



23-24 листопада
2023

Матеріали міжнародної
науково-практичної конференції

«Молодь і технічний прогрес в АПВ»



Факультет мехатроніки та інжинірингу
Державний біотехнологічний університет
ХАРКІВ, Україна
2023 р.

<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»

23-24 листопада 2023 року

<https://agromaster.info>

Харків – 2023

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.; **Aivars Aboltins** – leading researcher of Institute of Engineering and Energetics, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Dr.sc.eng.; **Viktorija Zagorska** – director of Plant Protection Institute, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Dr.sc.eng.; **Pawel Kielbasa** – head of the Department of Machine Operation, Ergonomics and Production Processes, Faculty of Production and Power Engineering, Hugo Kołłątaj University of Agriculture in Krakow, Poland, PhD, professor.

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 ФМІ ДБТУ, к.т.н., доцент; **Антощенко Роман Вікторович** – заступник голови оргкомітету, голова науково-технічної ради ФМІ ДБТУ, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, д.т.н., професор; **Адамчук Валерій Васильович** – директор Інституту механіки та автоматизації 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; **Булава Сергій Іванович** – інженер з агротехнологій 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, автомобілів та біоенергоресурсів 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., доцент; **Артёмов Микола Прокопович** – завідувач кафедри оптимізації технологічних систем рослинництва ДБТУ, д.т.н., професор; **Богомолів Олексій Васильович** – завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, д.т.н., професор; **Пастухов Валерій Іванович** – завідувач кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ, д.т.н., професор; **Кравченко Ольга Михайлівна** – завідувачка кафедри глобальної економіки ДБТУ, д.е.н., доцент; **Пак Андрій Олегович** – завідувач кафедри фізики та математики ДБТУ, д.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; **Мандич Олександра Валеріївна** – голова ради молодих вчених ДБТУ, д.е.н., професор; **Галич Іван Васильович** – заступник декана ФМІ, ст. викладач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, к.т.н., доцент; **Мікла Ігор Анатолійович** – здобувач вищої освіти спеціальності 208 Агроінженерія ДБТУ; **Колодяжний Іван Олександрович** – аспірант кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБТУ.

Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 листопада 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 621 с.

Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування.

© Державний біотехнологічний університет, 2023

© Факультет мехатроніки та інжинірингу, 2023

Зміст

До питання автоматичного регулювання теплового стану поршнів автотракторних двигунів.....	25
Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Івашенко О. М. магістр.....	25
Біогаз як високоефективне пальне для транспортних засобів	27
Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Бутенко І.А., магістрант	27
Слонова трава – альтернативне джерело енергії.....	29
Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Вишнівецький М.М., магістрант	29
Сучасні біоенергетичні технології.....	31
Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Заїдзе М.Т., магістрант	31
Підвищення ефективності навантаження цукрового буряку за рахунок кулачково-планчатого живильника навантажувача	34
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Сидоренко А.С., магістрант	34
Підвищення показників функціонування МТА за рахунок використання планетарної муфти зчеплення та пневмогідравлічного пружного елемента	35
Горяшин Д. І., Давидов Д. Г., магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.....	35
Підвищення продуктивності агрегату за рахунок повного використання тягового зусилля трактора	37
Давидов Д. Г., Горяшин Д. І., магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.....	37
Підвищення ефективності навантаження цукрового буряку в технологічному процесі збирання	39
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Сидоренко А.С., магістрант	39
Вимірювання тягового зусилля на гаку трактора з використанням інформаційних технологій	40
Лебедев С. А., канд техн наук, Козлов Ю. Ю., Лебедев А. Т., д-р техн наук, проф., Коробко А. І., д-р техн наук, доц.....	40
Підвищення ефективності роботи біогазової установки за рахунок барботажного перемішування біомаси в метантенці	42
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Дейнека В.Г., магістрант	42
Підвищення ефективності роботи біогазової установки.....	43
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Дейнека В.Г., магістрант	43
Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках.....	44
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Шкиря О.В., магістрант	44
Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках.....	45
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Шкиря О.В., магістрант	45

Підвищення ефективності виконання транспортно-вантажних робіт під час перевезення плодоовочевої продукції універсальними транспортними засобами.....	46
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Антіпін К.В., магістрант.....	46
Підвищення ефективності виконання транспортно-вантажних робіт під час перевезення плодоовочевої продукції універсальними транспортними засобами.....	47
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Антіпін К.В., магістрант.....	47
Зниження пошкодження бульб картоплі в технологічному процесі збирання	48
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Карталиш К.В., магістрант.....	48
Зниження пошкодження бульб картоплі при збиранні.....	49
Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Карталиш К.В., магістрант.....	49
Імпорт та стан виробництва сільгосптехніки в Україні	51
Антощенкова В. В. д.е.н., доц., Антощенко В. М. к.т.н., доц., Антощенко Р.В., д.т.н., проф.	51
Дослідження впливу інтенсивності зношування розподільного валу на ефективність роботи впускної системи двигуна внутрішнього згорання ..	55
Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Дідус С.С., магістр	55
Підвищення паливної економічності двигуна внутрішнього згорання шляхом застосування водної інжекції.....	58
Галушко Д. О., Малько В. В. магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.....	58
До питання модернізації системи живлення дизельного двигуна магістрального автомобіля-тягача	60
Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Хмелевський Д.Є. слухач магістратури.....	60
Підвищення ефективності використання трактора подвійного призначення забезпеченням заданого ресурсу гусеничного рушія.....	62
Галушко Д. О., Малько В. В. магістри, І. А Фабричнікова к.т.н., доц.	62
До питання автоматизації процесів керування коробкою передач легкового автомобіля.....	64
Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Яхно О.О. слухач магістратури	64
Особливості використання біодизеля в умовах сільськогосподарського виробництва	66
Толмазов Д.А., ЗВО,Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук	66
До питання удосконалення привода керування зчепленням автотранспортних засобів.....	69
Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Луговой О.П. слухач магістратури	69

Впускна система двигуна внутрішнього згорання як об'єкт діагностування	71
Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Дідус С.С., магістр	71
До питання удосконалення конструкції приладів керування пневматичного гальмового привода	73
Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Сапа В.С. слухач магістратури	73
Основні проблеми технічної експлуатації системи рециркуляції відпрацьованих газів (egr) ДВЗ	75
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Погожин О.Р., магістрант	75
Пневмотестер для діагностування ЦПГ бензинових ДВЗ	78
Ревуцький Ю.В., Гриненко С.С., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук	78
Аспекти удосконалення конструкцій біогазових установок	81
Скляр О.Г., к.т.н., доцент; Скляр Р.В., к.т.н., доцент	81
Розробка механотронної системи адаптивного керування турбонаддувом двигуна ММЗ-Д-260.4	85
Крилевський Б.С., магістр, Макаренко М.Г., доцент	85
Результати розрахункового дослідження сил, що діють на голку розпилювача форсунки при упорскуванні	86
Гриненко С.С., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук	86
Вдосконалення системи ведення трактора ХТЗ-160 по заданій траєкторії	89
Миргород М.Р., магістр, Макаренко М.Г., доцент,	89
Діагностичне забезпечення тракторів 8R John Deere	91
Мигаль В.Д., д.т.н., професор, Шубна А.В., Піщулін А.Ю., Нікітін М.А., магістранти.....	91
Бортові системи інтелектуального автомобіля	93
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Шубна А.В., Піщулін А.Ю., Нікітін М.А., магістранти.....	93
Аналіз та напрями удосконалення теплообмінників біогазових установок	95
Скляр Р.В., к.т.н., доцент Акулов В.Д., аспірант	95
Обґрунтування конструкції геліосушарки з використанням відновлюваних джерел енергії	98
Болтянський Б.В., к.т.н., доцент, Болтянська Л.О., к.е.н., доцент	98
Сиротюк С.В., к.т.н., доцент, Коробка С.В., к.т.н., доцент.....	98
Особливості експлуатації вантажних автомобілів при різних кліматичних умовах	100
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Пахомов О.О., магістрант	100
Обґрунтування вибору методів та способів діагностування ДВЗ	103
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Гасенко Д.І., магістрант	103

Щодо найчастіших несправностей системи живлення дизельних двигунів	105
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Гасенко Д.І., магістрант	105
Визначення періодичності технічного обслуговування дизелів при роботі на біодизелі.....	108
Толмазов Д.А., ЗВО,Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук	108
Типові конструкції тягово-зчіпних пристроїв автомобілів.....	110
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Спасьонов М.Є., магістрант	110
Способи і адаптери для приєднання компресографа до дизельного двигуна	113
Ревуцький Ю.В., ЗВО,Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук	113
Природа прояву відмови системи рециркуляції відпрацьованих газів (EGR) ДВЗ	116
Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Погожин О.Р., магістрант	116
Технічні засоби для збирання цибулі	119
Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Учаєв М.П., студент, Перерва О.О., магістрант, Токар С.О., магістрант.....	119
Параметричне моделювання процесу отримання бджолиного воску	120
Харченко О.М., Аспірант	120
Динаміка молотка ротора екстрактора перги у полі відцентрових сил....	123
Белих О.В., Аспірант.....	123
Дослідження технологічного процесу дозування зернових компонентів та теоретичне обґрунтування оптимальних параметрів машини	127
Сиромятніков П.С., доцент, Геворкян Г.Л., магістрант	127
Удосконалення технологічного процесу дозування концентрованих кормів та теоретичне обґрунтування параметрів решітного дозуючого пристрою	129
Сиромятніков П.С., доцент, Бессарабов Д.А., магістрант	129
Дослідження умов стабільності функціонування фронтального плуга без опорного колеса	131
Петров Г.А., аспірант	131
Розробка конструкції спіраль-но-гвинтового дозатора мікроелементів ...	132
Юзовицький С.І., Чернов О.Ю., Вернигора В.С., Сметана А.Ю., Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Семенцов В.В.....	132
до Питання дозування концентрованих кормів та теоретичне обґрунтування параметрів наддозуючого бункеру.....	134
Сиромятніков П.С., доцент, Криворучко Т.О., магістрант	134
Енергозберігаючий змішувач сипучих кормів.....	136
Астапов В.Г., Перепелиця О.О., Кучма К.В., Козел А.І. Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Семенцов В.І.	136

Структурно-агрегатний склад ґрунту за різних технологічних заходів при вирощуванні буряків	138
Сиромятников Ю.М., к.т.н.	138
Передумови до розробки підбирача мульчі з рядків картоплі, яка вирощується під соломою	142
Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лубченко О.В., аспірант.....	142
До питання створення технічних засобів для подрібнення та розкидання валків соломи	144
Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Назаренко В.І., магістрант, Носов В.В., магістрант Письмак В.В., магістрант	144
Технологічні умови сівби зернових культур за ресурсозберігаючою технологією MINI-TILL	145
Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лубченко Є.В., аспірант, Калашник В.В., магістрант	145
Удосконалення технічного забезпечення вібросепарації насіння сільськогосподарських культур	147
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Піх Є.О., асп., Іващенко А.В., магістрант	147
Дослідження енерговитрат обчисувального пристрою	149
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Засуха Д.О., магістрант	149
Аналіз та напрямки підвищення ефективності культиваторів.....	151
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Нестерцов О.Ю., магістрант, Ніколаєнко О.Є. магістрант.....	151
Аналіз силової взаємодії диска з ґрунтом.....	153
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Волковський О.М., аспірант	153
Аналіз робочих зон сепарувальних каналів при очищенні зерна	155
Абдуєв М.М., к.т.н., доц., Єліференко А.С., магістрант, Обозний М.О., магістрант, Ткач Б. К., магістрант	155
Особливості післязбиральної обробки зернових культур при зміні їх врожайності та якості під впливом кліматичних умов	157
Бакум М.В., к.т.н., доц., Козій О.Б., к.т.н., доц., Михайлов А.Д., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл, Приходько В.С., магістрант	157
Підвищення продуктивності процесу сепарації насіння на робочих поверхнях віброплощинних насінноочисних машин	159
Козій О.Б. , к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл, Крекот М.М., к.т.н., доц., Мартиросян М.Б., магістрант, Кузьменко С.О., магістрант, Медоян П.С., магістрант.....	159
Підвищення продуктивності сепарації насіння на решетах.....	161
Бакум М.В., к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл, Мартиросян М.Б., магістрант, Половенченко І.М., магістрант	161

Узагальнена ознака сепарації компонентів насіннєвої суміші горошку посівного на віброфрикційному сепараторі.....	163
Михайлов А.Д., к.т.н., доцент, Бакум М.В., к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Осинкін О.О., магістрант	163
Сепарація насіннєвої суміші гречки на вібраційній насіннеочисній машині	166
Михайлов А.Д., к.т.н., доцент., Бакум М.В., к.т.н., доц., Лазебний М.В., магістрант, Дорошенко Д.О., магістрант	166
Спільний посів гороху та пшениці: сталий сільськогосподарський підхід	170
Станіславенко А.В., аспірант	170
Аналіз роботи радіального вентилятора з використанням програмного пакету ANSYS CFX.	172
Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський А.П., аспірант Зеленський О.П., аспірант.....	172
Підвищення курсової стійкості плоскорізного агрегату із змінною шириною захвату.....	175
Мельник В.І. док. техн. наук, проф. , Чигрина С.А. інж.	175
Динаміка машинно-тракторних агрегатів шляхи покращення продуктивності.....	178
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Пастухова К.В., магістрант	178
Методи контролю параметрів руху мобільних агрегатів при динамічних випробуваннях	180
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Пастухова К.В., магістрант	180
Впровадження прогресивних комбінованих машино-тракторних агрегатів в перспективних енергозберігаючих технологіях.....	183
Мельник В.І. д.т.н., проф., Габрук А.Ю., магістрант	183
Організація фірмового сервісу сільськогосподарської техніки.....	185
Анікеев О.І. к.т.н., доц., Гриценюк А.А., магістрант.....	185
Система обробітку ґрунту після багаторічних трав та непарових попередників.....	187
Анікеев О.І. к.т.н., доц., Гриценюк А.А., магістрант, Приходько В.П. магістрант	187
Обґрунтування використання технологій обробки ґрунту	189
Анікеев О.І. к.т.н., доц., Приходько В.П. магістрант	189
Оцінки рівня техніки при розробці технологічної блочно-варіантної системи машиновикористання в землеробстві	191
Анікеев О.І. к.т.н., доц., Сломінцев М.В. магістрант, Оберемко Є.О. магістрант	191

Ефективність використання техніки при збиранні ранніх зернових культур	193
Анікеев О.І. к.т.н., доц., Фігура А.О. магістрант, Приходько В.П. магістрант	193
Український ринок органічних добрив: перспективи	195
Романашенко О.А., доц., Колеснік О.С. магістрант	195
Аспекти економії енергоресурсів та збереження цілісності навколишнього середовища	198
Романашенко О.А., доц., Дьяконов С.О. к.т.н., доц., Гайдамака В.Є., магістрант.....	198
Залежність врожайності сільськогосподарських культур від родючості ґрунту	201
Романашенко О.А., доц., Німець О.М., магістрант	201
Земельні ресурси як важлива екологічна компонента навколишнього середовища	203
Романашенко О.А., доц., Філіпась О.В., магістрант.....	203
Світова тенденція виробництва мінеральних добрив	205
Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Пархоменко А.С. магістрант	205
Диференційне внесення добрив	207
Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Пархоменко А.С., магістрант	207
Визначення норм внесення добрив в ґрунт	209
Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Рибальченко С.В., магістрант.....	209
Підготовки карти - завдання поля для диференційного внесення мінеральних добрив	211
Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Рибальченко С.В., магістрант.....	211
Налаштування і оцінка якості роботи машин щодо внесення твердих мінеральних добрив	213
Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Ладний В. Ю. магістрант	213
Огляд обрисувачів для диференційного внесення ядохімікатів	216
Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Ладний В. Ю. магістрант	216
Аналіз машин з диференційного внесення твердих мінеральних добрив .	218
Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Батура С.М. магістрант	218
Екологічні проблеми застосування мінеральних добрив	220
Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Батура С.М. магістрант	220
Підвищення ефективності роботи решетного стану зерноочисної машини при підготовці насіння озимої пшениці	222
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант	222
Характеристика машин для поділу сипких сумішей	224
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант	224

