії затверджується операційний план заходів, який містить чіткі та послідовні заходи, спрямовані на досягнення цілей Стратегії. В зазначеному операційному плані заходів передбачаються шляхи (завдання і заходи) досягнення стратегічних цілей Стратегії з метою комплексного розвитку сільського господарства та сільських територій.

Таблиця 1. Шляхи і способи розв'язання проблем

Цілі	Характеристика
Стратегічна ціль 1	Розбудова інклюзивної політики розвитку сільського господарства та сільських територій: інституційна спроможність
Стратегічна ціль 2	Гарантування суспільних потреб у високоякісних, поживних і безпечних харчових продуктах та досягнення продовольчої безпеки
Стратегічна ціль 3	Забезпечення стійкості сільськогосподарського сектору: підтримка справедливого доходу виробників та підвищення їх конкурентоспроможності
Стратегічна ціль 4	Ефективне використання земель: розмінування, земельна реформа
Стратегічна ціль 5	Кліматично орієнтоване сільське господарство: пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптація до них
Стратегічна ціль 6	Модернізація аграрного сектору: розвиток переробки, інновації, цифровізація та обмін знаннями

### Список використаних джерел

1. Проект Стратегії розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на період до 2030 року URL: <https://www.prostir.ua/?library=projekt-stratehiji-rozvytku-silskoho-hospodarstva-ta-silskyyh-terytorij-ukrajiny-na-period-do-2030-roku> (дата звернення 02. 10. 2024).
2. Антощенкова В.В. Організаційно-економічний механізм інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва, Сер. Економічні науки. 2021. №2 Том. 1. С. 161-170.

УДК 339.9:338.439.02:338/24(477)

## ГЛОБАЛЬНИЙ ІНДЕКС ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

**Семперович І.В. здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії;  
Антощенкова В.В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі проаналізовано Глобальний індекс продовольчої безпеки. Встановлено, що продовольча безпека є однією з головних цілей аграрної та економічної політики держави.*

Глобальний індекс продовольчої безпеки (Global Food Security Index), був розроблений і побудований Economist Impact. Команда Economist Impact здійснює повний і остаточний редакційний контроль над усім вмістом, включаючи збір даних, аналіз і прогнозування. GFSI 2022 – це 11-е видання індексу. Economist Impact щорічно оновлює модель, щоб відобразити щорічні зміни структурних факторів, що впливають на продовольчу безпеку. Economist Impact прагне залучити всесвітньо впливову аудиторію в розуміння, засноване на фактичних даних, що може розпочати дискусію, розширити перспективи та каталізувати прогрес [1, с.145]. Існують різні підходи до визначення категорії «продовольча безпека», що орієнтуються або на імпорт продуктів харчування,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 або на самозабезпечення ними, або на поєднання імпорту та виробництва продовольства. Згідно з найпоширенішим у світі визначенням, продовольча безпека досягається шляхом забезпечення фізичного та економічного доступу до безпечного та достатнього продовольства. 11-й Глобальний індекс продовольчої безпеки показує погіршення світового продовольчого середовища третій рік, що загрожує продовольчій безпеці (табл.1).

Таблиця 1. Результати діяльності країн на основі їхнього показника продовольчої безпеки за 2022 рік

Рейтинг	Країна	Загальний бал	Фінансова доступність	Фізична доступність	Якість і безпека	Природні ресурси та стійкість
1	Фінляндія	83,7	91,9	70,5	88,4	82,6
2	Ірландія	81,7	92,6	70,5	86,1	75,1
3	Норвегія	80,5	87,2	60,4	86,8	87,4
4	Франція	80,2	91,3	69,0	87,7	70,3
5	Нідерланди	80,1	92,7	70,7	84,7	69,2
6	Японія	79,5	89,8	81,2	77,4	66,1
7	Швеція	79,1	91,9	68,3	85,0	68,3
7	Канада	79,1	88,3	75,7	89,5	60,1
8	Сполучене Королівство	78,8	91,5	71,6	77,6	71,1
9	Сполучені Штати	79,1	88,7	71,0	94,3	61,3
71	<b>Україна</b>	57,9/ 71 місце	66,6/ 65 місце	48,1/ 93 місце	71,3/ 52 місце	43,5/ 94 місце
113	Сирія	36,3	32	26,6	50,8	38,4

Глобальна продовольча безпека є однією з головних цілей аграрної та економічної політики держави. Під глобальною продовольчою безпекою розуміють здатність усієї людської спільноти та окремих держав задовольняти спільні продовольчі потреби. Фінансова доступність вимірює здатність споживачів купувати продукти харчування, їхню вразливість до цінових шоків і наявність програм і політик для підтримки споживачів у разі шоків. Фізична доступність вимірює сільськогосподарське виробництво та можливості на фермах, ризик зриву постачання, національну спроможність розповсюджувати продовольство та дослідницькі зусилля для розширення сільськогосподарського виробництва [2, с. 5]. Показник «Якість і безпека» вимірює різноманітність і поживність середніх раціонів, а також безпечність харчових продуктів. Показник «Природні ресурси та стійкість» оцінює вразливість країни до впливу зміни клімату; його схильність до ризиків природних ресурсів; і як країна адаптується до цих ризиків. Усього досліджується 68 різних показників, пов'язаних із продовольчим забезпеченням у 113 країнах світу. Кожному параметру надається свій індекс, а потім виводиться загальний для кожної країни. Чим більший індекс, тим вищий рівень продовольчої безпеки [3, с.215],.

Країни з високим рівнем доходу в Європі все ще лідирують у цьому індексі, як і десять років тому, посівши вісім з десяти найкращих місць. За підсумками 2022 року Україна посіла 71 місце серед 113 країн у Глобальному індексі

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 продовольчої безпеки (Global Food Security Index; GFSI) набравши 57,9 бали за 100-бальною шкалою оцінки, що на 4,1 бали нижче в порівнянні з попереднім роком. Погіршення показників багато в чому пов'язане із активізацією воєнної агресії РФ на території України. Згідно з Глобальним індексом продовольчої безпеки, найвищий рівень продовольчої безпеки має Фінляндія із загальним показником індексу 83,7 бала. У Фінляндії найвищі оцінки здобули доступність (91,9 бала), а також якість та безпеку продуктів харчування (88,4 бала). Наступними країнами у генеральній класифікації країн із найвищим рівнем продовольчої безпеки є Ірландія (з показником 91,9 бала) та Норвегія (88,4 бала). Серед усіх країн, включених до індексу, найнижча продовольча безпека була у Сирії, де загальний індекс становив 36,3 пункту. У разі Сирії доступність продовольства отримала найнижчу оцінку (26,6 бала). Продовольча безпека, найімовірніше, залишиться однією з критичних світових проблем. У зв'язку з цим Світовий банк включив продовольчу безпеку та безпеку в галузі харчування до восьми глобальних проблем, що потребують всеосяжного підходу.

### **Список використаних джерел**

1. Онегіна В.М., Антощенкова В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. «Духовність особистості: методологія, теорія і практика». Volume 1 2023. С.140-149. DOI: <https://doi.org/10.33216/2220-6310-2022-103-1-6-140-149>
2. Antoshchenkova V., Antoshchenkov R., Anisimova O. Enhancing competitiveness as a key factor in improving living standards. Vectors of competitive development of socio-economic systems : monograph. Ed. by O. Mandych, T. Pokusa. Academy of Management and Administration in Opole, 2020. С.4-10. [https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/1\\_2021.pdf](https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2020/05/1_2021.pdf)
3. Антощенкова В.В. Складові та напрямки управління продовольчою безпекою. «Аграрні інновації» № 18, 2023. С. 212-219.

**УДК 330.117**

## **ВПЛИВ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АПВ**

**Ткаченко С.Є. к.е.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є визначення основних сфер застосування цифрових технологій у сільському господарстві та їх впливу на ефективність агропромислового виробництва, а також визначення основних ризиків.*

Запровадження цифрових технологій у агропромислове виробництво в Україні стало важливим кроком на шляху до модернізації та підвищення ефективності аграрного сектору. Сьогодні, коли світ стикається з новими викликами, такими як зміна клімату, зростаюче населення та необхідність забезпечення продовольчої безпеки, впровадження інноваційних рішень стає критично важливим.



Цифрові технології надають аграріям можливість оптимізувати процеси виробництва, зменшити витрати на виробництво та реалізацію продукції та підвищити врожайність вирощуваних культур. Системи точного землеробства, які використовують дані з супутників, дронів та сенсорів, дозволяють фермерам отримувати детальну інформацію про стан ґрунту, вологість, температуру та інші фактори, що впливають на ріст рослин. Це дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо поливу, внесення добрив і захисту рослин від шкідників [1].

Крім того, цифрові платформи забезпечують доступ до ринку, що дозволяє аграріям реалізовувати свою продукцію безпосередньо споживачам, зернотрейдерам або великим торговельним мережам. Це не тільки підвищує прибутковість, але й сприяє розвитку прозорості в агробізнесі. Використання блокчейн-технологій дозволяє відстежувати шлях продукції «від поля до столу», що позитивно впливає на довіру споживачів. Цифровізація також сприяє автоматизації виробничих процесів - системи управління фермерськими господарствами дозволяють вести облік витрат і доходів, планувати посіви та моніторити виконання робочих завдань. Це зменшує ймовірність помилок і дозволяє фермерам зосередитися на стратегічних аспектах ведення бізнесу.

Не менш важливим аспектом є використання аналітичних інструментів для прогнозування врожайності та ризиків. Завдяки аналізу даних, отриманих завдяки інструментам цифровізації, аграрії можуть передбачати можливі проблеми і вчасно реагувати на них, що допомагає уникнути значних фінансових втрат.

В Україні вже існує ряд стартапів та ініціатив, які активно впроваджують цифрові рішення в агросектор. Наприклад, платформи для моніторингу стану рослин, системи управління фермерськими господарствами та онлайн-сервіси для обліку витрат і доходів. Ці інструменти допомагають фермерам не лише зберігати час і ресурси, але й отримувати конкурентні переваги на ринку.

Однак, незважаючи на позитивні тенденції, існують також виклики та відповідні ризики [2]. Багато фермерів, особливо в малих господарствах, стикаються з проблемами доступу до сучасних технологій через високу вартість обладнання та програмного забезпечення. Необхідна відповідна підготовка кадрів, здатних працювати з новими цифровими інструментами. Тому важливою є роль держави у створенні сприятливих умов для розвитку цифровізації агросектору через фінансову підтримку, навчання та інформаційні кампанії.

*Технічні ризики* пов'язані з можливими збоями в роботі нових технологій, програмного забезпечення або обладнання. Неправильне налаштування систем, відсутність технічної підтримки або недостатня надійність інфраструктури можуть призвести до втрати даних, зниження продуктивності або навіть до зупинки виробничих процесів. Для аграріїв, які покладаються на точні дані для управління своїм господарством, такі збої можуть мати серйозні наслідки.

*Фінансові ризики* пов'язані з високими витратами на впровадження цифрових технологій. Багато аграріїв, особливо малих і середніх підприємств, можуть не мати достатніх фінансових ресурсів для модернізації обладнання або придбання нових програмних рішень. Крім того, інвестиції в цифровізацію можуть не дати швидкого повернення, що створює додатковий тягар для фермерів. Важливо також врахувати ризик зміни цін на сировину та продукцію,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 що може вплинути на фінансову стабільність аграрних господарств.

*Організаційні ризики* пов'язані з недостатньою підготовленістю персоналу до роботи з новими технологіями. Багато аграріїв можуть стикатися з опором змінам з боку працівників, які не готові прийняти нові методи роботи. Відсутність належного навчання та підготовки може призвести до неефективного використання цифрових інструментів та зниження продуктивності. Тому важливо забезпечити всебічне навчання та підтримку для співробітників у процесі переходу до цифровізації.

*Правові ризики* пов'язані з нерегульованістю законодавства у сфері цифрових технологій. В Україні існує потреба в розробці чітких норм і правил, що регулюють використання даних, захист інформації та відповідальність за порушення. Недостатня правова база може призвести до юридичних спорів і невизначеності для аграріїв, які впроваджують нові технології. Крім того, питання кібербезпеки стає все більш актуальним у зв'язку зі збільшенням загроз у цифровому середовищі.

*Соціальні ризики* включають в себе можливість збільшення нерівності між великими агрокомпаніями та малими господарствами. Великі підприємства мають більше ресурсів для впровадження нових технологій, що може призвести до їхнього подальшого домінування на ринку. Це може негативно вплинути на малих фермерів, які не зможуть конкурувати з великими гравцями через відсутність доступу до сучасних технологій. Важливо також врахувати соціальний аспект: впровадження автоматизації може призвести до скорочення робочих місць у сільській місцевості, що викликає занепокоєння у населення.

**Висновок.** Запровадження цифрових технологій у агропромислове виробництво в Україні має величезний потенціал для трансформації галузі. Це не лише шлях до підвищення продуктивності та ефективності, але й можливість для сталого розвитку сільського господарства в умовах сучасних викликів. Запровадження цифровізації у сферу агробізнесу в Україні супроводжується різноманітними ризиками, які потребують ретельного аналізу та управління. Для успішної реалізації цифрових технологій важливо розробити стратегії мінімізації ризиків, забезпечити навчання персоналу, створити правову базу та підтримувати соціальну відповідальність. Лише за таких умов агросектор України зможе максимально використати потенціал цифровізації для сталого розвитку та підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку. Інвестиції в цифровізацію можуть стати ключем до забезпечення продовольчої безпеки та економічного зростання країни в майбутньому.

### Список використаних джерел

1. Ткаченко С.Є. Цифрова економіка: проблеми й ризики формування та розвитку. *Зб. тез VIII Міжнародної Науково - практичної конференції «Управління розвитком соціально-економічних систем»*, ДБТУ, 2024, Харків, С. 357-360. Режим доступу: <http://btu.kharkov.ua/nauka/konferentsiyi/>
2. Юрчук Н.П., Кіпоренко С.С. Особливості використання цифрових технологій в агробізнесі. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. Вип. 3 (36). 2022. С. 109-116.

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА СОЇ

**Борисенко Т.А. здобувачка вищої освіти ступеня «магістр»;  
Мещеряков В.Є., к.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою виконання дослідження є обґрунтування напрямів підвищення ефективності виробництва сої. Основним шляхом зростання економічної ефективності в досліджуваному підприємстві є його інтенсифікація.*

На вітчизняному аграрному ринку соя вже багато років поряд із зерновими культурами займає провідні позиції в експорті і переробці на харчові та кормові цілі, а також має стратегічно важливе значення у забезпеченні продовольчої і економічної безпеки країни.

Обмеженість ресурсів, зростаючі потреби споживачів, конкурентне середовище є вагомими причинами, які стимулюють сучасні підприємства діагностувати та підвищувати економічну ефективність виробництва. В даному дослідженні ми визначили, що економічна ефективність є синонімом до слова «результативність» і показує, на скільки змінився кінцевий результат порівняно з витратами, які були понесені в результаті здійснення господарської діяльності, та характеризується досягнутим економічним ефектом. В цілому, ефективність, залежно від сфери дослідження та досліджуваного показника, може виражати різні види ефективності та в будь якому випадку буде характеризуватися ефектом.

В економічній літературі економічний ефект характеризують кінцеві показники діяльності підприємства. В проведеному дослідженні нами було досліджено основні показники, що характеризують діагностику економічної ефективності виробництва сої, а саме: урожайність, рентабельність, продуктивність праці, прибуток, фондвіддача, землевіддача. Нами були розраховані дані показники для визначення їх впливу на досліджуваний об'єкт, був здійснений пошук резервів росту показників економічної ефективності виробництва сої.

Основними резервами зниження собівартості сільськогосподарських культур є зниження виробничих витрат на 1 га посіву за рахунок підвищення урожайності, а основою підвищення урожайності сільськогосподарських культур є впровадження інтенсивних технологій вирощування та збирання продукції.