Класифікація вібраційних сепаруючих машин з плоскими ситами та приводів робочих органів	227
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант	227
Підвищення ефективності очищення запиленого повітряного потоку аспіраційними системами стаціонарними зерноочисними машинами	231
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Бабаєв Р.М., магістрант.	231
Теоретичні дослідження гвинтового циклону	234
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Бабаєв Р.М., магістрант.	234
Технологічний процес сепарації зерна на зерноочисних машинах на плоских підсвітних решетах зернових сепараторів.....	237
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Ноздрачова О.М., магістрант.....	237
Огляд досліджень впливу конструкції решета на процес сепарації.....	239
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Ноздрачова О.М., магістрант.....	239
Підвищення ефективності роботи зернового сепаратора з модернізацією циліндричних решет	241
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кльосова (Лозова) А.К., магістрант.....	241
Підвищення ефективності післязбиральної обробки зерна.....	243
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кльосова (Лозова) А.К., магістрант	243
Підвищення ефективності сепарації зерна на плоских решетах зерноочисних машин	246
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Козоріз С.Є., магістрант	246
Аналіз технічних рішень, що застосовуються для очищення плоских решет	248
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Козоріз С.Є., магістрант	248
Вдосконалення процесу післязбиркової підготовки насіння пшениці.....	250
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Прудкий В.М., магістрант	250
Технологічні лінії для післязбиральної обробки насіння	252
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Прудкий В.М., магістрант.....	252
Способи боротьби з ущільненням ґрунту	256
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Клименко І.О. магістрант	256
Умови експлуатації транспортних засобів в сільськогосподарських підприємствах	259
Владіміров І.В., магістрант, Іванов Д.Р., магістрант	259
Раціональне поєднання різних видів транспорту при перевезенні сільськогосподарських вантажів	261
Ємельяненко С.О., магістрант, Ванін Ю.М., магістрант	261
Вибір транспортних засобів в залежності від умов транспортування при перевезенні сільськогосподарських вантажів	263
Радіонов К.В., магістрант, Бакало В.В., магістрант	263

Аналіз засобів збирання льону олійного.....	265
Букарєв Д. В., магістрант.....	265
Аналіз констукцій обчісувальних жниварок.....	267
Д. В. Алесін, магістрант.....	267
Процес взаємодії обтікача обчісувальної жниварки.....	269
Д. В. Алесін, магістрант, Пахучий А. М., к. т. н., доц.	269
Елементи теорії визначення профілю ґрунтообробного диска.....	271
Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кравченко М.В., магістрант	271
Шляхи підвищення ефективності використання серійних зернових сівалок	274
Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кравченко М.В., магістрант	274
Основні особливості пневматичного способу подачі добрив до робочих органів машин, призначених для розсівання мінеральних добрив.....	277
Колодяжний І.О, аспірант	277
Продовольчі запаси домогосподарств як фактор виживання в надзвичайних ситуаціях. обґрунтування підбору продуктів харчування .	279
Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М., Канаяма Рене, Винник-Чаплинський М.О. студент, к.т.н., доцент Черепньов І.А.	279
Мехатронна система керування напрямом руху.....	282
Скуратов О. С., Митько С. О., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.	282
Вібробудник прямолінійних коливань.....	284
Мазунін М.О. студ., Рева Ю.В. асп.	284
Автономний сільськогосподарський мобільний робот.....	285
Савченко Ю. С., Скуратов О. С., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.....	285
Autofarming.....	287
Бондар О. С., Савченко Ю. С., Кісь В. М., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.	287
Блокування диференціалів трансмісії багатовісної колісної машини	289
Борисенко С. А., Бондар О. С., Кісь В. М., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.	289
Розробка системи автоматичного блокування рушіїв.....	291
Ганноченко Д. В., Борисенко С. А., Никифоров А. О., ст. викл., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.	291
Обґрунтування конструкції електричного трактора.....	294
Мікла І. А., Кісь О. В., Галич І. В., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.	294

Підвищення ефективності функціонування сільськогосподарських агрегатів покращенням точності руху	296
Зуб В. О., Войтенко І. В., Фабричнікова І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	296
Підвищення точності вимірювання параметрів колісних та гусеничних машин при випробуваннях	298
Данець М. В., Харужев Г. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	298
Покращенням стійкості причіпної сільськогосподарської машини	301
Світличний А. А., Зуб В. О., Черепньов І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	301
Підвищення тягових показників трактора зниженням буксування рушіїв	303
Харужев Г. В., Світличний А. А., Фабричнікова І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	303
Підвищення точності визначення позиції машини розробкою датчика динаміки колеса	306
Войтенко І. В., Ганноченко Д. В., Галич І. В., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	306
Вібробудник прямолінійних коливань.....	308
Мазунін М.О. студ., Рева Ю.В. асп.	308
Проектування процесів підвищення якості продукції підприємства	309
Ждан Є.В. студ., Никифоров А. О., ст. викладач.....	309
Показники ефективності тракторів сільськогосподарського призначення	311
Митько С. О., Хижняк В. С., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	311
Розроблення моделі контролю об'єктів машинобудування на базі системи машинного зору	313
Сіромашенко О.Ю. студ., Никифоров А. О., ст. викладач.....	313
Роботизований транспортний засіб AGROVER.....	315
Хижняк В. С., Бойко Р. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	315
Ринок електротракторів зросте втричі через 10 років	317
Кісь О. В., Вернигора В. С., магістри, Антощенко Р. В., д.т.н., проф., Антощенко В. М. к.т.н., доц.	317
Розробка та оцінка системи напівактивної підвіски для тракторів	321
Бойко Р. В., Кусков М. А., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	321
Розроблення моделі динаміки сфероробота з внутрішньою платформою, що має чотири омніколеса	323
Тарасенко О.Ю. студ., Никифоров А. О., ст. викладач.....	323

Дослідження динаміки робота з диференціальним приводом з урахуванням полікомпонентного контактного тертя	324
Вернигора В. С., Никифоров А. О., ст. викладач.....	324
Безпілотні трактори: перспективи розвитку.....	325
Кісь О. В., Сметана А. Ю., магістри, Антощенко Р. В., д.т.н., проф., Антощенко В. М. к.т.н., доц.	325
Внутрішній аудит як інструмент мінімізації ризиків у сільському господарстві.....	329
Радченя С.І. студ., Никифоров А. О., ст. викладач.....	329
Історія та сучасність електротрактора	331
Кісь О. В., Мішньов Д. В., магістри, Антощенко Р. В., д.т.н., проф. Антощенко В. М. к.т.н., доц.	331
Інтенсифікація процесу сепарації зернового матеріалу в зерноочисних машинах	335
Тарасенко О.Ю. студ, Лук'яненко О.В. асп.	335
Техногенний вплив на ґрунт мобільних енергетичних засобів	336
Світличний О. В., Задорожний В. П., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	336
Обґрунтування техніко-технологічних параметрів обладнання для подрібнення зерна.....	339
Сіромашенко О.Ю. студ., Рева Ю.В. асп.	339
Динамічні та тягово-енергетичні показники повнопривідної тягово-транспортної машини	340
Череватенко Г. І, Сміцков Д. С., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	340
Розробка системи автоматичної керування трансмісією трактора.....	344
Задорожний В. П., Кусков М. А., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	344
Підвищення точності вимірювання параметрів функціонування сільськогосподарських агрегатів.....	348
Сміцков Д. С., Череватенко Г. І, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	348
Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів рулонного прес-підбирача.....	352
Майстренко А.О., студ., Лук'яненко О.В. асп., Лук'яненко В.М.	352
Огляд гібридних електричних архітектур транспортно-розвантажувальних та сільськогосподарських машин	353
Кісь О. В., Світличний О. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.....	353
Удосконалення процесу транспортування мінеральних добрив гвинтовим живильником	357
Сівірін Д.С. студ., Кісь В.М. к.т.н., доц.	357

Оптимізація використання ґрунтообробних агрегатів за допомогою баластування колісних тракторів	358
Беззубенко В.І. студ., Галич І.В. к.т.н., доц., Антощенко Р.В., д.т.н., проф.	358
Підвищення стійкості руху МТА шляхом застосування активних систем стабілізації.....	359
Вусик А.А. студ., Галич І.В. к.т.н., доц.....	359
Удосконалення процесу "Маркетингові дослідження" системи управління якістю ВАТ "Електромашина"	360
Майстренко А.О. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.....	360
Удосконалення технологічного процесу підготовки насіння соняшнику з розробкою живильного пристрою вібраційної машини.....	363
Мазунін М.О. студ., Лук'яненко В.М. к.т.н., доц.....	363
Мехатронні системи для смугового обробітку ґрунту	367
Гайдамака В.Є., студ., Науковий керівник - доцент Романащенко О.А.	367
Бойові вибухові речовини як джерело забруднення та основні напрямки організації проведення рекультивациі ґрунтового покриття	370
Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М. ¹ , Сукало М.Л. аспірант ² , Півень Д.А. студентка ³ , к.т.н., доцент Черепньов І.А. ³	370
Вплив соціальних мереж на життя молоді України.....	374
Мезенцева І.О., доцент, Османова О.В., асистент, Мартиненко О.Г., студент	374
Проблемні питання щодо організації заходів з цивільного захисту населення в сільській місцевості.....	377
Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М. ¹ , Савченко І.О. ¹ аспірант, к.т.н., доцент Черепньов І.А. ² , Колокольніков В.О. студент ²	377
Educational component as a way of improving status of labor safety of mechanical building industry of Ukraine	380
Vambol S.O., professor, Mezentseva I.O., associate professor, Liu Yujun, master	380
Визначення критичної кутової швидкості обертання горизонтального циліндричного решета.....	382
Коваленко В.В., к.т.н. Богданович С.А.	382
Критерії вибору і довговічність привідних втулочно-роликкових ланцюгів відкритих передач	384
Кравченко М.І., к.т.н. Богданович С.А.	384
Визначення середньої осьової швидкості переміщення частинки по циліндриній поверхні решета	386
Немикін А.В., к.т.н. Богданович С.А.	386

Числові експерименти з генерації коливань субміліметрового діапазону варизним BINN	391
Стороженко І. П., д.ф.-м.н, професор, Сіренко П. О., к.фіз.вих.....	391
Дослідження пористості крупи гречаної від різних виробників	395
Пак А.В., к.т.н., доцент, Григор'єв А.В., магістр, Пак А.О., д.т.н., доцент ..	395
Матрична модель розвитку популяції з урахуванням вікової структури.	399
Щербань А.Е. здобувач 1-го курсу бакалаврського рівня освіти, Масленніков Д.І. канд. фіз.-мат. наук, доцент (науковий керівник).....	399
Features of physical and mathematical modeling of technical systems in modern conditions.....	403
Levkin D., Candidate of Engineering Science, Associate Professor;	403
Peregnyak H., 1-st year student, specialty 275 "Transport technologies"	403
Моделювання зростання біомаси с/г культур	405
Масленніков Д.І., к. фіз.-мат. н., доцент, Масленнікова В.В., канд. ек. наук, доцент	405
Mathematical modeling of non-stationary vibrations of laminated shells with a complex shape at impact loading	409
Stanislav Tikhonov, Diana Starykova, Students, Natalia Smetankina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ievgeniia Misiura, PhD, Associate Professor, Kateryna Kren, PhD, Associate Professor	409
Стійкість пологих оболонок лінійно-змінної товщини при теплових навантаженнях.....	411
Меркулова А.І., аспірантка	411
Дослідження вибору оптимального методу відновлення деталей машин.	414
магістрант Є.С. Бережний, доцент В.А. Бантковський.....	414
Дослідження застосування ремонтних композиційних матеріалів для відновлення деталей машин.....	417
магістрант С.О. Кобець, доцент В.А. Бантковський	417
Дослідження способів відновлення робочих поверхонь валів	421
магістрант А.А. Шевченко, доцент В.А. Бантковський	421
Використання плазмового напилення для нанесення захисних покриттів	425
Артеменко А.Г., магістрант.....	425
Порошкові полімерні покриття як альтернативний спосіб захисту металів від корозії	427
магістрант А.О. Дружченко, доцент В.А. Бантковський	427
Дослідження параметрів технологічного процесу відновлення прецизійних пар гідророзподільника.....	431
магістрант Є.С. Бережний, доцент В.А. Бантковський.....	431

Дослідження способів відновлення плужних лемішів	434
Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Полунін М.В. магістрант	434
Аналіз розмірних параметрів відновлювальних поверхонь валів техніки АПК	438
Кошовий В.С., Москаленко Д.В., здобувачі освіти, керівник Науменко О.А.	438
Дослідження виникнення процесу пороутворення під час процесу ЕШН	440
аспірант А.В. Захаров, д.т.н., доцент І.М. Рибалко	440
Дослідження експлуатаційних характеристик детонаційно -газових покриттів на відновлених клапанах ДВЗ	443
Дерябкіна Є.С. к.т.н., доцент; Задорожний В.О. магістрант	443
Дослідження теплостійкості сталі X105CRMO17	446
Клочко О.Ю., д.т.н., проф., Захожий Д.Г., магістрант	446
Визначення впливу параметрів комбінованої обробки на показники якості напилених газотермічних покриттів	447
Дерябкіна Є.С. к. т. н., доцент; Попов Д.Р. магістрант	447
Дослідження шорсткості поверхні деталей при нанесенні корозійностійких покриттів	450
Дерябкіна Є.С., к. т. н., доцент, Збіняков М. О.,здобувач вищої освіти СВО «Магістр»	450
Відновлення посадкових місць підшипників кочення у вузлах сільськогосподарської техніки полікомполімерними матеріалами	453
Дерябкіна Є.С., к. т. н., доцент, Гузовський В.З., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»	453
Особливості розмірного калібрування при відновленні посадкових отворів корпусних деталей	455
Дерябкіна Є.С., кандидат технічних наук, доцент, Гузовський В.З., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»	455
Підвищення експлуатаційної стійкості відновлювальних покриттів	458
Омельченко Л. В., к.т.н., ст. викладач; Мороховський Р.М., магістрант; Григоренко Є. М., магістрант	458
Дослідження способів підвищення довговічності нових лемішів наплавленням бар'єрних валиків	460
Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Діордійчук В.В. магістрант	460
Дослідження впливу розміру зерна на твердість низьковуглецевої сталі.	462
Клочко О.Ю., д.т.н., проф., Шнель В. Є., магістрант	462