Встановлено, що основним шляхом зростання економічної ефективності виробництва сої в досліджуваному підприємстві є його інтенсифікація, яка може бути виражена у більш ефективному застосуванні наявних ресурсів. За рахунок інтенсифікації досягається підвищення урожайності сільськогосподарських культур через використання високопродуктивних сортів, удосконалення культури землеробства, застосування науково обґрунтованих норм добрив у системі сівозмін, внесення органічних і мінеральних добрив, засобів захисту

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, високоякісного і своєчасного виконання  
всіх технологічних операцій, нових технологій, гібридів насіння, потужнішого  
обладнання тощо.

**УДК 338.43.02**

## **РОЗВИТОК АПВ З ТОЧКИ ЗОРУ ЕКОНОМІЧНОЇ ПОЛІТИКИ ДЕРЖАВИ**

**Волошко Д.О. здобувач вищої освіти першого рівня;  
Кравченко Ю.М. к.е.н., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

Аналіз поточного стану сільського господарства дозволив зробити такі висновки: Україна все ще не має вертикальної інтеграції сільського господарства та промисловості, про що свідчить споживання промислових товарів іноземного виробництва, та відсутність конкурентоспроможних виробництв агротехніки та агрохімії на території України.

Наразі Україна вимушена імпортувати необхідні для сільського господарства товари на суму від 4 до 5 млрд доларів, що у структурі імпорту, складає від 4% до 7% загального імпорту [1, 2]. До переліку таких товарів входять: засоби захисту рослин; азотні, фосфорні, калійні та комплексні добрива; насіння різних видів культур; сільськогосподарська техніка, устаткування та запчастини [1]. Найбільш погана ситуація у виробництві засобів захисту рослин, як зазначає Міністерство аграрної політики та продовольства України, цей вид товарів у нас в країні майже не виробляється, а його дефіцит на внутрішньому ринку складає приблизно 1,1 млрд доларів [1]. Схожа ситуація і з комплексними добривами, виробництво яких оцінюється у 0,1 млрд доларів, а споживання за рахунок імпорту дорівнює 1,1 млрд доларів [1]. Виробництво сільськогосподарської техніки теж у дуже занедбаному стані, і дорівнює 0,2 млрд доларів, при імпорті тракторів на суму в 1,2 млрд доларів [1]. Нажаль немає точної статистики по комплектуючим та запасним частинам для техніки, і можна лише робити свої оціночні прогнози, які будуть доволі не точними. Але, статистичні данні що до амортизації та віку техніки, кажуть про доволі погану тенденцію, і нажаль, відновлення тракторів відбувається за рахунок імпортних деталей. Доволі непогана ситуація виглядає у виробництві азотних добрив та посівного матеріалу, але є над чим працювати в задоволенні внутрішнього попиту та розбудові експортного потенціалу.[1]

Також постає питання глибокої переробки товарів сільського господарства, для задоволення потреб домогосподарств, та ведення зовнішньоекономічної діяльності. Вирішення цієї проблеми пов'язано з інтенсивним типом розвитку сучасного АПВ, та актуалізує необхідність проведення промислової політики.

Економічна політика минулих років призвела до критичних дисбалансів у промисловості, які змушують Україну експортувати товари з низькою доданою вартістю, імпортуючи товари з високою доданою вартістю [2]. Це спричиняє

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 хронічний дефіцит рахунку поточних операцій, та виступає основною причиною поступової девальвації гривні відносно інших валют [3]. Відсутність продуктивних робочих місць спонукає населення до трудової міграції в інші країни, і такий тренд спостерігається саме у країнах, яку не мають промисловості [2].

Схоже на те, що для розв'язання складної ситуації, доведеться використовувати політику субсидування, протекціонізму та імпортозаміщення, таким чином, формуючи ландшафт агропромислового сектору, та промисловості в цілому. Міністерство аграрної політики та продовольства України розробило стратегію розвитку АПВ.[1]

Постають питання лише до доцільності деяких частин стратегії, та розмірів видатків. Але, якщо згадати досвід минулих стратегій, реалізація плану - найважчий етап, який потребує значних інвестицій та зусиль.

### Список використаних джерел

1. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Презентація "Стратегія розвитку агропромислового комплексу". URL: <https://minagro.gov.ua/investoram/prezentatsiia-stratehiia-rozvytku-ahropromyslovoho-kompleksu>
2. The Atlas of Economic Complexity. URL: <https://atlas.cid.harvard.edu/explore?country=228&queryLevel=location&product=undefined&year=2021&productClass=HS&target=Product&partner=undefined&startYear=undefined>
3. Національний банк України. Платіжний баланс у вересні 2024 року URL: [https://bank.gov.ua/files/ES/State\\_m.pdf](https://bank.gov.ua/files/ES/State_m.pdf)

УДК 336.027-336.025

## КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В УМОВАХ ВІЙНИ

Кравченко Ю.М. к.е.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізована корпоративна соціальна відповідальність бізнесу під час війни, розглянуті основні аспекти державної підтримки корпоративної соціальної відповідальності бізнесу та необхідність внесення змін до Концепції реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року*

Війна в Україні кардинально змінила умови функціонування бізнесу. В зв'язку з бойовими діями, населення було змушене евакуюватися, бізнес змінити локацію, низка підприємств працює під численними обстрілами, залишаючись в місцях постійного перебування. Для великої чисельності підприємств соціальна відповідальність стала засобом подолання численних викликів війни, надаючи допомогу населенню, що постраждало, допомагаючи військовим,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 переорієнтували виробництво у відповідність до сучасних потреб.

Протягом війни в Україні встигли сформуватися одразу декілька особливостей, які відрізняють КСВ у нашій країні від інших. Така трансформація відбувається у двох напрямках – зовнішньому та внутрішньому. За зовнішнім напрямом бізнес докладає потужних зусиль у сприянні забезпеченню Збройних Сил, допомозі ВПО, українцям, які опинились у складних життєвих обставинах (зокрема тим, хто зазнав шкоди, завданої бойовими діями, ворожими терористичними актами, тимчасовою окупацією).

Внутрішня КСВ не менш значуща для бізнесу, ніж зовнішня, і пов'язана з репутацією компанії. Якщо раніше КСВ переважно була пов'язана з потребою залучення персоналу вищої кваліфікації і створення умов для повнішого розкриття його потенціалу, то з розгортанням повномасштабної війни КСВ стала загальноприйнятною цінністю та політикою компаній, яка стосується всіх співробітників. Війна позбавляє людей відчуття безпеки та контролю над обставинами, має значний вплив на фізичне та психічне здоров'я, люди змушені перебудовувати свою ідентичність у складних умовах, намагаючись відновити хоча б контроль над власним життям. Протягом перших кількох місяців війни багато хто потребував допомоги з переїздом та евакуацією, а також фінансової, психологічної та юридичної підтримки – тож люди розраховували на допомогу компаній, у яких працюють [1].

Орієнтація зовнішньої політики України на інтеграцію у Європейський Союз обумовлює скерування розвитку КСВ у відповідності до стандартів ЄС. Тому державна підтримка повинна бути спрямована на визначення основних напрямків національної стратегії КСВ, активне стимулювання наукових досліджень та розроблення практичних рішень для розвитку соціально-відповідального суспільства [2].

Процес розвитку в Україні соціально відповідального бізнесу потребує активної участі держави, яка визначає розвиток соціально відповідального бізнесу одним із пріоритетів державної політики. Тому розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 січня 2020 р. № 66-р було схвалено Концепцію

реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року .

Реалізація державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу та здійснення заходів, спрямованих на реалізацію Концепції, сприятимуть наданню більшості вітчизняних суб'єктів господарської діяльності можливості покращити ділову репутацію на міжнародних ринках, запроваджуючи практику відповідального ставлення до своїх працівників та партнерів, а в довгостроковій перспективі - покращити репутацію та імідж держави.

Україна, як і кожна країна, що приєдналася до Декларації ОЕСР, запроваджує політику соціально відповідального бізнесу. Основними принципами Декларації ОЕСР є забезпечення захисту прав людини, зайнятості населення, охорони навколишнього природного середовища, розкриття інформації щодо діяльності суб'єктів господарської діяльності, боротьби з

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 доходами, одержаними злочинним шляхом, захисту інтересів споживача, розвитку науки і техніки, захисту конкуренції та прозорості оподаткування. Зазначені принципи застосовуються в усіх сферах діяльності та схвалюються урядами держав, які приєдналися до Декларації ОЕСР.