Покращення якості та довговічності сталевих прокатних валків	463
Автухов А.К., д.т.н., проф., Ковалевський Є.В., апірант, Гульмамедов Р.Б. магістрант.....	463
Дослідження та розробка технології для роздавання втулок при допомозі електрогідравлічного ефекту	465
Сиромятніков П.С., доцент, Задніпровський О.О., магістрант	465
Дослідження впливу розміру зерна на властивості електротехнічної міді	467
Клочко О.Ю., д.т.н., проф., Абрамов Д.Д., магістрант	467
Особливості технології виробництва гнутих профілів з елементами подвійної товщини	468
Тришевський О.І., докт. техн наук, професор, Брик І.І., студент	468
До питання підвищення довговічності та втомної міцності деталей сільськогосподарської техніки за рахунок розробки технології обкатування роликми	472
Сиромятніков П.С., доцент, Коломієць І.С. магістрант	472
Методи відновлення і зміцнення деталей плунжерних пар.....	474
Тришевський О.І., д. т. н., Рожковий А.С., магістрант	474
Ефективне відновлення ресурсу гальмових барабанів дуговою металізацією	476
Автухов А.К., д.т.н., Стріляній М.О. магістрант	476
Основні дефекти і зношування деталей клапанної групи	477
Автухов А.К., д. т. н., професор, Титаренко О.О., магістрант	477
Структурні компоненти білих чавунів: ключовий фактор у властивостях та довговічності	479
Автухов А.К., д.т.н., проф., Ковалевський Є.В., апірант, Федорчук Р.С. магістрант.....	479
Відновлення складнопрофільних шліцьових і зубчастих поверхонь із нанесенням металу, що компенсує знос.....	481
Тришевський О.І., д. т. н., професор Гребенніков О.Я, магістрант	481
Відновлення циліндрів електроалмазним хонінгуванням	483
Тришевський О.І., д. т. н., Довгаль Т.І., магістрант	483
Підвищення надійності та довговічності карданних шарнірів машин та обладнання сільськогосподарського виробництва	484
Автухов А.К., д.т.н., проф., Косенко Є.В., магістрант	484
Технологічні особливості застосування вібрацій при механічній обробці	485
Солодовник Є.В. студент, Лисенко С.В. старший викладач, Мартиненко О.Д. к.т.н. доцент	485
Вплив термічної обробки вставки гільзи циліндра автотракторного двигуна на зносостійкість матеріалу.....	489
Іващенко С.Г., к.т.н., доц.....	489

Оптимізація порової структури фільтра на основі політетрафторетілену для підвищення ефективності очищення шахтного метану	491
Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Сухін І. С., магістр, Колеснік С. С., магістр...	491
Політетрафторетилен - застосування і тенденції розвитку	494
Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Марченко М.М., магістр	494
Аналіз впливу біопалива на тривалість служби паперових фільтруючих матеріалів.....	497
Калюжний О.Б., к.т.н., доцент, Махник А.С., магістр, Дараган М.Р., магістр	497
Класифікація пористих матеріалів за їх проникністю, визначеною за допомогою комп'ютерного моделювання.....	500
Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Колеснік С. С., магістр, Сухін І. С., магістр....	500
Аналіз досліджень енергетики подрібнення зерна	505
Богомолів О.В. д.т.н., проф., Ірклієнко В.І. к.т.н., Шуваєв М.С. асп., Ірклієнко Т.В. маг.....	505
Дослідження впливу величини і тривалості напруги на адгезійну міцність тіста	507
Гурський П.В., к.т.н., доц. ,Хухлей С.О., магістр	507
Дослідження змін температури модельної рідини в камері кристалізації маслоутворювача РЗ-ОУА з підвищенням його продуктивності.....	509
Гурський П.В., к.т.н., доц., Болдир Є. О., магістр.....	509
Сепарація насіння сої за пружними властивостями	512
Богомолів О.В., д.т.н., проф., Іващенко С.Г., к.т.н., доц., Бойко Е.В., аспірант, Науменко Е.В., аспірант, Бочарніков І.О., аспірант., Караченко Д.А., магістр.	512
Аналіз морфолого-анатомічних властивостей зерна пшениці.....	514
Ірклієнко В.І., к.т.н., Богомолів О.В., д.т.н., проф., Ірклієнко Т.В., маг., Балацко В.М., асп., Ажипа О.Л., асп.	514
До питання сепарації насіння гороху за ефектом магнуса	516
Богомолів О.В. д.т.н., проф., Завгородній О.І., д.т.н., проф., Панов В.О., асп., Сметана А.Ю., маг.	516 516
До питання сепарації насіння проса на гравітаційному фрикційному сепараторі.....	519
Богомолів О.В., д. т. н., проф., Михайлов В.М., д.т.н., проф., Богомолів О.О., аспірант, Бочарніков І.О., аспірант.	519
Обґрунтування параметрів процесу сушіння зерна в шафових зерношарках із застосуванням хвиль електромагнітного поля НВЧ.....	522
Гурський П.В., к.т.н., доц., Іващенко С.Г., к.т.н., Ткаченко С. О., магістр...	522

Переробка плодів та ягід з використанням конвективної сушарки	525
Гурський П.В., к.т.н., доц., Іващенко С.Г., к.т.н., доц., Денисенко С.А., к.т.н., доц., Ткаченко С. О., магістр	525
Технічні аспекти обладнання харчових виробництв продукції широкого вжитку.....	528
Шевченко А.О., к.т.н., доц., Фролов М.А., Пліш М.Б., Конєв Р.В., Кайданський О.М., магістранти.....	528
Дослідження комбінованого процесу іч-жаріння у газових середовищах та його технологічних режимів.....	531
Михайлов В.М., д.т.н., проф., Шевченко А.О., к.т.н., доц., Прасол С.В., к.т.н., доц., Каверін М.С., магістрант.....	531
Дослідження впливу тиску під час поділу в тістоподільній машині на зміну густини тіста.....	534
Гурський П.В., к.т.н., доц., Клопов В.Ю., магістр	534
Дослідження впливу вологовмісту м'ятки на вихід соняшникової олії в шнековому пресі	537
Гурський П.В., к.т.н., доц., Місюра І.Ю., магістр	537
Проектування пристрою для замочування квасолі тепловим методом з електроконтактним нагріванням робочого агента	539
Шевченко А.О., к.т.н., доц., Прасол С.В., к.т.н., доц., Михайлов Б.В., магістрант.....	539
Удосконалення способу виробництва полікомпонентних напівфабрикатів багатоцільового призначення	543
Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц. Загорулько О.Є., канд. техн. наук, доц. Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ.....	543
Підвищення ефективності вакуум-випарного апарата періодичної дії.....	545
Черевко О.І., д-р техн. наук, проф. Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц. Постаджиєв О.І., аспірант	545
Удосконалення способу та обладнання виробництва плодово-ягідної пасти	548
О.Є. Загорулько, канд. техн. наук, доц. А.М. Загорулько, канд. техн. наук, доц. О.Є. Громов, аспірант, Шмадченко Р.О. магістр.....	548
Удосконалення способу виробництва полікомпонентних органічних рослинних пастоподібних напівфабрикатів багатоцільового призначення	551
Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц. Загорулько О.Є., канд. техн. наук, доц. Мішуста Р.В., маг. 1-го курсу ФМІ Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ.....	551

Удосконалення модельної конструкції апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів.....	554
Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц. Ляшенко Б.В., канд. техн. наук, доц. Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ Загорулько В.М., маг. 1-го курсу ФМІ	554
Розрахунок тягової здатності стрічок норій	558
Лук'янов І.М. к.т.н., доц., Мірошніченко В.М., Головка С.Р. магістри	558
Обґрунтування ефективності роботи обладнання у відділеннях цукрового заводу	560
Ждан Є.В., студент, Семперович Т.О., студентка, Ляшенко С.О., д.т.н., професор.....	560
Визначення основних параметрів оптимізації режимів роботи відділень цукрового заводу	562
Лещенко Є.А., студент, Семперович Т.О., студентка, Бойко Р.В., студент, Ляшенко С.О., д.т.н., професор.....	562
Перспективи використання комбінованого процесу обробки для приготування яблучного пюре	564
Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Лисаченко Є.С., магістрант	564
Новітнє обладнання для отримання пюреподібних концентратів.....	568
Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Змєйов В.О., магістрант	568
Ефективність використання мембранних технологій під час переробки харчових рідин	572
Дейниченко Г.В., д-р. техн. наук, проф., Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Мороз І.А., магістрант	572
Визначення ефективності роботи системи «людина-машина» при балансуванні роторних вузлів сільськогосподарських комбайнів	577
Обихвост Д.О., студент, Кісь О.В., студент, Ляшенко С.О., д.т.н., професор	577
Ефективність використання сільськогосподарських відходів в будівельній промисловості	579
Бабан Т.О., к.е.н., доцент, Єльчищев О.В. студент	579
Ключові інновації у сільському господарстві	583
Пересада М. О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В. В. д.е.н., доц.	583
Еколого-економічний розвиток аграрного сектору	585
Романашенко О.А., доц., Романашенко І.О. аспірантка	585
Сталий розвиток сільських територій.....	589
Пращерук М.П., здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський), Онегіна В. М. д.е.н., проф.	589

Корпоративна соціальна відповідальність в аграрному секторі	591
Дейнега М.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В. В. д.е.н., доц.	591
Молочне скотарство, як складна біотехнічна система сільського господарства	593
Шигимага С.Д. здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський), Антощенко В. В. д.е.н., доц.	593
Критерії економічної ефективності від втілення удосконалених технологій процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки в дифузійних апаратах.....	596
Семперович Т.О., студентка, Ждан Є.В., студент, Сметана А.Ю., студент, Ляшенко С.О., д.т.н., професор.....	596
Основи глобального продовольчого забезпечення	598
Семперович І.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В. В. д.е.н., доц.	598
Аграрний сектор в умовах війни, виклики і висновки	600
Глянь Т.І., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, Антощенко В. В. д.е.н., доц.	600
Конкурентоспроможність машинобудівного комплексу	602
Гойталюк Я.Ф здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський), Онегіна В. М. д.е.н., проф.	602
Технологічні інновації для сталого розвитку сільського господарства	605
Бабан Т.О. к.е.н., доц., Неонетта В.В. студент	605
Діджиталізація в сучасному агровиробництві	609
Богданович О.А., канд.екон.наук, доц., Усата К.С., здобувач вищої освіти (бакалавр),	609
Економічна ефективність бізнесу під час війни.....	612
Ревчук А.А. студентка, Кравченко Ю.М., к.е.н., доцент	612
Соціальна відповідальність бізнесу як засіб подолання суспільних викликів	614
Кравченко Ю.М., к.е.н., доцент	614
ТЕХНОПАРКОВІ СТРУКТУРИ В АГРАРНІЙ СФЕРІ: СВІТОВИЙ ДОСВІД У ВІТЧИЗНЯНИХ РЕАЛІЯХ.....	617
Шибасєва Н.В., д.е.н., доц., Батюк Л.А. к.е.н., доц.	617

•

Секція 1

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

УДК 621.436

ДО ПИТАННЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛООВОГО СТАНУ ПОРШНІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Іващенко О. М. магістр

Державний біотехнологічний університет

Розглядаються питання підвищення надійності роботи автотракторних двигунів шляхом застосування масляного охолодження поршнів. Акцентується увага на проведенні досліджень конструктивно-технологічного спрямування щодо удосконалення методів примусового охолодження поршнів.

Створення нових і модернізація існуючих поршневих двигунів, що відповідають сучасним вимогам по токсичності відпрацьованих газів, паливній економічності й строку безвідмовної роботи, пов'язане з форсуванням ДВЗ за середнім ефективним тиском і швидкісним режимом. Це призводить до інтенсифікації всіх процесів, що відбуваються в циліндрі, у тому числі процесу тепловіддачі від гарячих газів до стінок камери згоряння. У свою чергу, інтенсифікація тепло перенесення спричиняє значне підвищення температур у деталях ЦПГ, що негативно впливає на їхню працездатність. Таким чином, основним обмеженням ступеня можливого форсування є теплова напруженість деталей, що утворюють камеру згоряння і визначають надійність і довговічність двигуна.

Зі збільшенням температурних характеристик знижуються механічні якості матеріалу. Особливо значних теплових навантажень набуває поршень внаслідок інтенсивного підведення теплоти й невеликої охолоджуваної поверхні.

У результаті високої теплонапруженості поршня виникають тріщини крайок камери згоряння, задирання головки поршня, закоксування й пригоряння поршневих кілець і т.д.

При згорянні в поршні утворюється температурне поле, досягаючи найбільших значень в області стінок камери згоряння (355...375 °С), найменших - поверхні (спідниця) поршня, що стикається з охолоджуваною гільзою циліндра, а також внутрішньої поверхні спідниці, охолоджуваною повітряно-масляною емульсією, що рухається з великою швидкістю усередині порожнини картера, або ж струменями масла при масляному охолодженні.

Застосування методу охолодження нижньої сторони поршня струменями масла, за даними ряду досліджень [1-4], дозволяє знизити температуру поршня на 30...40 °С, що свідчить про високу ефективність даного методу. У результаті його застосування забезпечується можливість достатнього високого форсування двигунів.

Однак охолодження поршнів виявляється нерівномірним. Асиметрія температурного поля знижує граничну за температурою поршня ступінь форсування двигуна, працездатність ЦПГ підвищується менше, ніж можна було б очікувати при рівномірному охолодженні. Поряд з цим, охолодження поршнів призводить до підвищеного старіння масла, скорочення строків його заміни,

необхідності підвищення продуктивності масляного насоса та поверхні охолодження масляного радіатора.

Окрім того, слід зазначити, що потреба в охолодженні поршнів доцільна лише на режимах зовнішньої швидкісної характеристики, що відрізняються високим рівнем теплової напруженості деталей ЦПГ. При роботі ж на часткових навантажувальних режимах охолодження призводить до невиправданих теплових втрат і зниження повноти згоряння через взаємодію паливних факелів з охолоджуваною стінкою камери згоряння. Незважаючи на це, відключення системи охолодження поршнів на цих режимах не застосовується.

Отже, варто припустити, що відключення охолодження поршнів форсованих двигунів на режимах пуску, холостого ходу та часткових навантажень буде супроводжуватись помітним підвищенням паливної економічності й зниженням вмісту продуктів неповного згоряння палива у відпрацьованих газах, а також дати додатковий позитивний ефект - підвищення ресурсу роботи вкладишів корінних і шатунних підшипників.

Список літератури:

1. Пильов В.О. Автоматизоване проектування поршнів швидкохідних дизелів із заданим рівнем тривалої міцності: монографія. Харків: Видавничий центр НТУ «ХПІ», 2001. 332 с.

2. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. Харків: Прапор, 2004. Т. 1: Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. 384 с.

3. Минак А.Ф. Улучшение показателей форсированного тракторного дизеля путем регулирования масляного охлаждения поршней: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.04.02. Харьков, 1982. 21 с.

4. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. Харків: Прапор, 2004. Т. 3: Комп'ютерні системи керування ДВЗ. 344 с.

УДК 921.1

БІОГАЗ ЯК ВИСОКОЕФЕКТИВНЕ ПАЛЬНЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Бутенко І.А., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Біогаз є одним з основних альтернативних видів палива, одержуваних із відновлюваних джерел енергії. Його використання дозволить розширити паливну базу автомобільного транспорту та знизити енергетичну залежність фермерських господарств.

Сьогодні спостерігається чітка тенденція зростання рухомого складу автомобільного транспорту та попиту на альтернативні види палива на фоні збільшення дефіциту рідкого палива нафтового походження. Вимоги до екологічної безпеки транспортних засобів постійно посилюються. Одним із відносно нових, перспективних (економічно вигідних та екологічно чистих) моторних палив є біогаз, що є продуктом, що отримується за допомогою анаеробних бактерій у процесі розкладання та ферментації за певних умов (температура, вологість і кислотність).

Тому біогаз – практично невичерпний вид палива. Цей процес дозволить отримувати органічні добрива та біогаз для використання на автомобільному транспорті, а також більш продуктивно та ефективно розвивати сільське господарство.

В даний час більшість європейських країн використовують біогаз як моторне паливо для автомобільного транспорту.

Серед промислово розвинених країн перше місце у виробництві і використанні біогазу займає Данія. Біогаз займає до 18 % в її загальному енергобалансі. В Західній Європі не менш половини усіх птахоферм опалюються своїм біогазом

Для одержання біогазу можна використовувати рослинні, господарські відходи, стічні води та інші відходи.

Біогаз, що отримують внаслідок бродіння біомаси. Розклад біомаси проходить під дією трьох видів бактерій. У ланцюгу харчування бактерії харчуються продуктами життєдіяльності попередніх. Перший вид – бактерії гідролізні, другий – кислотоутворюючі, третій – метаноутворюючі.

До складу біогазу входить метан CH_4 , діоксид вуглецю CO_2 , а також в малих кількостях оксид вуглецю CO , водню H_2 , азот N_2 , кисень O_2 повітря, водяна пара H_2O , аміак NH_3 і сірчистий водень H_2S .

Біогаз є цінним енергоносієм, а, значить, що його можна застосовувати з різними цілями і з високою ефективністю. Використання біогазу як моторного палива забезпечує значну економію паливно-енергетичних ресурсів.

Одним із перспективним видів палива є біогаз, вироблений з відходів сільськогосподарської продукції тваринного чи рослинного походження.

Досвід експлуатації автомобілів із використанням біогазу як моторного палива підтверджує можливість застосування його у традиційних конструкціях автомобіля. Завдяки простій, надійній і перевірній технології, біогаз має усі необхідні характеристики для того, щоб стати одним із найефективніших та економічно вигідних видів палива, що отримують із поновлюваних джерел.

Список літератури:

1. Токарчук Д.М. Виробництво і використання біогазу в Україні: економічні і соціальні перспективи / Д.М. Токарчук, О.В. Яремчук // Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (економічні науки). – 2013. – № 2. – С. 338 – 346.

2. Досвід Швеції з виробництва біогазу // Економічний розвиток громади. – Випуск 1. №6. – 2005 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ced.org.ua/ukr/Visnyk-6.doc

3. Про розвиток та споживання біологічних видів палива: Закон України від 12.04.2007 р. № 921 – V (Електронний ресурс). – Режим доступу: rada.gov.ua

4. Про цільову комплексну програму наукових досліджень НАН України “Біомаса як паливна сировина” (Біопалива): Постанова №56 від 28.02.2007 р. (Електронний ресурс). – Режим доступу: [www.ittf.kiev.ua / biopalyvo56.doc](http://www.ittf.kiev.ua/biopalyvo56.doc).

5. Рада з питань біогазу з.т. в партнерстві з адвокатським об’єднанням «Arzinger» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://ua-energy.org/upload/files/Biogas_ukr.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.

УДК 921.1

СЛОНОВА ТРАВА – АЛЬТЕРНАТИВНЕ ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГІЇ

Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Вишнинецький М.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Серед численних представників злакових культур існують не тільки добре відомі нам зернові, призначені для отримання харчових продуктів, а й низка рослин, відмінною рисою яких є їхня висока енергетичність. До них відносяться слонова трава (лат. *Pennisetum purpureum*).

Вирощування енергетичних культур з високою продуктивністю біомаси забезпечує значне надходження органічної речовини у ґрунт з кореневими та пожнивними залишками. Це, своєю чергою, сприяє накопиченню гумусових сполук у профілі ґрунту. Іншим аспектом вирощування енергетичних культур є відсутність обробки протягом багатьох років, що сприяє стабілізації видового складу ґрунтової мікрофлори, перебігу ґрунтоутворних процесів відповідно до генетичних особливостей ґрунтового покриву. Виробництво енергії на основі нових високопродуктивних енергетичних культур, поодиноких в аграрному секторі України, має очевидні переваги.

Новою енергетичною культурою для вирощування за умов України є слонова трава.

Слонова трава - багаторічна злакова культура, яку протягом багатьох років вирощують в Америці та Західній Європі як джерело альтернативної енергії.

Практичне застосування слонової трави як альтернативне джерело енергії дало дуже хороші результати. Після скошування кущіння та нарощування біомаси рослини тільки збільшуються, що дозволяє багаторазово збирати значний урожай цінної сировини за період вегетації. Використовуючи порожні та непридатні земельні площі для вирощування енергетичних культур, можна отримати додаткове джерело цінного та екологічно чистого біопалива.

Удосконалення технологічних процесів, застосування адаптивних технологій вирощування енергетичних культур, здійснення загального науково-методичного та технологічного забезпечення процесу вирощування біомаси дозволять успішно впроваджувати у виробництво ефективний напрямок виробництва біопалива у вигляді паливних гранул.

Враховуючи аграрний напрямок розвитку держави, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, наявність вільних земель, актуальність енергоефективності у населених пунктах, можна стверджувати, що надзвичайно перспективним джерелом відновлюваної енергії є тверде біопаливо у вигляді гранул,

ВИГОТОВЛЕНИХ НА ОСНОВІ БІОМАСИ НОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР.



Рисунок 1 – Паливні гранули зі слонової трави.

Згідно зі статистичними даними, в Україні налічується від 3 до 5 млн га земель, виведення із сівозмін. Вирощування енергетичних культур для виробництва біопалива на вказаних землях збереже від ерозії гумусний шар, сприятиме розвитку флори, фауни та взагалі покращить екологічний та енергетичний стан країни та її енергозабезпеченість.

Розвиток фітоенергетичної галузі сприятиме притоку інвестицій в аграрний сектор, призведе до зростання зайнятості населення та додаткових джерел доходів. Переробка біомаси на місцевих підприємствах покращить енергозабезпечення аграрних регіонів України, що дозволить отримати теплову енергію у 2-4 рази дешевше порівняно з природним газом. Впровадження у виробництво та використання твердого біопалива у сільському та комунальному господарствах України протягом 5-10 років може забезпечити чимало населених пунктів власними джерелами енергії.

Список літератури:

1. Енергетичні культури для виробництва біопалива / М. В. Роїк, В. Л. Курило, М. Я. Гументик, В. М. Квак // Наукові праці ПДАА. – Полтава, 2010. – Т. 7. – С. 12–15.
2. Крайсвітній П. А. Енергетичні культури для отримання біопалива: додатковий прибуток для господарства / П. А. Крайсвітній, О. В. Рій, М. І. Кулик // Хімія. Агрономія. Сервіс. – 2010. – № 12. – С. 40–43.
3. <https://agrostory.com/info-centre/fans/zlakovye-travy-alternativnyy-istochnik-energii/>

УДК 621.1

СУЧАСНІ БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Єсіпов О.В., к.т.н., доцент, Заїдзе М.Т., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. За час оволодіння вмінням розпалювати вогонь люди протягом тисячоліть використовували енергію біомаси для тепла, приготування їжі, а також для технологічних потреб тощо. Окремі випадки використання примітивних біогазових технологій зафіксовано у Китаї, Ассирії, Індії та Персії, починаючи з 17 століття до нашої ери. Однак систематичні наукові дослідження з виробництва біогазу почалися лише у XVIII столітті нашої ери, тобто майже на 3,5 тисяч років пізніше.

Схема примітивної біогазової установки, що використовувалася в стародавньому Китаї, представлена на рис. 1.

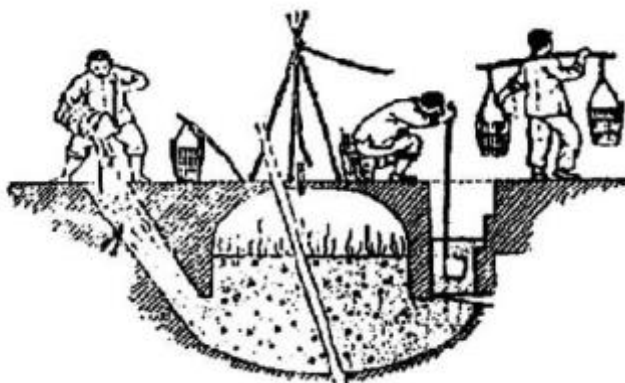


Рисунок 1- Примітивна газова установка в давньому Китаї

Технологія виробництва біогазу досить проста: гній, сміття, солому, листя завантажували в бетонні ємності чи колодязі будь-якого обсягу. Газ, що утворюється в процесі бродіння, відводиться в приймальні пристрої безпосередньо на газову плиту. Подібні установки використовуються у багатьох країнах.

Найперші біогазові установки (БДУ) використовувалися ще до формування наукових засад метаногенезу. Так, в Індії (Бомбей) вони застосовувалися вже 1900 року. У 1918 році подібні установки з'явилися в Німеччині, в 1928 - в Англії, а в 1930 - в США.

В Україні перший біореактор був введений в експлуатацію у Запоріжжі 1959 року.

Виробництво біогазу отримало досить широкий розвиток, насамперед для сімейних потреб у Китаї – у 1978 році. На той момент там уже діяло понад 7 мільйонів БДУ Крім сімейних, у Китаї налічується близько 600 великих та середніх БДУ, які використовують відходи тваринництва та птахівництва, а також відходи виноробної та алкогольної промисловості.

Досить широкий спектр виробництва енергії за допомогою БДУ став доступним у Великій Британії, Данії (рис. 3.2), Австрії, Італії, Нідерландах та

Швеції. Близько 44% сучасних БДУ розташовані у Європі, а 14% – у Північній Америці.



Рисунок 2 - Сучасний комплекс з виробництва біогазу у Данії

Біомаса як джерело енергії може використовуватися в процесі спалювання деревини, соломи, сапропелю, як органічні донні відкладення, а також у переробленому вигляді, як рідке (ефіри ріпакової олії, спирти) або газоподібне (біогаз) паливо.

Перетворення біомаси на енергоносій може здійснюватися фізичними, хімічними та біологічними методами. та останні є найбільш перспективними.

Можна констатувати, що біоенергетика має глобальну перспективу та має домінуюче значення для успішного розвитку цивілізації. Важливим напрямом має стати розвиток екобіотехнологій, спрямованих на отримання біогазу з органічних відходів, а також використання біоіндикації та біотестування у системі екологічного моніторингу.

Найбільш ефективними технологіями під час використання біомаси в біоенергетиці є пряме спалювання; газифікація; піроліз; анаеробна ферментація з утворенням метану; виробництво спиртів та олій для отримання моторного палива.

Технології використання біомаси удосконалюються, тим самим забезпечуючи виробництво енергії у формі, зручній для споживачів, та з максимальною ефективністю.

Найбільш ефективними вважаються біореактори біогазових установок (рис. 3), які працюють у термофільному режимі з температурою 43–62°C. На цих установках при триденному бродінні гною на кожен літр корисного об'єму реактора виробляється 4,5 м³ біогазу.

Застосування біогазу дає можливість одержання теплової та електричної енергії, яка є необхідною для фермерських господарств. При масовому застосуванні біогазових технологій у сільських регіонах можна забезпечити значну економію органічного палива (рисунок 4).



Рисунок 3 - Зовнішній вигляд біогазової установки

Цікаво вирощувати та використовувати біомасу водних рослин у метантенках з метою отримання біогазу. Однією з найбільш ефективних водоростей є бурі водорості макроцистис, поширені узбережжям морів і океанів з врожайністю 450-1200 т сирої маси з 1 га. З кожної тонни хлорели можна отримати до 22 кДж енергії. Значною продуктивністю відрізняються водорості *Dunaliella*, червоні водорості, водний гіацинт та ін.

Відходи тваринництва та рослин також використовуються для виробництва біогазу.

У біоенергетиці України також може бути використаний значний енергетичний потенціал біомаси, у тому числі надлишків соломи та стебел сільськогосподарських рослин, що становить близько 20 млн. тонн, для опалювальних котлів, розташованих у сільській місцевості (споживання близько 2,9 млн. тонн на рік). також для електростанції. Досить ефективним методом є виробництво та використання біогазу у процесі переробки рослинної та тваринної біомаси, а також відходів деревообробних підприємств. Звалища є ще одним джерелом біомаси. Потенційні можливості отримання біогазу зі звалищ можуть становити близько 1,6 млн тонн. протягом року. Сировиною, з якої можна отримати біогаз, можуть бути практично будь-які відходи, що містять різні органічні компоненти.

Список літератури:

1. Друкований М. Ф., Дишкант Л. В., Алексевич І. М., «Основні напрямки розвитку, виробництва та використання біологічних палив у світі».
2. Сакун Л.М., Різніченко Л.В., Велькін Б.О., «Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном».
3. Паламаренко Я. В., «Сучасний стан та перспективи розвитку біогазової галузі України».
4. Martin Ramirez, J. M. Gomez, Cantero D., «Biogas: sources, purification and uses».

УДК 631.374

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ ЗА РАХУНОК КУЛАЧКОВО-ПЛАНЧАТОГО ЖИВИЛЬНИКА НАВАНТАЖУВАЧА

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Сидоренко А.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Цукровий буряк є найважливішою сировинною культурою для виробництва цукру. Однією з проблем, з якими доводиться стикатися при виробництві цукру, це мала пропускна здатність цукрових заводів і відсутність у виробника достатньої кількості транспортних засобів, здатних забезпечити пряму доставку цукрових буряків від збирального комбайна до переробного пункту або заводу. Тому, на заводах та на місцях збирання, організовуються тимчасові склади зберігання – кагати. Для навантаження цукрових буряків із тимчасових сховищ у транспортні засоби використовуються навантажувачі безперервної дії.

В результаті аналізу існуючих конструкцій живильників та їх елементів, що забезпечують надійність технологічного процесу, було запропоновано конструкцію валу з кулачками вбудованого в транспортер. Кулачки, виконані за профілем логарифмічної спіралі, розміщуються з нахилом проти напрямку обертання валу для усунення защемлення цукрових буряків при розвантаженні їх на транспортер, а також для усунення захоплення та защемлення компонентів вороху та намотування рослинності на вали. В результаті теоретичних досліджень отримано аналітичні залежності для визначення потужності необхідного приводу та енергоємності його роботи. На підставі експериментальних досліджень та виробничих випробувань доведено працездатність та ефективність кулачково-планчастого живильника, що використовує принцип перенесення вантажу на робочій поверхні.

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено оптимальні значення досліджуваних параметрів: кутова швидкість валу з кулачками та провідною зірочки ланцюгового транспортера з планками $\omega = 6,3 \dots 7,1$ рад/с; поступальна швидкість живильника = 0,03 ... 0,14 м / с; висота кулачків $H = 65 \dots 67$ мм.

В результаті виробничих випробувань виявлено, що пошкодження цукрових буряків при оптимальних режимних та конструктивних параметрах живильника знаходиться в межах допустимих (12 %) і становить 5 – 6 % від маси, фактична продуктивність кулачково-планчастого живильника з оптимальними параметрами становить 55 кг/с; енергоємність живильника становить 131 Дж/кг.

Список літератури:

1. Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажу-вально-розвантажувальних робіт Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ МТА ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПЛАНЕТАРНОЇ МУФТИ ЗЧЕПЛЕННЯ ТА ПНЕВМОГІДРАВЛІЧНОГО ПРУЖНОГО ЕЛЕМЕНТУ

Горяшин Д. І., Давидов Д. Г., магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Досягнення сталого зростання сільськогосподарського виробництва, надійне забезпечення країни продуктами харчування та сільськогосподарською сировиною можливе у разі підвищення технічного рівня, якості та довговічності сільськогосподарської техніки та широкого впровадження науково-технічних досягнень, спрямованих на підвищення ефективності її використання. При цьому необхідно підвищити продуктивність тракторів, знизити питому витрату палива і довести термін служби до 8...10 тис. мото-годин.

Зниження динамічних навантажень у трансмісії машинно-тракторного агрегату шляхом удосконалення конструкцій тракторів є значним резервом і підвищення їх довговічності. У зв'язку з цим захист трансмісії та ходової частини трактора від динамічних навантажень є важливою проблемою.