Метою Концепції є створення нормативно-правової бази та здійснення заходів для впровадження міжнародних стандартів ведення соціально відповідального бізнесу в діяльність суб'єктів господарської діяльності для забезпечення сталого розвитку України та підвищення суспільного добробуту.

У Концепції окреслено коло проблем та запропоновано способи подолання цих проблем, а саме [3]:

надання суб'єктам господарської діяльності рекомендацій стосовно удосконалення стратегії їх діяльності щодо безпеки та охорони праці, охорони навколишнього природного середовища та залучення таких суб'єктів до участі в удосконаленні законодавства у галузі охорони праці та законодавства з питань поводження з відходами;

заохочення суб'єктів господарської діяльності до проведення відкритої політики щодо розкриття інформації, зокрема фінансової та нефінансової, публікації звітів щодо реалізації стратегії розвитку та діяльності суб'єкта господарської діяльності, підвищення рівня знань працівників з питань соціальної відповідальності, а також підвищення рівня нетерпимості до корупції в різних її проявах;

забезпечення співпраці центральних та місцевих органів виконавчої влади з суб'єктами господарської діяльності у питаннях боротьби із корупцією, надання неправомірної винагороди, захисту конкуренції, прозорого оподаткування;

надання суб'єктам господарської діяльності рекомендацій щодо залучення центральних та місцевих органів виконавчої влади для захисту інтересів споживача, зокрема запобігання і боротьби із недоброчесними маркетинговими практиками та шахрайством;

проведення інформаційно-просвітницьких кампаній, зокрема тренінгів та мотиваційних зустрічей працівників суб'єкта господарської діяльності з уповноваженими представниками, які відповідають за впровадження соціально відповідального бізнесу, органів державної влади чи органів місцевого самоврядування, громадського сектору щодо заохочення до свідомого вибору добросовісної поведінки;

стимулювання та заохочення суб'єктів господарської діяльності до розвитку науки і технологій, виробництва інноваційної продукції, впровадження інновацій у промисловість;

поширення інформації про розвиток соціально відповідального бізнесу, яка базується на міжнародному досвіді та завданнях, визначених у стратегічних та програмних документах для підвищення суспільного добробуту та досягнення Цілей сталого розвитку.

З розв'язанням повномасштабної війни, виникло ціле коло проблем, які необхідно відобразити в Концепції, та зазначити способи їх подолання. Бізнес надає допомогу військовим та громадянам, які постраждали від бойових дій,

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 необхідно й з боку держави надати соціально- відповідальному бізнесу допомогу в цій справі та заохочувати їх в такій необхідній для суспільства підтримці.

### **Список використаних джерел**

1. Корпоративна соціальна відповідальність під час війни та в повоєнному відновленні. URL: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/sotsialna-polityka/korporatyvna-sotsialna-vidpovidalnist-pid-chas-viyny-ta-v>
2. Соціальна відповідальність бізнесу в Україні. Лучко Г. Й. ЕКОНОМІКА ТА СУСПІЛЬСТВО Випуск # 67 / 2024 URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/4805/4745/>
3. Кабінет Міністрів України. Розпорядження від 24 січня 2020 р. № 66-р Київ. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/66-2020-%D1%80#n8>

### **УДК 338.4**

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ**

**Філімонов Ю.Л., канд. екон. наук, доцент;  
Зонова К.В. здобувач вищої освіти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано ефективність виробництва продукції рослинництва у сільськогосподарських підприємствах України.*

В аграрному секторі економіки ефективність також набуває різних форм прояву. У вітчизняних наукових виданнях в першу чергу досліджується економічна ефективність та її види [1-4]. У літературі систему показників економічної ефективності зерновиробництва обґрунтовують двома підходами: ресурсним і витратним [5-6].

Ефективність виробництва зерна – це досягнення найвищих кінцевих результатів продуктивності за кількісними і якісними характеристиками у відповідності з обґрунтованим оптимумом витрат живої і уречевленої праці.

Незважаючи на надважкі умови праці аграріїв під час воєнного стану, ми можемо констатувати нарощення виробництва зерна в Україні, навіть з урахуванням значного спаду у 2022 р. Так, в середньому на рік приріст виробництва зернової продукції становить 4 млн т., а у 2021 р. у всіх категоріях господарств було вироблено 86 млн. т зерна. Обсяг виробництва зерна у всіх категоріях товаровиробників скоротився у 2022 р. у порівнянні з 2015 р. на 10,4, в у порівнянні з 2021 р. – на 37,4 %.

При аналізі категорій господарств слід відмітити, що вищі темпи скорочення виробництва зерна притаманні господарствам населення – 15,2 %, проте у воєнному 2022 р. більше постраждало і скоротилось виробництва зерна у підприємствах – майже на 40 %. У 2015-2021 рр. слід відзначити, що



Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 господарства населення поступово втрачали частку виробництва зерна – 3,7 % через брак техніки, технологій тощо. У 2022 р. підприємства скоротили питому вагу свого виробництва через пошкодження або знищення частини їх ресурсного потенціалу, міграцію робочої сили.

Протягом останніх 7 років найбільш значимими зерновими культурами в нашій країні були пшениця та кукурудза. При цьому, якщо валовий збір пшениці за досліджуваний період скоротився на 21,9 %, то кукурудзи, навпаки, виріс на 12,3%. Дещо зросли врожаї ярої пшениці – на 38,3 %, ярого жита – на 22,7%, гречки – на 15,3 і квасолі – на 22,7%. При цьому значно скоротилися обсяги виробництва проса – у 2,2 рази, ячменю – на 41,2 %, гороху – на 31,3%. Протягом 2022 р. обсяги виробництва гороху скоротились вдвічі, проса – у 2,1 рази, ячменю – на 40,6 %, жита – на 47,1 %, а пшениці – на 35,5 %, що в цілому призвело до скорочення валового збору зернових і зернобобових культур на 37,4%.

Найбільшими виробниками зерна продукції у 2022 р. були Полтавська – 5,1 млн. т, Чернігівська – 4 млн. т, Кіровоградська – 3,9 млн. т, Черкаська – 3,7 і Вінницька – 3,6 млн. т. Найбільших темпів приросту виробництва зерна за цей період досягнуто у Львівській – 39,4 %, Житомирській – 36,1, Волинській – 27,9, Рівненській – 27,4 і Чернівецькій – 27,1 %. Найбільші темпи скорочення виробництва зерна у 2022 р. природньо спостерігались у Херсонській області – майже у 25 разів, у Луганській – більш ніж у 5 разів, у Запорізькій – у 5 разів і у Донецькій – у 4 рази.

Впродовж досліджуваного періоду в Україні має місце тенденція підвищення урожайності більшості зернових і зернобобових культур. Так, у 2022 р. у порівнянні з 2015 р. урожайність зернових і зернобобових культур в цілому зросла на 11,4 %, в тому числі гречки – на 22,0, жита – на 19,3, квасолі – на 17,8, кукурудзи – на 11,2, ячменю – на 9,2 %. У порівнянні з 2021 р. відмічається значний спад урожайності зернових і зернобобових – на 15,0 %, в тому числі по кукурудзі – на 17,3, а по озимій пшениці – на 13,2 %, що найбільше позначилось на динаміці галузі в цілому.

Аналізуючи вплив посівних площ зернових культур в господарствах нашої країни на їх урожайність у 2022 р., відмітимо чітку прямо пропорційну залежність. У групі господарств, де посівні площі більші за 3000 га, результативний показник на 68,1 % вищий, ніж у тих, де їх висівали менше, ніж на 100 га і становить 61,2 ц/га, що є достатньо високим показником. Чітка тенденція зростання урожайності внаслідок розширення посівних площ культури спостерігається і при виробництві ячменю.

За досліджуваний період вартість виробленого зерна в Україні у постійних цінах 2016 р. зменшилась на 7,8 %, в тому числі за 2022 р. – на 28,0 %. Якщо у 2015 р. продукція зернової підгалузі становила 42,7 % продукції рослинництва, то у 2022 р. – тільки 41,3, хоча у 2021 р. – 47,3 %.