Основною метою розробки конструкції муфти зчеплення було зниження динамічних навантажень у валопроводі при торканні та розгоні МТА, зменшення ударних впливів гаків навантажень, що виникають під час виконання технологічних операцій, на енергетичні витрати трактора.

Аналіз різних варіантів моделей моторно-трансмісійної установки (МТУ) (з механічною трансмісією; гідромеханічною трансмісією, об'ємно-гідролічною трансмісією, планетарною трансмісією та трансмісією оснащеною двигуном постійної потужності) дозволив обґрунтувати:

- приблизно, вдвічі швидше, здійснюється розгін МТА з трактором, що має механічну трансмісію, накиданням навантаження, щодо трактора, який має муфти зчеплення з фіксованим часом включення ($t_{\text{вкл}} = 1,5 \dots 1,8 \text{ с}$);

- майже вдвічі збільшується час розгону МТА, який має гідромеханічну трансмісію, у зв'язку із заповненням робочої порожнини ГДТ рідиною, при цьому, маючи навіть найбільше гакове навантаження ($P_{\text{гак}} = 40 \text{ кН}$), залишається повний час розгону МТА менше 13 секунд;

- збільшення часу розгону трактора дозволяє знизити динамічність навантаження двигуна і всього валопроводу у МТА, внаслідок цього досліджувані типи МТА за цим критерієм у порядку зростання навантаженості можна розмістити так:

- мають ГДТ із заповнюваною робочою порожниною;
- що мають ГДТ та муфту зчеплення;
- мають механічну трансмісію та муфту зчеплення з фіксованим часом включення;
- що мають механічну трансмісію зі збільшенням навантаження шляхом різкого включення муфти зчеплення.

На основі аналізу проведених експериментальних досліджень було отримано оптимальні значення параметрів пружного елемента та експлуатаційних показників МТА:

- установка пневмогідравлічної планетарної муфти сприяла збільшенню експлуатаційної потужності двигуна на 8...11%, за рахунок зменшення коливань моменту на провідному валу коробки;

- визначено оптимальний тиск у газовій області пневмогідравлічного акумулятора (ПГА) планетарної муфти зчеплення та відповідає 0,186...0,187 МПа в абсолютних одиницях (з дроселем діаметром 2 мм) при роботі МТА на одній і тій же передачі та на різних фонах;

- виявлено зростання продуктивності агрегату на 20%, за рахунок використання пневмогідравлічної планетарної муфти, та економія погектарної витрати палива на 20...30% навіть в умовах з нерівним мікрорельєфом ґрунту та великою не стаціонарністю крюкового зусилля ґрунтового шару зі зниженою вологістю;

- досягнуто стабілізації моменту опору двигуна, що є значною перевагою експериментального зразка МТА перед серійним, завдяки можливості досягнення вищої потужності в умовах, що змінилися.

- виявлено перспективу деякого збільшення тягового зусилля експериментального МТА, на відміну від серійного, в умовах виконання типових операцій безпосередньо взаємопов'язана з підвищенням робочої швидкості руху експериментального агрегату.

Основною причиною, що дозволила отримати покращення показників роботи досліджуваного МТА, порівняно із серійним стала можливість пневмогідравлічного акумулятора знижувати коливання гакового навантаження.

Список літератури:

1. Тракторы. Проектирование, конструирование и расчет [Текст]: учебник. / И.П.Ксенович, В.В.Гуськов, Н.Ф.Бочаров и др.; под ред. И.П.Ксеновича - М: Машиностроение, 1991. - 544 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. Трактори і автомобілі: основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів [Електронний ресурс] : навч. посібник для підгот. студентів закл. вищ. освіти аграр. профілю / В. М. Антощенко. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

УДК 631.3.075

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРЕГАТУ ЗА РАХУНОК ПОВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ ТРАКТОРА

Давидов Д. Г., Горяшин Д. І., магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Основою сучасних підходів до обробітку сільськогосподарських культур є нові технології мінімального та нульового обробітку ґрунту із застосуванням спеціальної сільськогосподарської техніки та нетрадиційних агрономічних прийомів, що належать до ресурсозберігаючих технологій.

Науковий та практичний досвід показує, що ресурсозберігаючі технології за обґрунтованих умов ґрунтово-кліматичної зони землеробства мають ряд переваг:

- покращується структура ґрунту;
- підвищується стійкість урожайності зернових культур;
- скорочуються витрати та підвищується рентабельність виробництва.

Найважливішим технологічним процесом у землеробстві для створення найкращих умов росту та розвитку культурних рослин є механічна обробка ґрунту. Вона сприятливо впливає на біологічні, біохімічні та фізико-механічні процеси, що відбуваються в ґрунті, покращує її тепло-повітряний та живильний режими.

Фермерські господарства спеціалізуються в основному на виробництві товарного зерна. Середній розмір ріллі у господарстві становить 100–500 га. Для фермерських і селянських господарств, з площею ріллі до 500 гектарів, що мають трактори класу тяги 20–30 кН, бажано мати одне комбіноване універсальне знаряддя, здатне виконувати передпосівну та основну обробку ґрунту та обробіток пари. Однак до теперішнього часу немає науково-дослідних робіт з раціонального поєднання ширини захвату знаряддя та швидкості руху агрегату під час виконання робіт різної енергоємності для тракторів класу тяги 20–30 кН, на вибір типів робочих органів для обробітку ґрунту за конкретних ґрунтово-кліматичних умов, на обґрунтування схеми та раціональних параметрів універсального знаряддя. У зв'язку з цим дослідження, спрямоване на розробку такого знаряддя, є актуальним і має практичне значення.

Мета роботи. Підвищення продуктивності агрегату за рахунок повного використання тягового зусилля трактора на основі розробки схеми та обґрунтування раціональних параметрів комбінованого універсально ґрунтообробного агрегату.

Система машин для поверхневого обробітку ґрунту вдосконалюється шляхом впровадження нових комбінованих агрегатів з використанням різнотипних робочих органів.

Нині спостерігається тенденція збільшення потужності тракторів. У зв'язку з цим значне місце займають широкозахоплювальні агрегати, створення яких йде у двох напрямках: складання широкозахоплювальних агрегатів із наявних

серійних машин малої ширини захвату за допомогою сполучних зчіпок, рам та розробка беззчіпних шарнірно-секційних машин, призначених для агрегування з тракторами певного класу тяги.

Перспективним напрямом у вдосконаленні ґрунтообробних та посівних машин для фермерських господарств з обмеженою площею ріллі є створення комбінованих універсальних та уніфікованих агрегатів зі змінними робочими органами, які виконують кілька технологічних операцій за один прохід.

Встановлено, що досягнення максимальної продуктивності та мінімального тягового опору при роботі комбінованого агрегату, що поєднує декілька технологічних операцій при виконанні передпосівної обробки ґрунту та посіву, при основній обробці та чизелюванні ґрунту можливе при певному поєднанні ширини захвату агрегату, швидкості руху та маси при максимально можливому використанні тягового зусилля трактора. Раціональні значення швидкості руху агрегату залежать від глибини обробки, питомого опору ґрунту, параметрів робочих органів та величини сили тертя.

Використання наукового напрямку універсалізації при створенні агрегату зі змінними робочими органами та поєднання технологічних операцій в одній відповідають енергозберігаючим технологіям, забезпечують виконання передпосівного, основного та чизельного обробітків ґрунту та обробітку пари з дотриманням агротехнічних вимог з повним використанням потужності трактора.

Список літератури:

1. Трактори і автомобілі. Технологічні основи мобільних енергетичних засобів. Ч. 7 [Текст] : навч. посіб. / В. М. Антощенко, Р. В. Антощенко, М. П. Артьомов, А. Т. Лебедев ; за ред. А. Т. Лебедева. - Х. : Факт, 2013. - 228 с. - Б. ц.

2. Трактори і автомобілі. Ч. 8. Практикум. Основи теорії та розрахунку тракторів і автомобілів [Текст] : навч. посіб. / В. М. Антощенко, Р. В. Антощенко, М. П. Артьомов, А. Т. Лебедев ; за ред. А. Т. Лебедева. - Х. : Факт, 2013. - 256 с. - Б. ц.

3. Трактори і автомобілі: основи теорії і розрахунку двигунів внутрішнього згорання та тракторів і автомобілів [Електронний ресурс] : навч. посібник для підгот. студентів закл. вищ. освіти аграр. профілю / В. М. Антощенко. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 220 с. - Б. ц.

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. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

УДК 631.374

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ЗБИРАННЯ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Сидоренко А.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет

У світовому виробництві із коренеплодів цукрових буряків виробляється 24% цукру – найціннішого продукту харчування. Він сприяє збереженню та швидкому відновленню працездатності людини при фізичній та розумовій втомі. Також його використовують у харчовій промисловості, медицині, спиртовому та крохмалопатоковому виробництві.

Більшість навантажувачів, як зарубіжних, так і вітчизняних, поєднують у собі процеси навантаження, доочищення та транспортування вантажу. Наслідком цього є висока енергоємність, більша частина якої припадає на живильник. Це пов'язано з тим, що недостатньо досліджено процеси захоплення, транспортування та взаємодії робочих органів живильника з вантажем. Пропонована робота спрямована на зниження енергоємності навантажувача за рахунок визначення оптимальних параметрів живильника.

Запропоновано нову конструктивно-технологічну схему кулачково-планчастого живильника, що включає два робочі органи, вал з кулачками, який служить для захоплення цукрових буряків і ланцюговий транспортер з планками, для переміщення вантажу до відвантажувального транспортера.

Виготовлено лабораторну установку, оснащену тензометричною апаратурою та комплексною системою реєстрації, що дозволяє дослідити режимні та конструктивні параметри живильника.

Експериментально підтверджено теоретичні положення щодо ступеня впливу режимних та конструктивних параметрів на показники роботи живильника: крутний момент на валу живильника (T , Нм) та зусилля впровадження живильника (F_H , Н).

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень встановлено оптимальні значення досліджуваних параметрів: кутова швидкість валу з кулачками та провідною зірочки ланцюгового транспортера з планками $\omega = 6,3 \dots 7,1$ рад/с; поступальна швидкість живильника = $0,03 \dots 0,14$ м / с; висота кулачків $H = 65 \dots 67$ мм.

В результаті випробувань виявлено, що пошкодження цукрових буряків при оптимальних режимних та конструктивних параметрах живильника знаходиться в межах допустимих (12 %) і становить 5 – 6 % від маси.

Список літератури:

1. Пошкодження коренеплодів цукрового буряку при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт Поляшенко С.О., Кисіль В.С. Вісник ХНТУСГ // Вип. 119, – Харків, ХНТУСГ – 2011 – с. 394-400.

УДК 629

ВИМІРЮВАННЯ ТЯГОВОГО ЗУСИЛЛЯ НА ГАКУ ТРАКТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

**Лебедєв С. А., канд техн наук, Козлов Ю. Ю.,
Лебедєв А. Т., д-р техн наук, проф.,
Коробко А. І., д-р техн наук, доц.**

*Харківська філія УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого,
Сумський національний аграрний університет,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Запропоновано спосіб вимірювання тягового зусилля на гаку трактора з використанням сучасних вимірювальних комплексів на основі акселерометрів та при роботі з машинами з активними робочими органами. Новим у способі є те, що вимірювання здійснюють на агрофоні, що відповідає виконуваний технологічній операції та під час виконання трактором у складі з машиною з активними робочими органами вибігу послідовно з увімкненими і вимкненими робочими органами.

Спосіб відноситься до галузі випробувань і може бути застосовний при випробуваннях сільськогосподарських комбінованих агрегатів у складі трактора і машини з активними робочими органами.

Відомо спосіб вимірювання тягового зусилля на гаку трактора, що базується на вимірюванні кутового прискорення колінчастого валу при розгоні трактора із сільськогосподарським агрегатом і без нього [1]. Згідно цього способу, за робочого ходу трактора, знижуючи подачу палива, досягають частоти обертання колінчастого валу, що відповідає максимальному крутному моменту. Миттєво збільшують подачу палива до максимальної. За досягнення номінальної частоти обертання колінчастого валу двигуна під час розгону трактора вимірюють кутове прискорення колінчастого валу. Аналогічно вимірюють прискорення колінчастого валу під час розгону трактора без причіпного знаряддя. Сумісно розв'язуючи рівняння руху трактора і знаряддя визначають силу опору руху (тягове зусилля на гаку). Недоліком цього способу є складність налаштування параметрів роботи двигуна та застосування складних вимірювальних процедур і вимірювального устаткування.

Найближчим аналогом є спосіб вимірювання тягового зусилля трактора в складі комбінованого агрегату з активними робочими органами, що базується на методі парціальних прискорень [2]. Згідно цього способу здійснюються вимірювання лінійних прискорень трактора у складі з агрегатом під час заїздів на агрофоні «асфальто-бетонна дорога», на агрофоні відповідному технологічній операції з відключеними активними робочими органами, на агрофоні відповідному технологічній операції з плавним вмиканням активних робочих органів. Далі за спеціальною методикою проводиться розрахунок тягового зусилля трактора.

Недоліком описаного способу є те, що при такому вимірюванні необхідно спочатку визначити еталонні значення тягового зусилля трактора, виміряні на агрофоні «асфальто-бетонна дорога», а потім виконувати основні заїзди.

Поставлена задача вирішується тим, що вимірювання тягового зусилля на гаку трактора при агрегуванні з машинами з активними робочими органами, згідно корисної моделі, передбачає вимірювання подовжнього прискорення при вибігу з увімкненими і вимкненими робочими органами на агрофоні виконуваної технологічної операції.

Спосіб виконується наступним чином.

Вимірюють масу трактора і масу сільськогосподарського агрегату.

На трактор встановлюється випробувальне устаткування, наприклад, високочутливий акселерометр. Трактор у складі із агрегатом і з увімкненими робочими органами розганяється до швидкості, що відповідає робочій швидкості даної технологічної операції. Вимикається муфта зчеплення і встановлюється нейтральна передача в коробці переміни передач трактора. Здійснюється вибіг (рух до повної зупинки), під час якого проводиться реєстрування лінійного прискорення руху. Вимикаються активні робочі органи. Трактор розганяється до швидкості, що відповідає робочій швидкості даної технологічної операції (встановлена у попередньому заїзді). Вимикається муфта зчеплення і встановлюється нейтральна передача в коробці переміни передач трактора. Здійснюється вибіг (рух до повної зупинки), під час якого проводиться реєстрування лінійного прискорення руху.

Тягове зусилля на гаку трактора визначається за наступним рівнянням вимірювання:

$$P_{TK} = m_T \left[\dot{v}_{Tf}(v) - \left(1 - \frac{m_T}{m_{CG}} \right) \dot{v}_T^g(v) \right], \quad (1)$$

де P_{TK} – тягове зусилля на гаку трактора;

m_T, m_{CG} – маса трактора і сільськогосподарського агрегату, відповідно;

$\dot{v}_{Tf}(v), \dot{v}_T^g(v)$ – лінійні прискорення трактора під час вибігу з вимкненими активними робочими органами і під час вибігу з увімкненими активними робочими органами агрегату, відповідно.

Запропонований спосіб вимірювання тягового зусилля на гаку трактора при агрегуванні з машинами з активними робочими органами, спрощує процес вимірювання тягового зусилля на гаку трактора шляхом застосування нової процедури непрямого вимірювання тягового зусилля на гаку та реалізується з меншими витратами праці на проведення вимірювань.

Список літератури:

1. Патент РФ 2178157 Способ определения силы сопротивления рабочих машин; опубл. 10.01.2002, МПК G01 L5/13, G01 M17/07.
2. Патент UA 144883 Спосіб вимірювання тягового зусилля трактора в складі комбінованого агрегату з активними робочими органами; опубл. 26.10.2020, МПК (2020.01) G01 M17/00.

УДК 662.767

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ЗА РАХУНОК БАРБОТАЖНОГО ПЕРЕМІШУВАННЯ БІОМАСИ В МЕТАНТЕНЦІ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Дейнека В.Г., магістрант

Державний біотехнологічний університет

У сучасному розвитку сільськогосподарського виробництва важливими є питання збільшення енергоресурсів, а у тваринництві утилізація гною. Одним з перспективних способів утилізації гною є анаеробне зброджування, що дозволяє запобігти забрудненню ґрунту, навколишнього повітряного басейну, а також отримати продукти переробки гною у вигляді органічного добрива та газоподібного палива – біогазу.

Для вироблення біогазу, як правило, застосовуються метантенки з механічними системами перемішування біомаси, при роботі яких не досягається ефективне перемішування всього об'єму метантенка, внаслідок чого не повне вилучення газоподібного палива з органічних речовин. Важливим резервом підвищення ефективності роботи систем виробництва біогазу є інтенсифікація процесу анаеробної ферментації барботажем перемішуванням, що дозволяє максимально використати потенційну енергію біомаси. Отже, дослідження процесу отримання біогазу при барботажному перемішуванні та розробка метантенка з барботажем перемішуванням, дозволяє підвищити ефективність систем виробітку біогазу. Крім того, на ефективність роботи біогазових установок значно впливає склад та властивості вихідного субстрату.

У зарубіжній практиці широкого поширення субстратом набули відходи сільськогосподарських підприємств та енергетичні рослини. Для регіонів, які мають розвинений сільськогосподарський сектор економіки, найбільш ефективним бачиться використання як вихідний субстрат органічних відходів тваринницьких і птахівницьких комплексів, а також відходів м'ясопереробної промисловості, що мають високий енергетичний потенціал. Це вимагає проведення експериментальних досліджень процесу утворення біогазу з високо ефективних субстратів.

Розроблено математичну модель вироблення біогазу в процесі анаеробної ферментації у мезофільному температурному режимі. Модель дозволяє визначити швидкість виходу біогазу в залежності від основних параметрів анаеробної ферментації. При цьому, у розробленій моделі уточнено параметри граничного виходу біогазу з місцевих видів вихідного субстрату при нескінченному часі експозиції (B_0) та гідравлічного часу утримання (τ , сут).

Список літератури:

1. Перспективи енергозбереження в сільському господарстві Поляшенко С.О. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі». – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 68 с.

УДК 662.767

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Дейнека В.Г., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Об'єктивно зростаючі витрати паливно-енергетичних ресурсів та зростання антропогенного навантаження на навколишнє середовище роблять актуальним пошук нових технологічних та технічних рішень щодо розробки та створення нових енергетичних установок та застосування альтернативних видів палива. У зв'язку з цим, розробка нової конструкції малооб'ємної біогазової установки, призначеної для переробки органічних відходів сільськогосподарського виробництва, є актуальною. При цьому одночасно вирішується завдання щодо зниження навантаження на екологію, отримання біогазу та високоякісних добрив.

В результаті проведення експериментальних досліджень виробництва біогазу із високоефективних субстратів у мезофільному температурному режимі, отримано залежність питомого виходу біогазу та вмісту метану від тривалості ферментації відходів сільськогосподарських та м'ясопереробних підприємств. Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок, що відходи м'ясопереробних підприємств характеризуються високими показниками виходу біогазу та вмісту метану, і є високоефективними субстратами для біогазу в промислових біогазових станціях.

Отримано математичний вираз у вигляді рівняння регресії, що характеризує вплив технологічних параметрів (температури біомаси та частоти перемішування) на питомий вихід біогазу при анаеробній ферментації у мезофільному температурному режимі.

Встановлено раціональні області значень факторів, що варіюються, для метантенка. Найбільш раціональний режим роботи досягається при частоті перемішування 3...5 діб⁻¹, температурі біомаси 39,5...40,5 ° С, і відповідає значенню питомого виходу біогазу $Q_{уд} = 417,53$ л/кг.

Встановлено, що найбільша кількість біогазу утворюється при ферментації технічного жиру (1509,8 л/кг) та м'якотної сировини (1292,2 л/кг), а найменша – з гною ВРХ (392,6 л/кг) та свинячих гною стоків (299,6 л/кг). При цьому найбільший вміст метану спостерігається в біогазі з технічного жиру (67,4%), а найменший – у біогазі з кукурудзяного силосу (51,9%).

Список літератури:

1. Перспективи енергозбереження в сільському господарстві Поляшенко С.О. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Альтернативні джерела енергії, енергозбереження та екологічні аспекти в аграрному секторі». – Харків: ХНТУСГ, 2021. – 68 с.

УДК 662.767

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Шкиря О.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Дедалі більша кількість країн, у тому числі й Україна, зацікавлена у новому, екологічному способі вироблення тепла та енергії. Встановлення сонячних колекторів та батарей на фасадах будівель забезпечить продуктивне використання сонячної радіації. Але й у холодніші періоди монтаж сонячних колекторів не буде зайвим: середній ступінь опромінення за рік варіюється до 3,34 одиниць. Приблизно на 80% території України рівень інсоляції не опускається нижче за 3 одиниці, що в порівнянні з іншими країнами Європи є дуже перспективним результатом. Отже, встановлення сонячних колекторів може стати новим витком у розвитку енерготехнологій як України, так і інших південноєвропейських областей.

Використання штучних джерел світла при експерименті дозволяє проводити його у приміщенні та у будь-який час доби. Але при цьому такі джерела порізному відповідають природному спектру сонячного випромінювання. Натурні експерименти дозволяють якісніше досліджувати роботу сонячної концентраторної установки, а також схему її функціонування, виявити проблеми та вирішити їх на етапі науково-дослідної роботи, і тим самим підтвердити обґрунтованість теоретичних положень.

Основними перевагами розробленого сонячного концентраторного модуля з жалюзійним геліостатом є можливість використання не тільки теплового приймача, але й теплофотоелектричного та фотоелектричного, оскільки низька концентрація; конструкція концентратора дозволяє легко вписати його у прорізи між вікнами будівлі, не погіршуючи архітектурну концепцію фасаду; всі осі обертання дзеркальних ламелей знаходяться в одній площині і паралельні, що дозволяє використовувати один серводвигун.

Застосування концентраторів дозволяє підвищити вироблення електроенергії за допомогою кремнієвих сонячних модулів у рази. Але концентроване сонячне випромінювання значно розігріває кремнієві фотоелектричні модулі. Отже, під час використання концентраторних систем треба відводити тепло. Тепло, відведене від фотоелектричного модуля, можна використовувати далі для підігріву води або обігріву різних приміщень, наприклад теплиць.

Список літератури:

1. Підвищення ефективності сонячної енергетичної установки для фермерського господарства, Поляшенко С.О., Негеев С.О. // Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» – Харків: ДБТУ, 2021. С. 145-146.

УДК 662.767

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Шкиря О.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Застосування сонячних систем у сільському господарстві набуває дедалі більшої актуальності у сучасному світі, де зростає потреба у сталому розвитку та зменшенні негативного впливу на довкілля. Сонячні системи можуть стати ефективним джерелом енергії для різних господарських потреб, сприяючи економічному зростанню та зниженню викидів CO₂.

Сонячні системи забезпечують надійне та стабільне джерело енергії для різних потреб сільського господарства, включаючи генерацію електроенергії, обігрів, охолодження та полив. Вони допомагають зменшити витрати на енергію та зменшити залежність від традиційних джерел енергії.

Основними варіантами проектування систем орієнтації на сонці є реалізація стеження на основі попередньо встановлених астрономічних параметрів (широти, довготи, висоти над рівнем моря, часу) і стеження датчиками сонячного випромінювання, що не вимагає попереднього введення даних про географічне положення та час.

Натурні експерименти дозволяють якісніше досліджувати роботу сонячної концентраторної установки, а також схему її функціонування, виявити проблеми та вирішити їх на етапі науково-дослідної роботи, і тим самим підтвердити обґрунтованість теоретичних положень.

Застосування сонячних систем у сільському господарстві є важливим кроком у напрямку сталого та екологічно чистого розвитку цієї галузі. Впровадження сонячних технологій у сільське господарство має потенціал не тільки підвищити ефективність господарювання, а й сприяти зменшенню впливу на навколишнє середовище та забезпечити значні економічні переваги.

Використання концентраторних не стежучих модулів, з жалюзійним геліостатом дозволяє знизити вартість виробленої електроенергії в порівнянні з концентраторними модулями без жалюзі на 40-60%, теплової енергії - на 50%. Використання розробленого алгоритму управління дзеркальними ламелями жалюзійного геліостату значно підвищує ефективність роботи сонячного концентратора – на приймальній поверхні концентратора з кутовою апертурою 18° на околицях міста Харкова річна сума сонячної радіації збільшується вдвічі.

Список літератури:

1. 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 631.373

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Антіпін К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Ефективність транспортних засобів значно підвищується, якщо розстановку тари та вивезення плодів із міжрядь виконують транспортні агрегати, обладнані пристроями для їх навантаження та розвантаження. Поєднання функцій навантаження та розвантаження в одному транспортному агрегаті дуже цінне для роботи в садах. Це сприяє зменшенню кількості перевалок плодів, зростанню продуктивності праці, зниженню кількості машин та людей, що беруть участь у технологічному процесі та в цілому покращенню організації робіт.

Аналіз показує, що найвищі техніко-економічні показники, що використовуються в перспективній технології, забезпечуються при виконанні таких основних вимог: – параметри агрегату та його робочих органів мають відповідати агротехнічним, економічним та енергетичним умовам роботи; – агрегат повинен забезпечити ритмічність та потоковість збирання та вивезення плодів із саду; – бути компактним, маневреним, не ушкоджувати плодів насадження; – працювати в садах з ухилом до 100, не ушкоджуючи плодів та коріння плодкових дерев та не ущільнюючи структуру ґрунту в міжряддях; – забезпечувати максимальне збереження плодів у процесі навантаження, розвантаження, транспортування; – бути зручним для обслуговування, забезпечувати хорошу оглядовість робочого місця оператора під час виконання технологічного процесу, відповідати вимогам безпеки.

Розробка універсальних транспортних засобів дозволить мінімізувати витрати на збирально-транспортні роботи, підвищити продуктивність перевезень та зберегти якість плодоовочевої продукції при доставці її до споживачів та місць зберігання. Робота на інтелектуальній техніці, освоєння наукомістких, точних технологій вимагатимуть перегляду кадрової політики та освіти в АПК, яка має базуватися на організації господарств та їхньому інженерному забезпеченні нового типу.

Список літератури:

1. Модель завантаження кузова транспортного засобу транспортерами сільськогосподарських машин Лебедев А. Т., Поляшенко С.О., Поляшенко В. С. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії // Зб. наук. пр. Вип. 40 – Мелітополь – 2006
2. Калінін Є.І., Поляшенко С.О. Завантаження кузова транспортного засобу транспортером мобільної сільськогосподарської машини / Є.І. Калінін, С.О. Поляшенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2016. – №170. – С. 70-76

УДК 631.373

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ТРАНСПОРТНО-ВАНТАЖНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПЛОДООВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ УНІВЕРСАЛЬНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Антіпін К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Роль транспорту у сільськогосподарському виробництві важко переоцінити. Він є сполучною ланкою в єдиному технологічному ланцюзі агропромислового виробництва. Розвиток сільськогосподарського виробництва неминуче спричиняє збільшення обсягу перевезень та вантажообігу. Тому питання підвищення ефективності роботи сільськогосподарського транспорту, зниження собівартості перевезень та підвищення продуктивності праці набувають великого значення. На дорогах чи полі – сучасна транспортна техніка нині має відповідати різноманітним вимогам.

Сільське господарство є життєво важливою галуззю матеріального виробництва країни, що забезпечує населення продуктами харчування, а харчову та легку промисловість – сировиною. Сільськогосподарське виробництво має принципові відмінності від промислового: нерозривний зв'язок із живою природою (рослинами та тваринами); розосередженість на великих площах; - Яскраво виражений сезонний характер; потреба у переміщенні великих кількостей різних технологічних та експлуатаційних матеріалів, проміжної та кінцевої продукції, сільськогосподарської техніки.

Транспортні роботи є незамінною частиною технологічних процесів з обробітку сільськогосподарських культур. В даний час для цього найчастіше застосовуються вантажні автомобілі, тракторні причеми та напівпричеми загального призначення. На внутрішньогосподарських перевезеннях до 46% вантажів перевозиться тракторними транспортними агрегатами, їх рух відбувається дорогами, що перебувають у незадовільному стані, а найчастіше за повної відсутності твердих рівних покриттів.

Для зниження пошкодження плодів у сільському господарстві велике значення мають аналіз травмуючих факторів наявних машин з подальшою їх модернізацією з метою підвищення надійності та якості виконуваного збирально-транспортного процесу з урахуванням алгоритму вирішення цих завдань, створення нових сортів плодів та овочів придатних для машинної обробки, суворе дотримання термінів та агротехнічних вимог на технологічні операції з обліків при використанні мобільної техніки.

Список літератури:

1. Модель завантаження кузова транспортного засобу транспортерами сільськогосподарських машин Лебедев А. Т., Поляшенко С.О., Поляшенко В. С. // Праці Таврійської державної агротехнічної академії // Зб. наук. пр. Вип. 40 – Мелітополь – 2006.

УДК 631.356.4

ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ ЗБИРАННЯ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Карталиш К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Картопля є однією з популярних продуктів харчування, він став невід'ємною частиною раціону людини, що використовується в переробній промисловості, а також при годівлі сільськогосподарських тварин. Картопля обробляється у більшості районів країни. В даний час картоплярство є одним із високорентабельних видів діяльності у агропромисловому комплексі.

Основною операцією у виробництві картоплі є збирання. Зараз збирання картоплі більшою мірою механізована. на великих агропідприємствах, в основному, експлуатується сучасна високопродуктивна техніка - картоплезбиральні комбайни. Фермерські, індивідуальні господарства на дрібноконтурних полях використовують для збирання малогабаритну картоплезбиральну техніку – картоплекопачі. Використання такої техніки зумовлене високою вартістю сучасних комбайнів, придбання яких найчастіше є не вигідним.

Проведений аналіз показників збирання картоплі за 2015-2020 роки показав, що малі фермерські господарства поступаються зборами великим сільськогосподарським організаціям. На підставі проведеного аналізу виявлено, що є необхідність створення надійної картоплезбиральної техніки (копачів, комбайнів) для фермерських господарств, що має високу сепаруючу здатність при мінімальних пошкодженнях бульб, що має низьку закупівельну вартість. Для підвищення сепаруючої здібності в конструкції картоплезбиральних копачів використовують різні інтенсифікатори.

Для підвищення сепаруючої здатності в конструкції картоплезбиральних машин слід використовувати сепаруючий елеватор, з композитними прутками і роликками-інтенсифікаторами. Під дією маси бульбоносного пласта відбувається вигин композитних прутків, внаслідок чого виникає хвилеподібна поверхня, яка у місцях контакту роликів із композитними прутками підкидає бульби картоплі. Теоретичне дослідження траєкторії польоту компонента картопляного вороху після підскоку на роликку-інтенсифікаторі дозволило встановити дальність польоту бульб. Використання швидкісної камери з подальшим розкадруванням дозволило отримати знімки польоту бульб.

Список літератури:

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.