У 2022 р. у порівнянні з 2015 р. ціни реалізації зерна зросли у 2,2 рази, в тому числі вівса і гречки – у 2,6, а зернобобових культур – лише на 49,2 %. Протягом 2022 р. слід звернути увагу, з одного боку, на значне подорожчання рису – на 45,9 і гречки – на 32,9 %, а з іншого – зниження цін на пшеницю – на

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
5,2 %, ячмінь – на 3,9 % та зернобобові – на 2,8 %.

При реалізації зернових та зернобобових культур слід відмітити зниження показників розмаху цін у 2022 р. у порівнянні з 2015 р. на 6 %, а у порівнянні з 2020 р. – на 17 %, що свідчить про певну стабілізацію цін протягом 2022 р. Аналізуючи темпи приросту цін реалізації зерна по місяцях приходимо до висновку про те, що найвищими вони були у вересні – у 2,3, жовтні – 2,4, а також у січні – у 2,6 рази, квітні-травні – 2,3 рази.

У 2022 р. у порівнянні з 2021 р. ціни на зерно зростали з жовтня по квітень наступного року, а в літній період навіть знизились. Тобто, це ще раз підтверджує той факт, що аграріям слід вишукувати можливості реалізації продукції зі сховищ або елеваторів, і в останню чергу з-під комбайна.

Якщо у 2021 р. 1 % підприємств продавали пшеницю за ціною нижче 4 тис. грн, то в 2022 р. їх було 10,1 %; лівову ж її долю було продано у 2021 р. за ціною 6-8 тис. грн, а в 2022 р. – за 4-6 тис. грн. При реалізації кукурудзи продовж останніх двох років склалася подібна ситуація. Основний обсяг ячменю як у 2021, так і в 2022 р. було продано за цінами 4-6 тис. грн, проте у 2022 р. частка господарств, що продали його по 6-8 тис. грн скоротилась майже на 10 %. Отже, в умовах значного подорожчання паливно-мастильних матеріалів, мінеральних добрив, засобів захисту рослин, такі ціни є вкрай неприйнятними для сільськогосподарських товаровиробників з точки зору покриття витрат і ведення розширеного відтворення зернової галузі.

Крива рентабельності виробництва зерна за 2012-2020 рр. є достатньо строкатою, але має висхідну тенденцію із щорічним приростом близько 1 %.

Найбільш рентабельними видами продукції в Україні були соняшник і зернові та зернобобові культури. Проте, на нашу думку, рівень рентабельності виробництва зерна в Україні є недостатнім для ведення сучасного бізнесу з урахуванням високого рівня ризику.

Сьогодні найбільш актуальним і дієвим шляхом підвищення ефективності виробництва зернових і зернобобових культур є комплекс таких основних заходів:

- покращення використання земельних угідь, зокрема ріллі;
- підвищення родючості орних земель;
- впровадження комплексної механізації і автоматизації зерновиробництва;
- поглиблення спеціалізації та розвиток концентрації виробництва;
- раціональне використання виробничих фондів і персоналу;
- впровадження інтенсивних та ресурсозберігаючих технологій;
- підвищення якості і зберігання зерна;
- використання інноваційних прогресивних форм організації виробництва і оплати праці;
- державна підтримка аграрних товаровиробників.

Важливими агротехнологічними факторами розвитку і прогресу зернової галузі України є:

- удосконалення матеріально-технічної забезпеченості виробництва;
- продукування високоврожайних сортів посівного матеріалу;

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024

- оптимізація доз внесення органічних і мінеральних добрив;
- використання науково обґрунтованих сівозмін, оптимально насичених зерновими культурами і раціональним їх розміщенням у посівах.

Зниження негативного впливу зовнішніх для господарств чинників на ефективність виробництва зернових культур в Україні імовірно завдяки конструктивній і дієвій державній підтримці аграрного сектору, допомозі міжнародних партнерів у покращенні ситуації, що склалася навколо вітчизняного зерна. Основні шляхи розв'язання цієї проблеми можна розподілити наступним чином:

- забезпечення аграрних товаровиробників насінням, паливно-мастильними матеріалами, генераторами та технікою;
- стабілізація військово-політичної ситуації;
- забезпечення безпечних умов праці завдяки розмінуванню посівних площ, максимізація посівів сільгоспкультур в безпечних регіонах України;
- впровадження інноваційних технологій у виробництво і зберігання сільськогосподарських культур.

Очевидно, що в повоєнні часи постане низка питань щодо:

- оптимізації структури зернового господарства;
- відновлення потенціалу зерновиробництва;
- ресурсного і фінансового забезпечення зернової галузі;
- визначення масштабів внутрішніх потреб в зерні та продуктах переробки;
- обсягів експорту і витрат на нього;
- відновлення інфраструктури агробізнесу тощо.

Отже, заходи щодо підвищення ефективності виробництва зерна всіма аграрними товаровиробниками у повоєнний час повинні бути організованими скерованими відповідними державними органами влади на формування необхідних параметрів розвитку аграрного сектора України.

### **Список літератури**

1. Андрійчук В.Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу: підручник. Київ.: КНЕУ, 2013. 779 с.
2. Андрійчук В. Г. Ефективність діяльності аграрних підприємств: теорія, методика, аналіз: монографія. Київ.: КНЕУ, 2005. 292 с.
3. Петрига О. М., Яворська Т. І., Прус Ю. О. Економіка аграрного підприємства: навчальний посібник. Мелітополь: Вид-во Мелітопольська типографія «Люкс», 2016. 498 с.
4. Рогач С.М., Суліма Н.М., Гуцул Т.А., Ярема Л.В. Економіка сільського господарства: навчальний посібник. Київ: ЦП "Компринт", 2018. 517 с.
5. Гаража О.П. Розвиток та напрями підвищення ефективності зерновиробництва сільськогосподарських підприємств України. Економіка та суспільство. 2021. № 27.
6. Гуторова О.О., Стасенко О.М. Господарський механізм ефективного виробництва зерна в сільськогосподарських підприємствах: теорія та практика: монографія. Харк. нац. аграр. ун -т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ХНАУ, Федорко, 2014. 242 с.

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМНИЦТВА В УКРАЇНІ

**Шелудько Л.В.** канд. екон. наук, доцент; **Засядько А.В.** здобувач вищої освіти

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано стан та окреслено перспективи розвитку аграрного підприємництва в Україні.*

Основною організаційною формою підприємницької діяльності виступає підприємство як суб'єкт, в рамках якого відбувається поєднання капіталу і праці в народному господарстві. Підприємництво як явище, інституція, механізм соціально-економічної взаємодії спрямований на пошук інноваційних напрямів створення додаткової вартості і додаткового продукту [1-2].

Аграрний сектор економіки характеризується потужним ресурсним потенціалом, здатним забезпечити населення країни продуктами харчування а промисловість цінною сировиною, проте має низку особливостей, що впливають зі специфіки аграрного виробництва: сезонність і природно-кліматичні умови, значна тривалість виробничого циклу, нестабільна цінова політика, низька інвестиційна привабливість галузі, проблеми кредитування, низький рівень розвитку виробничої та ринкової інфраструктури [3-4].

Розвиток економіки України в значній мірі залежить від стану і ефективності підприємництва в аграрному секторі, від розвитку суб'єктів господарювання в АПК. Науковцям і практикам слід звернути увагу на мотивацію розвитку агропромислового виробництва, а державі – на тотальну і довгострокову підтримку агробізнесу, сільського населення і територій.

Найвищі темпи скорочення виробництва у 2022 р. у порівнянні з 2021 р. можна спостерігати у зерновій і соняшниковій підгалузі – 37,4 і 30,9 % відповідно, а також в овочівництві – 24,4 %. Відносна стабільність обсягів виробництва мала місце при виробництві картоплі, де темп скорочення валового збору становив 2,1 %, а в буряківництві – 8,4 %.

Господарства населення поступово відходять від вирощування зернових і зернобобових культур, соняшника, цукрового буряка через відсутність сучасної техніки і прогресивних технологій. Проте вони нарощують частку виробництва овочів і картоплі у порівнянні з 2010 р. на 6,0 і 0,5 % відповідно а у порівнянні з 2021 р. – на 8,2 і 0,2 %.