ЗНИЖЕННЯ ПОШКОДЖЕННЯ БУЛЬБ КАРТОПЛІ ПРИ ЗБИРАННІ

Поляшенко С.О. к.т.н., доцент, Карталиш К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Виробництво картоплі пов'язане з великими енерго- та трудовитратами. У цьому до 75% всіх витрат посідає заключну стадію всього процесу - збирання врожаю. Застосування комбайнів дозволяє скоротити у 3-5 разів витрати на збирання картоплі, знизити на 30% втрати врожаю. Таким чином, підвищення рівня механізації при виробництві картоплі, засноване на впровадженні вдосконалених робочих органів картоплезбиральних машин, сприятиме більш ефективному розвитку цієї дуже важливої галузі сільського господарства — картоплярства. Якісне збирання врожаю картоплі залежить від конструкції робочих органів картоплезбиральних машин, продуктивність яких визначається головним чином пропускнуою здатністю сепаруючих пристроїв. Пов'язано це з тим, що в процесі збирання через сепаруючі робочі органи картоплезбиральних машин на кожному гектарі проходить до 1000 тонн ґрунту, з якого необхідно з мінімальними пошкодженнями виділити бульби.

Одним із найперспективніших робочих органів інтенсивної сепарації є сепаруючий елеватор із композитними прутками та роликками-інтенсифікаторами. Внаслідок взаємодії композитних прутків сепаруючого елеватора з роликками-інтенсифікаторами відбувається підкидання бульб картоплі. Під впливом маси бульбоносного пласта відбувається вигин композитних прутків, внаслідок чого виникає хвилеподібна поверхня, яка у місцях прямого контакту роликків із композитними прутками підкидає бульби картоплі. З теоретичних досліджень встановлено.

Лабораторно-польові дослідження показали, що траєкторія польоту бульб відповідає формі параболи висотою близько 0,06 м і завдовжки 0,20 м. Підскок бульб відбувається в результаті взаємодії пружних композитних прутків із роликками-інтенсифікаторами. Отримані результати можна порівняти з роботою звичайних струшувачів, що розташовуються під полотном зі сталевими прутками. Слід зазначити, що площа контакту композитного дроту з картоплею більше, ніж площа контакту металевого прутка з картоплею через більший композитний діаметр прутка. Дослідження кінематики компонентів картопляного вороху при дії композитних прутків показало, що за рахунок еластичності комбінованих прутків існує можливість інтенсивного на підкопаний пласт. Має місце підскок бульб картоплі при взаємодії дії пруткового полотна з роликками-інтенсифікаторами. Дальність польоту компонента картопляного вороху становить від 0,17 до 0,21 м.

Список літератури:

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.

УДК 662.758.2

ІМПОРТ ТА СТАН ВИРОБНИЦТВА СІЛЬГОСПТЕХНІКИ В УКРАЇНІ

**Антощенкова В. В. д.е.н., доц., Антощенко В. М. к.т.н., доц.,
Антощенко Р.В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі виконано аналіз імпорту та стану виробництва сільгосптехніки в Україні.

Зношеність сільгосптехніки вітчизняних аграрних підприємств становить, за різними підрахунками, від 50% до 80%, що робить Україну дуже привабливим ринком для зарубіжних виробників.

Таку думку висловив завідувач відділу інвестиційного та матеріально-технічного забезпечення Національного наукового центру «Інститут аграрної економіки», д.е.н. Олександр Захарчук, йдеться у повідомленні установи.

Як відомо, лєвова частина тракторів постачається в Україну з-закордону, що в умовах воєнного стану пов'язано з певними ризиками та ускладненнями: безпековими, економічними, логістичними. Тому не дивно, що у березні 2022 року Уряд розширив перелік товарів критичного імпорту, які мають важливе значення для аграрного виробництва, включивши до цього переліку сільськогосподарські трактори, с/г машини, сівалки тощо. Попри це, минулого року імпорт тракторів в Україну скоротився майже на третину в порівнянні з 2021 роком, а за деякими товарними позиціями – більш як на половину. За даними Державної митної служби, у 2022 році Україна імпортувала тракторів на суму \$796,2 млн, що на 0,4% більше, ніж у позаминулому році. Такі показники були зумовлені підвищенням ціни на іноземну техніку, яка зросла через військові дії, девальвацію гривні та ускладнення логістичних ланцюгів постачання. Проте якщо подивитися на кількісні показники, то можна побачити, що за минулий рік імпорт тракторів в Україну скоротився майже на 40%.

За даними Українського клубу аграрного бізнесу, у 2021 році в Україні було продано 9416 нових тракторів, а у 2022 році – лише 3585. Найбільше просів сегмент тракторів класу 45-100 к.с. – у 3,4 рази в порівнянні з 2021 роком. Це пов'язано з тим, що в попередні роки у цьому сегменті традиційно домінували трактори Мінського тракторного заводу.

За даними Держпродспоживслужби, лише у 2020 році в Україну було завезено 5037 одиниць тракторів Belarus і 3464 – MTZ. Із запровадженням торговельних санкцій проти Білорусії ввезення продукції з цієї країни на митну територію України було припинено. Відповідно на українському ринку утворився величезний вакуум, який відразу почали заповнювати китайські трактори відповідного класу. По всіх інших сегментах потужності лідерами з продажу залишалися такі відомі світові бренди як CHN, CLAAS, John Deere, AGCO та деякі інші. З одного боку, це добре, що вільний ринок має здатність до саморегулювання, а з іншого – така ситуація посилює ризик потрапити в

залежність від іноземних виробників, які можуть диктувати українським агровиробникам не лише цінову, а й технічну політику. Здається, Україна вже впритул наблизилася до цієї критичної межі.

Рекордний обсяг імпорту сільгосптехніки — \$1,342 млрд — був зафіксований у 2008 р., коли в Україні стабільно розвивалася економіка та були більш доступні позикові кошти. Другий за обсягами результат — \$1,144 млрд — зафіксований у 2017 р. за умов певної стабілізації економіки після тимчасової втрати частини територій та воєнних дій.

«Обсяги імпорту агротехніки у 2019 р. на суму \$769,2 млн значно менші за досягнуті рекордні показники, що є свідченням низької купівельної спроможності сільгосптоваровиробників, особливо малих та середніх розмірів».

Разом із тим, в Україну все впевненіше приходять країни — провідні виробники тракторів та іншої сільськогосподарської техніки: США, Китай, Велика Британія, а також країни Євросоюзу — Німеччина, Франція та Нідерланди. Також помітне місце у забезпеченості технікою займають Польща та Білорусь.

Найбільше сільськогосподарської техніки Україна ввозить з Німеччини. Обсяги поставок з цієї країни нової та вживаної техніки склали 2019 року \$243,4 млн. Це забезпечило Німеччині частку у 31,6% у вітчизняному імпорті агротехніки.

Друге місце у експортерів техніки для сільського господарства в Україну посідають США — \$159 млн (20,6%).

На третьому місці у рейтингу основних постачальників цього виду продукції — Польща. У 2019 року вітчизняні аграрії закупили у цій країні сільгосптехніки на суму \$80,3 млн (10,4%).

Однакові частки — по 9% — у вітчизняному імпорті агротехніки мають Нідерланди (\$69,7 млн) та Китай (\$69,1 млн). Поставки сільгоспмашин та обладнання з Франції склали у 2019 р. \$58,1 млн (7,5%), з Білорусі — \$49,8 млн (6,5%).

Загалом у вітчизняному імпорті переважає сільськогосподарська техніка північноамериканського походження — John Deere, Case, New Holland, Massey Ferguson, Challenger, Versatile. Також на українському ринку представлені і європейські виробники — Claas, Deutz-Fahr.

Наполегливу політику щодо входження на український ринок проводить Китай. Ціна китайської техніки на 15-20% нижча навіть за ціни на вітчизняну техніку. Оскільки вони виробляють насамперед трактори малої потужності, тобто міні-трактори, їхня продукція є надзвичайно привабливою для вітчизняних господарств населення, фермерських господарств та інших форм господарювання малих та середніх розмірів.

Справа в тому, що сьогодні доля імпортої с/г техніки в Україні, за різними оцінками, сягає від 80 до 90%, і це створює гіпотетичні загрози економічній безпеці нашої держави. Будь-які серйозні перебої з постачанням сільськогосподарської техніки, зокрема, тракторів або підвищення на неї ціни, так само і проблеми із постачанням запасних частин, погіршення сервісного обслуговування чи зменшення ремонтних потужностей можуть призвести до зменшення виробництва аграрної продукції і величезних збитків. До деякої міри

українські аграрії відчули ці загрози ще у 2020 році під час епідемії COVID-19, коли через дефіцит мікročіпів та іншого електронного обладнання несподівано виникли проблеми у європейських виробників тракторної техніки. Тоді навіть стояло питання про призупинення виробництва на низці заводів. У зв'язку з цим, за перше півріччя 2020 року обсяг імпорту тракторів в Україну скоротився на 50%, в порівнянні з аналогічним періодом 2019 року, що створило певні проблеми замовникам цієї техніки.

Щоб уникнути в майбутньому таких ризиків потрібно відновлювати виробництво тракторів і запасних частин до них в Україні, розвивати мережу сервісних центрів, ремонтних баз тощо.

Одним із перспективних партнерів України у відновленні тракторобудування може стати американська компанія John Deere, яка багато років працює на українському ринку і має розгалужену систему дистрибуції та сервісного обслуговування. Переважно компанія продає великі трактори, потужністю від 120 к.с. і вище, що відповідає потребам великих агрохолдингів та сільгоспвиробників. Часткова локалізація тракторного виробництва в Україні дозволила б відчутно зменшити вартість цієї техніки (щонайменше на 30%) і зробити її доступнішою для споживачів, створити тисячі робочих місць, збільшити надходження до бюджету, що наразі є дуже актуально. Після виходу John Deere з російського і білоруського ринків розширення співпраці з Україною було б цілком логічним, зокрема, у плані будівництва заводу із складання тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської і будівельної техніки.

У будь-якому разі Україна, яка має понад 25 млн га чорноземних ґрунтів (6,7% від світових запасів) і є одним з найбільших виробників та експортерів зерна, ще довго залишатиметься привабливою для світових виробників тракторної техніки. Наразі вони активно борються за своє місце на українському ринку. Але й Україна має поборотися за те, щоб присутність на її ринку великих виробників тракторної техніки приносила користь не тільки їм, а й державі та українським агровиробникам. Очевидно, що самих лише механізмів митного та технічного регулювання для цього не достатньо. Потрібно розробляти нові підходи, що дозволять відновити власне тракторобудування та позбутися критичної імпортозалежності в цій важливій галузі.

Наразі, за підсумками минулого року, найбільшими імпортерами тракторів в Україну залишаються Німеччина (20,1%), Польща (13,4%) та Нідерланди (11,9%). Серйозні позиції на українському ринку тракторної техніки також мають США, Китай та Велика Британія. Як не прикро, але частка вітчизняних тракторів залишається дуже мізерною і вони не можуть конкурувати з іноземною технікою ні за якістю, ні за ціною. Треба визнати, що за останнє десятиліття Україна фактично втратила вітчизняну галузь тракторобудування. Навіть попри те, що з 2017 року в Україні запроваджено програму часткової компенсації агровиробникам вартості придбаної сільгосптехніки вітчизняного виробництва, ця програма не вирішує проблему насичення аграрного сектора достатньою кількістю тракторів та швидкого оновлення тракторного парку. Треба враховувати і те, що в Україну завозиться багато вживаних тракторів, які мають обмежений моторесурс і не відповідають вимогам за екологічними стандартами.

Наразі, за різними підрахунками, від 80 до 90% тракторів, які експлуатуються в Україні, перебуває за межами амортизаційного й економічно доцільного строку експлуатації, а оновлення тракторного парку відбувається занадто повільно. При цьому щороку через брак нової сільськогосподарської техніки Україна втрачає до 6 млн тонн зерна. Якщо держава не буде адекватно реагувати на ці виклики, то економічні збитки будуть ще більшими.

Ситуація на ринку тракторів доволі динамічна і держава має її контролювати та вживати певних протекціоністських або навпаки – обмежувальних заходів. Наразі ми бачимо підвищений попит на тракторну техніку в сегменті машин потужністю до 120 к.с. Це універсальні машини, які можуть використовувати як фермери для обробки невеликих полів, так і середні та великі господарства. Сьогодні цю ринкову нішу активно заповнюють трактори китайського виробництва різних марок і модифікацій. Але такі трактори можуть виробляти і в Україні, про що, наприклад, свідчить досвід ТОВ "Дніпровський механо-тракторний завод". З 2011 року тут проводять агрегатно-вузлове збирання міні-тракторів, здебільшого з китайських комплектуючих. Але останнім часом використовують і деталі вітчизняного виробництва.

Першочергові заходи для виведення вітчизняного тракторобудування з критичного стану мають бути сконцентровані у напрямку придбання та установки в Україні сучасних іноземних технологій, технологічних ліній або цілих виробництв, що підвищать конкурентоздатність вітчизняних тракторів. Також потрібно зосереджувати зусилля на виробництві малопотужних тракторів, які зможуть задовольнити попит невеликих фермерських господарств та особистих селянських господарств і зможуть витіснити китайські трактори аналогічного класу. Переконані, що в майбутній програмі розвитку вітчизняного тракторобудування також будуть передбачені заходи для відновлення виробництва на Харківському тракторному заводі, але, звичайно, на абсолютно нових принципах співробітництва держави і приватного бізнесу.

Список літератури:

1 Україна: ринок сільськогосподарської техніки. Аналіз та перспективи [Текст] / Р. В. Антощенко, В. М. Антощенко, І. В. Галич, В. В. Антощенкова, О. В. Козлова // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки. - Харків : ХНТУСГ, 2019. - Вип. 198 : Механізація с.-г. вир-ва. - С. 194-200.

2. Огляд українського ринку тракторів потужністю 260-390 к.с. [Текст] / В. М. Антощенко, Р. В. Антощенко, А. П. Гуртов, Д. В. Станіславенко // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки. - Харків : ФОП Сегаль І. М., 2014. - Вип. 148: Механізація с.-г. вир-ва. - С. 258-262.

3. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗНОШУВАННЯ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ВПУСКНОЇ СИСТЕМИ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Дідус С.С., магістр

Державний біотехнологічний університет

В результаті аналізу літературних джерел за темою досліджень визначено вплив інтенсивності зношування розподільного валу на ефективність роботи впускної системи двигуна внутрішнього згорання.

Впускна система двигуна внутрішнього згорання із зовнішнім сумішоутворенням, визначена сукупністю пристроїв, механізмів які призначені для утворення та подачі паливно-повітряної суміші до циліндрів двигуна внутрішнього згорання [1].

В результаті аналізу експериментальних даних отриманих під час діагностування газорозподільного механізму двигуна типу 8VЧ90/82 та даних мікрометричного вимірювання величини зносу кулачків розподільного валу, встановлена експоненціальна закономірність інтенсивності зношування профілю кулачків за висотою від пробігу автотранспортного засобу:

$$Y_i = Y_0 \cdot e^{bL_i},$$

де Y_i – текуче значення величини зносу профілю кулачка; Y_0 – значення величини зносу кулачка після припрацювання 7-10 тис. км.; b – коефіцієнт інтенсивності зношування; L_i – текуче значення пробігу автотранспортного засобу.

Слід зазначити, що представлена на рис. 1 закономірність є кореляційною до фізичного процесу зношування газорозподільного механізму в цілому, і відповідно до функціоналу відкриття і закриття впускних та випускних клапанів, тобто, фаз газорозподілу.