Вартість валової продукції аграрного сектора у постійних цінах 2016 р. скоротилась у 2022 р. у порівнянні з 2021 р. на 25 %, у тому числі рослинництва – на 28, а тваринництва – на 12 %. Протягом останнього року вартість виробленої продукції у підприємствах скоротилася на 28 %, тоді як у господарствах населення на 18,6 %, в тому числі у галузі рослинництва відповідно на 31,5 і 19,4 %, а тваринництва – на 8,2 і 16,4 % відповідно.

Вартість виробленої продукції рослинництва у 2022 р. порівняно з 2019 р.

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 зменшилась на 22,4 %, що здебільшого відбулося через скорочення вартості зернових та зернобобових культур на 28,1 %, а також технічних – на 17,7 % і кормових культур – на 18,3 %. При порівнянні з 2021 р. має місце ще більш строкате скорочення вартості валової продукції – на 28,0 % або на 162,3 млрд грн, в тому числі по зернових – на 37,1 %, технічних – на 19,7, картоплі, культурам овочевим та баштанним – на 14,0 %.

Урожайність переважної більшості культур в підприємствах значно перевищує показники господарств населення. Найвищі показники в обох категоріях господарств були отримані у 2021 р. Протягом останнього року дослідження слід відмітити підвищення урожайності цукрових буряків і картоплі у підприємствах на 13,8 і 3,9 % відповідно, а також картоплі у господарствах населення – на 4,4 %. Найбільший спад результативних показників у підприємствах спостерігався при виробництві овочів – на 32,8, зернових і зернобобових культур – на 15,2 % і соняшника – на 12,5 %.

Протягом восьми останніх років середні ціни на деякі види продукції рослинництва виросли більш, ніж вдвічі, зокрема на зернові культури – у 2,2 рази, олійні – у 2,0 рази, а овочі – у 2,8 рази. Разом з тим значно збільшився як діапазон цін на продукцію, так і їх розмах протягом року. Так, у 2022 р. розмах цін по місяцях року становив при реалізації плодів і ягід 6,2 рази, овочів – 3,4, а картоплі – 2,5 рази.

За період 2015 – 2020 рр. рівень рентабельності всіх без виключення видів продукції знизився, причому при виробництві винограду на 109,1 %, цукрових буряків – на 41,2, а соняшника – на 39,0 %. Найвищі рівні досліджуваного показника по всіх видах продукції суб'єкти господарювання отримали у 2015 р., після чого мало місце значне зниження ефективності господарювання у галузі. Найбільш рентабельними культурами в Україні в останні роки залишаються соняшник, зернові та зернобобові, а найбільш збитковими – цукровий буряк і виноград.

Ми ще раз вимушені констатувати, що найбільш прибутковим за останні 15 років був 2021 р. Так, чистий прибуток аграрних підприємств у 2022 р. збільшився у порівнянні з 2010 р. у 5 разів, а у порівнянні з 2021 р. – зменшився майже втричі. Якщо у 2021 р. 89 % господарюючих суб'єктів отримали у якості фінансового результату прибуток, що більше, ніж у 2010 р. майже на 20 %, то у 2022 р. їх частка становила вже 79 %, що на 10 % менше. Прибуткові підприємства змогли за досліджуваний період збільшити обсяг прибутку у 5,6 рази, проте ця величина була вдвічі меншою за показник 2021 р. В той же час підприємства, що отримували збиток погіршили показники збитковості, оскільки обсяг збитків зріс у 2022 р. у порівнянні з 2010 р. у 7,7 рази, з них у 4,6 рази тільки впродовж 2022 р.

Основу поживного балансу рослин господарства формують за рахунок азотних добрив, частка яких превалює, хоча і скоротилась із 80,1 % у 2000 р. до 66,3 % у 2022 р. В цілому використання добрив аграрними підприємствами України щороку зростає: в 2022 р. порівняно з 2000 р. було використано майже в 5,5 разів більше азотних, у 2,5 рази – фосфорних і у 16 разів більше калійних добрив. Напруженою є ситуація із використанням органічних добрив: за 2000-

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 2022 рр. кількість внесеної органіки і дози внесення з розрахунку на гектар посівної площі скоротились у 3 рази.

Одним з основних факторів виробництва якісної і конкурентоспроможної аграрної продукції є інтенсифікація галузі за рахунок використання засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників, які подекуди можуть дати приріст урожаю у 25-30 %. Якщо врахувати, що 2022 р. не був типовим в аграрному секторі через воєнний стан, то можна зробити висновок про наявність позитивної тенденції щодо обсягів використаних пестицидів.

Для підвищення ефективності здійснення підприємницької діяльності у аграрному секторі економіки і зростання конкурентоспроможності господарств держава має створити відповідні умови і механізми стимулювання. Основними напрямками підтримки аграріїв, на нашу думку, повинні стати стимулювання малих форм аграрного підприємництва, зокрема фермерських господарств і господарств населення; стимулювання агробізнесу щодо виробництва необхідних населенню видів продукції, що не відрізняються надмірною рентабельністю.

Політику державного регулювання агросектора нашої держави, на наше переконання, слід базувати на таких напрямках: надання прямої фінансової допомоги аграрним товаровиробникам, які виробляють продукцію рослинництва і, особливо, тваринництва; дотаційна політика насінництва, спрямована на зниження цін на насіннєвий матеріал; розвиток селекції і насінництва з метою підвищення конкурентоздатності українських сортів і гібридів; обґрунтоване бюджетне фінансування розроблених цільових програм; використання і вільний доступ до пільгового кредитування.

### **Список літератури**

1. Перспективні форми організації господарської діяльності на селі : наук. доп. / кол. авт.: Ю. О. Лупенко та ін. ; Нац. наук. центр «Інститут аграрної економіки». Київ : ІАЕ, 2019. 114 с.
2. Розвиток малих аграрних підприємств у ринковому інституційному середовищі: індикатори та ефективність / Ю. О. Лупенко та ін. ; за ред. О. Г. Шпикуляка; Нац. наук. центр «Інститут аграрної економіки». Київ : ІАЕ, 2017. 204 с.
3. Калетнік Г. М., Прутська Т. Ю. Трансакційні витрати підприємницької діяльності в агробізнесі. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. 2014. № 2 (88). С. 3-10.
4. Гончарук І. В., Томашук І. В. Державне регулювання розвитку ресурсного потенціалу сільських територій: загальні аспекти. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. 2018. № 4. С. 19-30.

## УПРАВЛІННЯ ВИТРАТАМИ ЯК СКЛАДОВА ЕКОНОМІЧНОГО МЕХАНІЗМУ ПІДПРИЄМСТВА

**Катрич Б.С. здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 051 «Економіка», Мещеряков В.Є. к.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

Управління витратами має вирішальне значення в управлінні розвитком підприємства в умовах невизначеності, оскільки воно дозволяє бізнесу ефективно розподіляти ресурси та підтримувати фінансову стабільність, незважаючи на мінливі умови. Визначаючи та контролюючи витрати, підприємства можуть мінімізувати ризики, пов'язані з непередбачуваною динамікою ринку, та забезпечити операційну стійкість. Крім того, ефективне управління витратами забезпечує гнучкість для інвестицій в інновації та адаптацію до нових викликів, позиціонуючи підприємство для сталого зростання в умовах невизначеності.

В умовах війни в Україні підприємства стикаються зі зростаючим тиском, щоб адаптуватися до мінливих економічних умов і залишатися життєздатними. Інтегруючи практики стратегічного управління витратами, підприємства можуть зміцнити свої економічні механізми, вдосконалити процеси прийняття рішень та побудувати фундамент для сталого зростання.

Управління витратами С.Голов розглядає як принципово нову систему, яка дає змогу відстежувати, аналізувати та контролювати витрати [1]. На думку О. Ємельянова, О. Курило та Т. Петрушки, управління витратами підприємства є цілеспрямованим впливом суб'єктів управління на процеси утворення витрат для доведення їхньої величини до такого рівня, за якого максимізується обсяг тих фінансових результатів діяльності підприємства, які відповідають певному виду витрат [2].

Комплексне поєднання різних компонентів управління витратами забезпечує гармонійний підхід до оптимізації витрат, що дозволяє підприємству ефективно використовувати ресурси та підвищувати прибутковість. Синергія між аналізом, плануванням, контролем і оцінкою ефективності створює гнучку систему, здатну адаптуватися до змінних умов ринку та мінімізувати ризики (табл. 1).

Управління витратами є невід'ємною складовою внутрішнього економічного механізму підприємства, оскільки воно забезпечує раціональне використання ресурсів і підтримує фінансову стабільність. Через аналіз витрат, планування та контроль підприємство формує ефективну систему управління, що дозволяє визначати ключові точки зниження собівартості та підвищення ефективності. Ці процеси впливають на всі рівні економічного механізму, починаючи від виробництва і закінчуючи реалізацією продукції, інтегруючись з іншими управлінськими функціями, такими як бюджетування, управління фінансами та ціноутворення.

*Таблиця 1* Компоненти управління витратами як складової внутрішнього економічного механізму підприємств

Компонент	Зміст	Ціль	Інструменти та методи
Аналіз витрат	Збір, систематизація та оцінка витрат підприємства	Виявлення резервів для зниження витрат, визначення неефективних витрат	АВС-аналіз, факторний аналіз, порівняльний аналіз
Планування витрат	Встановлення цілей та обмежень витрат на основі прогнозів і стратегічних завдань	Формування бюджету підприємства, забезпечення раціонального використання ресурсів	Бюджетування, прогнозування, план-графіки
Контроль витрат	Перевірка фактичних витрат порівняно з плановими показниками	Виявлення відхилень і вжиття коригувальних заходів	Контрольні листи, звіти про виконання бюджету, КРІ
Управління витратами	Прийняття рішень для оптимізації витрат залежно від зовнішніх і внутрішніх умов	Зниження собівартості продукції, підвищення ефективності використання ресурсів	Реструктуризація, автоматизація процесів, управління ланцюгами постачання
Оцінка ефективності	Визначення результатів управління витратами	Оцінка впливу заходів з управління витратами на фінансові та операційні показники	Фінансові коефіцієнти, ROI, аналіз прибутковості

Взаємозв'язок між управлінням витратами і внутрішнім економічним механізмом проявляється також у створенні конкурентних переваг. Зниження неефективних витрат підвищує рентабельність і забезпечує підприємству більшу фінансову гнучкість, необхідну для розвитку та інвестування. Завдяки оптимізації витрат підприємство може адаптуватися до змін ринкових умов і впроваджувати інноваційні рішення, що сприяє довгостроковому зміцненню його позицій на ринку. Таким чином, управління витратами не лише доповнює, а й зміцнює внутрішній економічний механізм підприємства, сприяючи його сталому розвитку.

#### **Висновок.**

Таким чином, управління витратами відіграє ключову роль в економічному механізмі підприємства, виступаючи фундаментальним інструментом забезпечення його фінансової стабільності, конкурентоспроможності та довгострокового успіху. У динамічному та все більш складному ринковому середовищі ефективно управління витратами дозволяє підприємствам оптимізувати розподіл ресурсів, зменшити неефективність та підвищити прибутковість.

#### **Список використаних джерел**

1. Голов С.Ф. Управлінський облік: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2021. 534 с.
2. Ємельянов, О., Курило, О., Петрушка, Т. Механізм, методи та способи управління витратами підприємств як інструменти підвищення ефективності їх господарської діяльності. *Економіка та суспільство*. 2022. Вип. 38. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-58>



## ДОСВІД ЄВРОПЕЙСЬКИХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАЛЬНИХ КОМПАНІЙ У ВПРОВАДЖЕННІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Щекланова А.О., здобувач ВО, Бабан Т.О., к.е.н., доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою дослідження є вивчення досвіду європейських електропостачальних компаній щодо технічного забезпечення, особливостей модернізації електромереж, впровадження цифрових технологій, забезпечення сталого розвитку енергетичної сфери економіки.*

Енергетика є важливою сферою, яка забезпечує розвиток економіки та добробут громадян. Україна направлена на інтеграцію з ЄС, та європейським ринком енергетики зокрема. На державному рівні поступово впроваджуються директиви ЄС, які стосуються ринку енергетики, розвитку екологічних енергоресурсів, створення енергоефективності та сталого розвитку економіки. Тому корисним є досвід європейських електропостачальних компаній щодо забезпечення та оновлення активів, впровадження сучасних технологій.

Забезпечення активами електропостачальних компаній у країнах Європи має ряд характерних рис, пов'язаних з високими стандартами енергоефективності, інтеграцією відновлюваних джерел енергії та регуляторними вимогами.

У багатьох країнах Європи мережі електропередач і основні активи є власністю держави або регіональних органів, а приватні компанії займаються їхнім управлінням і технічним обслуговуванням. Це дозволяє державі контролювати стратегічно важливі об'єкти інфраструктури.

Терміни служби основних засобів у Європі часто вищі через впровадження технологій, що дозволяють продовжити експлуатацію інфраструктури. Разом з тим компанії активно оновлюють активи, щоб відповідати екологічним стандартам.

Європейський Союз вимагає від компаній дотримання директив щодо декарбонізації та енергоефективності. Зокрема, країни-учасниці ЄС повинні забезпечувати доступність «зелених» активів та відповідність нормам ESG (Environmental, Social, Governance) – екологічні, соціальні та управлінські стандарти.

Європейські країни мають суворі регуляторні рамки щодо управління енергетичною інфраструктурою. Наприклад, Директива про енергетичний ринок (EU Energy Market Directive) встановлює стандарти для забезпечення надійності та ефективності енергосистем. Екологічні норми та стандарти щодо зменшення викидів вуглецю та впровадження чистих технологій впливають на структуру та модернізацію активів.

Європейські компанії приділяють значну увагу управлінню життєвим циклом своїх активів. Проведення обов'язкового планового технічного обслуговування та своєчасна модернізація дозволяють продовжити строк

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 експлуатації. Для прогнозування зносу та оптимізації витрат на обслуговування використовуються аналітичні інструменти (аналіз даних). Також компанії активно інвестують у заміну застарілих елементів інфраструктури на сучасні аналоги. Це включає розумні електромережі (smart grids), що покращують ефективність і надійність енергопостачання.

Особливу увагу приділяють цифровізації та інтелектуалізації мереж (Smart Grids, для забезпечення автоматизованого управління енергетичними потоками та зниження операційних витрат. Впровадження смарт-лічильників дає можливість моніторити споживання енергії в реальному часі. Для оптимізації роботи мережі та забезпечення надійності постачання використовується система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)

Європейські електропостачальні компанії активно інвестують у відновлювані джерела енергії (ВДЕ):

– Сонячні та вітрові електростанції: значні капітальні витрати спрямовуються на будівництво та експлуатацію сонячних та вітрових ферм.

– Гідроенергетика та біоенергетика: інвестиції у гідроелектростанції та біоенергетичні об'єкти також є важливою складовою активів [1].

Для підключення сонячних, вітрових та інших відновлюваних джерел енергії європейські електропостачальні компанії розширюють мережеву інфраструктуру. Це вимагає інвестицій у підстанції, кабельні лінії та системи зберігання енергії (наприклад, акумулятори).

За даними SolarPower Europe сонячна енергія може забезпечити досягнення кліматичних цілей ЄС у коротко-, середньо- та довгостроковій перспективі. Сценарії 100% переходу на відновлювані джерела призводять до нижчих витрат на одиницю енергії та показують, що досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року є більш економічно ефективним [4].

Постійні інвестиції в дослідження та розробки сприяють оновленню активів:

– Впровадження нових матеріалів та технологій сприяють підвищенню ефективності електропостачання та зниженню витрат;

– Дослідження в галузі енергозбереження, розробка методів зменшення витрат енергії під час транспортування та розподілу.

Забезпечення сучасним обладнанням та технікою вимагає значних фінансових ресурсів, джерелами яких для європейських електропостачальних компаній можуть бути: державне та приватне фінансування (комбінація державних субсидій, європейських грантів та приватних інвестицій для фінансування великих проєктів; партнерства та консорціуми (співпраця між різними компаніями та державними установами для спільної реалізації інфраструктурних проєктів).

Захист критично важливих активів є пріоритетом як для енергетичних компаній, так і в цілому для країн та ЄС. Одним з аспектів є кібербезпека – захист цифрових систем від кіберзагроз для забезпечення безперебійної роботи мережі. Інший аспект – це фізична безпека (охорона об'єктів від фізичних загроз, включаючи терористичні атаки та природні катастрофи).

Європейські енергетичні компанії часто працюють на міжнародних

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 ринках, що вимагає дотримання глобальних стандартів (міжнародні стандарти ISO, впровадження стандартів управління якістю, екологією та безпекою). Також організована співпраця з іншими європейськими країнами для оптимізації енергетичних потоків та забезпечення стабільності мереж.

Наразі все актуальнішим стає питання зміни клімату, які впливають на стратегії управління активами енергетичних компаній. Це вимагає модернізації інфраструктури (підсилення енергетичної інфраструктури для витримки екстремальних погодних умов) та впровадження зеленої енергетики (збільшення частки відновлюваних джерел енергії для зменшення залежності від викопних палив та зменшення викидів парникових газів).

Стала енергетична безпека є ключем до добробуту Європейського Союзу. Забезпечення активами електропостачальних компаній Європи є складним і багатогранним процесом, який поєднує інновації, регуляторні вимоги, стратегічні інвестиції та орієнтацію на стійкість. Ці особливості дозволяють європейським компаніям підтримувати високу надійність енергопостачання, адаптуватися до змін ринку та технологічних трендів, а також сприяти екологічній та соціальній відповідальності.

### **Висновок.**

Найважчий досвід та стратегії розвитку електроенергетики ЄС в напрямку модернізації енергосистеми та переходу на відновлювальні джерела енергії дозволять Україні планувати і моделювати майбутнє власних енергетичних систем та прогнозувати темпи розвитку галузі. Європейські тренди мають надати позитивний поштовх для розвитку локальних ринків та сприяти зростанню бізнесу українських компаній як в межах нашої країни, так і за кордоном.

Україні необхідно відбудовувати свою систему енергопостачання відповідно до моделі, що була розроблена Світовим банком для досягнення економічного відновлення та виконання поставлених довгострокових кліматичних цілей, забезпечуючи при цьому свою енергетичну безпеку. Необхідно скорочувати залежність від викопного палива (скорочення та відмови до 2035 р. від виробництва електроенергії з вугілля); збільшувати використання відновлюваних джерел енергії та систем накопичення енергії для заміни теплової генерації та потужностей з виробництва енергії з відновлюваних джерел, які були зруйновані протягом війни. Інвестиції у відбудову енергоємних галузей повинні здійснюватися з урахуванням принципу мінімізації споживання енергоресурсів, тобто зниження енергоємності виробництва, наближення до європейського рівня.

Необхідність розвитку відновлюваних джерел енергії та прискоренні енергетичного переходу – це ключовий аспект зміцнення енергетичної безпеки країни. Така енергія, при правильній організації ринку, є більш дешевою для споживачів. Надлишки електрики можна буде продавати на ринку ЄС.

### **Список використаних джерел**

1. Європейський зелений курс: можливості та загрози для України. Аналітичний документ. URL: <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf>

- Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024
2. Курсом на Європу: як Україні підвищити надійність енергосистеми та завоювати частку ринку ЄС. URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/yak-ukrajini-pidvishchiti-nadiynist-energositsemi-ta-zavoyuvati-chastku-rinku-yes-12250659.html>
  3. Розвиток енергосистеми Європи до 2050 року. URL: <https://avenston.com/articles/europe-power-future-2050/>
  4. Шлях Європи до чистої енергії. URL: <https://avenston.com/articles/path-to-clean-energy/>

УДК 339.1

## РОЗРОБКА МАРКЕТИНГОВОЇ СТРАТЕГІЇ В УМОВАХ ДІДЖИТАЛІЗАЦІЇ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Єрохова М.А., магістр

*Державний біотехнологічний університет*

*Метою даної статті є аналіз ключових аспектів розробки маркетингових стратегій в умовах діджиталізації.*

Діджиталізація економіки включає в себе усі галузі суспільного життя, змінюючи не тільки бізнес-концепцію, а й підходи до взаємодії зі споживачами. У сучасних умовах підприємства вимушені переоцінити свої маркетингові стратегії, об'єднуючи цифрові інструменти та модернізовані технології для досягнення високих конкурентних переваг.

Діджиталізація – послідовне запровадження цифрових технологій у всі аспекти економіки. Для маркетингу це свідчить про перехід до сучасних форм взаємодії зі споживачами, таких як соціальні мережі, електронна торгівля та використання аналітичних інструментів.

Ключовими змінами, які діджиталізація впроваджує у нинішній маркетинг, є:

- автоматизація процесів взаємодії та комунікації зі споживачами;
- збільшення рівня персоналізації маркетингових підприємств;
- спроможність вірного вимірювання результативності стратегій.

Є немало різних процесів для розробки маркетингової стратегії в умовах діджиталізації з якими працюють сучасні маркетингологи, основні з них такі:

– аналіз ринку та споживачів: застосування цифрових інструментів, соціальних мереж та CRM-системи, уможливають одержувати точні дані відносно споживачів;

– визначення мети: послідовне формування мети, яка має містити зростання розпізнання бренду, підвищення продажів та залучення більше нових клієнтів;

- обирання мереж для взаємодії зі споживачами;
- розробка стратегії для контенту;
- аналіз результативності.

Вагому роль у розробці маркетингової стратегії виконують такі сучасні

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024  
інструменти цифрового маркетингу:

– CRM-системи для керування взаємозв'язків та взаємодію підприємства з клієнтами. Об'єднує інформацію в одному місці про клієнтів, автоматизує маркетингові процеси та облегшує комунікацію. Система є різноманітною у функціонуванні та робить суцільну картину відомостей відносно клієнтів для більш персоналізованого та результативнішого маркетингу;

– SEO : дає можливість комплексно вивчати продуктивність сайту, робити перевірку його рейтингу за головними словами, з'ясувати можливі покращення контенту та відстеження технічних помилок, які можуть погано впливати на рейтинг сайту;

– Соціальні мережі – невід'ємний елемент модерного маркетингу, а засоби керування ними, наприклад Buffer, дуже полегшує працю. Вони надають спроможність будувати плани на публікації, простежувати за коментарями, робити аналіз про залучення аудиторії, що перш за все важливо для побудови упізнання бренду;

– Аналітичні інструменти (Google Analytics) надають деталізовані дані про дії користувачів на сайті, розкривають джерела трафіку;

– Реклама в соціальних мережах таких, як Google Ads, Facebook, Instagram прогнозує більш вірогідно таргетувати рекламні об'яви, що будуть відображатися виключно зацікавленим у нашій продукції споживачам.

Сучасна маркетингова стратегія має найбільше значення прогресу підприємств в умовах діджиталізації, адже наведені стратегії посилює розпізнання бренду, притягує більше нових споживачів та посилюють взаємозв'язки з існуючими. Із вірною побудованою маркетинговою стратегією підприємства мають змогу результативно надавати конкуренцію на ринку з меншим бюджетом.

### **Висновок.**

Маркетингова стратегія в умовах діджиталізації має незмінний взаємозв'язок з кожним споживачем, має змогу швидко удосконалювати взаємодію, а цифрові інструменти дають змогу сформувавши ретельний план реалізації маркетингової стратегії, завдання якої є заохочення до змін за допомогою соціальних мережів, контент стратегії та інших сучасних інструментів маркетингової стратегії. Підтверджено, що при розробці маркетингової стратегії слід приділяти уваги виключно на нетрадиційні інструменти, оскільки за модернізованими технологіями тримається майбутнє і на сьогоднішній день вже є мало зичайних показів фото або відео товару, оскільки споживачі бажають якомога більшої взаємодії з ним, що і доказує потребу у застосуванні сучасних методів для розробки маркетингової стратегії.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Молодь і технічний прогрес в АПВ  
МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
26-27 листопада 2024 року



Державний біотехнологічний університет  
Факультет мехатроніки та інжинірингу

Матеріали публікуються у авторському варіанті

Відповідальний за випуск

Р.В. Антощенко

Редактор

І.В. Галич

Комп'ютерний набір та верстка:

Наукове товариство здобувачів вищої освіти  
факультету мехатроніки та інжинірингу

---

Формат 64x84 1/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Times New Roman.