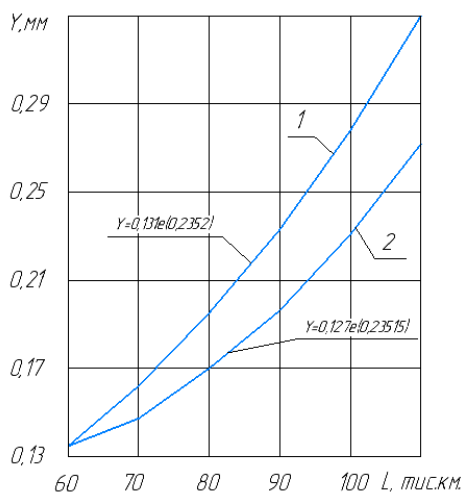


Рис. 1. Закономірність зміни величини зносу кулачків розподільного валу від пробігу автотранс-

Розглянемо дану закономірність більш детально. На першому після етапу припрацювання достатньо тривалому періоді напрацювання, пробігу близько вісімдесяти тисяч кілометрів, інтенсивність зношування кулачків збільшується, при цьому слід зауважити, що закономірність зношування впускних кулачків є більш пологою, ніж випускних. Слід визначити, що в даний період експлуатації спостерігається збільшення нерівномірності зношування як між однойменними кулачками на розподільному валу так і між їх

портного засобу: 1 – впускних сукупністю в групах впускних і клапанів; 2 – впускних клапанів впускних кулачків.

На другому етапі експлуатації відповідно після дев'яноста тисяч кілометрів пробігу збільшення інтенсивності зношування кулачків за пробігом має тенденцію до сповільнення. Встановлена закономірність має реалізацію в прогностиці зміни технічного стану газорозподільного механізму, встановленні раціональної періодичності діагностування та виконання регулювальних робіт з встановлення величини теплового зазору газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння відповідно до нормативних параметрів. Адже при збільшенні або зменшенні теплового зазору в газорозподільному механізмі двигуна відбувається порушення фаз газорозподілу, що в свою чергу сприяє зменшенню потужності двигуна, збільшенню витрати палива та погіршення екологічної складової за рахунок зміни процесу горіння паливно-повітряної суміші в циліндрі двигуна.

Зазначимо, що в чотирьохтактному двигуні внутрішнього згоряння з врахуванням кутів перекриття, клапани відповідних циліндрів повністю відкриті лише на двох тактах кожного циліндра – впуску і випуску. На більшій частці кута повороту розподільного валу, що відноситься до періодів здійснення тактів розширення і стиснення вони закриті. При цьому на кожному кутовому інтервалі повороту колінчастого валу, що дорівнює π , здійснюється одночасно такти впуску і випуску в двох різних циліндрах двигуна внутрішнього згоряння, в яких відповідні клапани відкриваються. Відтак, шляхом вимірювання розрідження і надлишкового тиску у впускній і випускній системі двигуна із співставленням значень до інтервалів кутів повороту колінчастого валу або розподільного валу, що формуються потоком від роботи двох відповідних клапанних механізмів, можна визначати їх технічний стан, зокрема величину теплового зазору клапанного механізму і відповідно необхідність виконання регулювальних робіт [2].

Підсумуємо вищенаведене, задля забезпечення ефективної роботи впускної системи двигуна внутрішнього згоряння і двигуна в цілому, доцільним є проведення експериментальних досліджень із встановлення закономірностей зношування елементів газорозподільного механізму двигуна, що є складовими і ті, що структуруванні до системи впуску. Використання сучасних діагностичних засобів дозволяє виконувати безрозбірне діагностування елементів газорозподільного механізму, що дає змогу до отримання інформаційного поля з різних каналів задля прогностики зміни ефективності функціонування двигуна і відповідно часу проведення технологічних операцій з підтримки та відновлення технічного стану системи впуску двигуна внутрішнього згоряння.

Список літератури:

1. Мигель В.Д. Основы технической диагностики автомобилей / В.Д.Мигель. – Харьков: Майдан, 2016 – 372 с.
2. Блезнюк О.В. Аналіз способів визначення технічного стану системи впуску двигуна внутрішнього згоряння / О.В.Блезнюк, А.В.Порох // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна інженерія

Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ», 2023
агропромислових і харчових виробництв» (25-26 листопада 2021 р.) – Харків:
ДБТУ, 2021. – С. 103-105.

УДК 662.758.2

ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ВОДНОЇ ІНЖЕКЦІЇ

Галушко Д. О., Малько В. В. магістри, Антощенко В. М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано метод підвищення паливної економічності двигуна внутрішнього згорання шляхом застосування водної інжекції.

Підвищення продуктивності та паливної економічності машинно-тракторних агрегатів (МТА) визначають ефективність механізованих процесів у сільськогосподарському виробництві.

Збільшення вимог до паливної економічності визначають необхідність поліпшення техніко-економічних показників роботи машинно-тракторних агрегатів та їх енергетичних установок, які представлені двигунами внутрішнього згорання.

За більш ніж вікову історію загальний ККД найкращих бензинових двигунів (з іскровим примусовим запаленням) не перевищив 25 - 30%. ККД кращих дизельних моторів, навіть у найбільш економічних масогабаритних варіантах, вбирається у 40...45 %. ККД малих дизелів нижче на 10 - 15%.

Одним із напрямів підвищення паливної ефективності двигунів внутрішнього згорання є використання води як добавки до вуглеводневих палив. Ідея використання води для поліпшення роботи ДВЗ не нова і є досить привабливою. Привабливість цієї ідеї пояснюється тим, що її застосування не вимагає великих витрат на створення нових виробничих потужностей.

Тому тема кваліфікаційної роботи магістра, присвячена підвищенню паливної економічності машинно-тракторних агрегатів, є досить актуальною, та її результати практично значущими.

На сьогоднішній день відомі такі способи додавання води до вуглеводневого палива:

- 1) нерегульована подача постійної кількості води, незалежно від режиму роботи двигуна;
- 2) регульована подача води, що забезпечує її певну частку паливної суміші;
- 3) регульована подача води відповідно до режиму роботи двигуна;
- 4) використання водопаливних емульсій (ВПЕ)

Водопаливні емульсії - метастабільні рідини, що складаються з води та палива. Тривалість їхнього метастабільного стану залежить від третьої речовини - емульгатора. Але підбір цієї речовини виявився з технічної точки зору складнішим за інженерні проблеми, що виникають при використанні звичайної води. Основні фізико-хімічні властивості сучасних водопаливних емульсій практично ідентичні до базового вуглеводневого палива. За антидетонаційними

властивостями відзначається навіть їх деяка перевага.

Актуальність і недостатня розробленість цих проблем послужили основою вибору мети дослідження.

Мета кваліфікаційної роботи. Підвищення паливної економічності двигуна внутрішнього згорання шляхом застосування водної інжекції.

Завдання досліджень: визначити основні параметри розпилювача водної форсунки та провести теоретичні дослідження робочого процесу дизельного двигуна при застосуванні інжекції води у впускний колектор; провести комплекс експериментальних досліджень робочого процесу дизельних двигунів під час використання водної інжекції; провести лабораторні випробування двигуна та польові випробування із застосуванням водної інжекції.

Рішення поставленої мети дозволять визначити ефективні показники роботи дизельного двигуна при застосуванні водної інжекції.

Запропоновано нові технічні рішення, які шляхом застосування водної інжекції дають змогу підвищити паливну економічність та екологічну безпеку мобільних енергетичних засобів.

Експериментально встановлено, що найбільший приріст ефективної потужності дизельного двигуна Д-240 спостерігається при подачі води в об'ємі 27 - 32 % від обсягу циклової подачі дизельного палива.

При використанні водної інжекції відносна економія дизельного палива досягає 36 г/кВт-год ефективної потужності. Крім того, встановлено, що зі збільшенням об'єму води, що подається температура відпрацьованих газів знижується, із середньою інтенсивністю близько 1°C на 1 % подачі води, залежно від режиму роботи двигуна. Найбільше зниження температури відпрацьованих газів відзначено на режимі максимального крутного моменту.

В результаті тягових випробувань, проведених на ґрунтовому фоні «стерня колосових», максимальна тягова потужність трактора МТЗ-82 з відключеним приводом переднього моста отримана на 6 та 7 передачах – відповідно 41,12 та 41,43 кВт, відносне збільшення – відповідно 14,11 та 18,36%.

Список літератури:

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згорання : 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.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

УДК 629.113

ДО ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА МАГІСТРАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ-ТЯГАЧА

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент , Хмелевський Д.Є. слухач магістратури

Державний біотехнологічний університет

Виконані дослідження щодо поліпшення паливних і екологічних показників дизельного двигуна на прикладі магістрального автомобіля за рахунок переведення на стислий природний газ. Запропонована розробка дозволить зменшити димність відпрацьованих газів; заощаджувати до 80 % дизельного палива за рахунок заміщення його газом; можливість швидкого переведення з одного палива на інше і навпаки; підвищити моторесурс двигуна в середньому на 20...30 %.

Аналіз стану питання показав, що переведення автомобільного транспорту з нафтових палив на стислий природний газ (СПГ) має безліч переваг, а саме: зниження витрат нафтових запасів країни, поліпшення екології, особливо у великих містах, підвищення ресурсу автотранспорту. Потрібна активна стимуляція з боку держави для впровадження стислого природного газу в якості заміни нафтових видів палив.

З точки зору практичного застосування в сучасних умовах найбільш реальним способом переведення дизеля на стислий природний газ є здійснення його роботи за газодизельним процесом, тобто при поданні газу (основного виду палива) у впускний колектор і займання газо-повітряної суміші невеликою запальною дозою дизельного палива, що поступає в циліндри через штатну паливну систему.

Використання в якості палива для дизеля СПГ сприяє зниженню вмісту сажі у відпрацьованих газах, практично до нульової концентрації.

Однією з важливих умов розробки є те, що в конструкції самого двигуна автомобіля і системи подачі палива не вносяться істотних змін.

Мета досліджень: поліпшення експлуатаційних показників дизельного двигуна вантажного автомобіля за допомогою застосування СПГ в якості моторного палива.

Короткий опис розробки. Модернізована система живлення дизельного двигуна вантажного автомобіля за рахунок застосування природного газу в якості основного палива - 80 % і запального дизельного палива - 20 %.

Запропонована розробка дозволить:

- зменшити димність відпрацьованих газів;
- заощаджувати до 80 % дизельного палива за рахунок заміщення його газом;
- можливість швидкого переведення з одного палива на інше і навпаки;
- підвищити моторесурс двигуна в середньому на 20...30 %.

Сфера застосування розробки. Розробка призначена для застосування на вантажних автомобілях з метою впровадження на автотранспортних підприємствах.

Новизна розробки. Для заправки автомобіля газом використовуються металопластикові балони, які кріпляться на рамі за кабіною автомобіля. Окрім балонів в модернізований варіант автомобіля для роботи на газі входить серійна газорозподільна апаратура.

Оцінка можливості реалізації розробки. Основними споживачами пропонованої розробки можуть бути автотранспортні підприємства, а також приватні особи, що займаються вантажоперевезеннями.

Список літератури:

1. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є. Автомобільні двигуни: підручник. К.: Арістей, 2006. 476 с.
2. Автомобільні двигуни / Тимченко І.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Муждбаєв М.Р. Харків: Основа, 1995. 464 с.
3. Двигуни внутрішнього згоряння: в 6 т. / за ред. проф. А.П. Марченка, проф. А.Ф. Шеховцова. Харків: Видавничий центр НТУ «ХП», 2004. Т.5. Екологізація ДВЗ. 464 с.
4. Загальний курс транспорту: підручник / М.Ф. Дмитриченко та ін. Львів, 2011. 524 с.
5. Золотницький В.А. Системы питания газодизельных автомобилей. М.: «Издательство Дом Третий Рим». 2000. 88 с.
6. Макаров В.В., Лоскутов А.С. Газобаллонные автомобили: учебное пособие. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. 100 с.
7. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови: навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич та ін. К.: НТУ, 2015. 244 с.

УДК 631.372.004

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРА ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЗАДАНОГО РЕСУРСУ ГУСЕНИЧНОГО РУШІЯ

Галушко Д. О., Малько В. В. магістри, І. А Фабричнікова к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано метод підвищення ефективності використання трактора подвійного призначення забезпеченням заданого ресурсу гусеничного рушія.

Потреба АПК у сучасній тракторній техніці продиктована лише тим, що фактична оснащеність більшості сільських господарств становить 45 - 60 % необхідної. Досвід експлуатації машинно-тракторних агрегатів (МТА) на базі енергонасичених колісних тракторів серії К-700, Т-150К та їх імпортованих аналогів виявив негативні наслідки ущільнюючого впливу на ґрунт їх колісних рушіїв.

Гусеничні сільськогосподарські трактори загального призначення призначені для виконання різних сільськогосподарських робіт (лушення, оранка, безвідвальне обробіток ґрунту, передпосівний обробіток ґрунту, боронування, шлейфування, культивація, дискування, каткування, посів, збирання зернових культур та ін.).

Збереження можливості агрегування трактора подвійного призначення бульдозерним обладнанням дозволило ефективно використовувати його при розробці ґрунтів 1...2 категорій щільності (дорожньо-будівельні та меліоративні роботи), забезпечуючи збільшення ступеня завантаження базового трактора протягом року.

Підвищення надійності ходової системи трактора подвійного призначення (ТПП) є актуальним завданням, вирішення якого можна здійснити раціональним використанням ходової системи на різних видах робіт у сфері АПК.

Мета кваліфікаційної роботи. Підвищення ефективності використання трактора подвійного призначення забезпеченням заданого ресурсу гусеничного рушія.

Завдання досліджень:

- встановити основні причини зниження ресурсу ходової системи гусеничного ТПП та обґрунтувати шляхи його збільшення до заданого рівня;
- розробити математичну модель процесу зміни залишкового ресурсу ходової системи ТПП для різних умов роботи та варіантів агрегування;
- провести експериментальні дослідження та визначити показники надійності та ресурс ходової системи гусеничних ТПП, оцінити адекватність запропонованих теоретичних положень реальному процесу.

Об'єкт дослідження – технологічний процес роботи тракторного агрегату на різних видах робіт із визначенням показників надійності його ходової системи при різних варіантах завантаження трактора.

Предмет дослідження – закономірності зміни показників надійності ходової системи ТПП у взаємозв'язку з умовами експлуатації та варіантами агрегування при виконанні найбільш ймовірних технологічних операцій.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів.

Рішення поставленої мети дозволять підвищити ефективність використання трактора подвійного призначення.

Встановлено, що основною причиною, що викликає зниження ресурсу ходової системи трактора як при задньому (плуг, борона тощо), так і при фронтальному агрегуванні (бульдозер) є нерівномірний розподіл вертикальних навантажень у межах довжини опорної частини гусениці.

Розроблено математичну модель процесу зміни залишкового ресурсу ходової системи, яка дозволила оцінити темп зміни залишкового ресурсу вузлів та елементів ходової системи для різних варіантів агрегування базового трактора з параметрами, що рекомендуються. В результаті встановлено, що найгірші показники надійності мають гусеничні стрічки, середній ресурс яких становить 1950 – 2110 мото-год.

Розроблено методику планування експлуатаційного завантаження тракторів подвійного призначення для забезпечення необхідного ресурсу ходової системи при виконанні найімовірніших технологічних операцій. Встановлено, що при певному чергуванні сільськогосподарських робіт (оранка, чизелювання та боронування) та бульдозування забезпечується поступове та рівномірне зношування гусеничних стрічок, що веде до збільшення їх ресурсу до 3800 і більше мото-годин.

Результати дослідження дозволяють підвищити ефективність використання гусеничного ТПП при цілорічній експлуатації з сільськогосподарськими та дорожньо-будівельними машинами та знаряддями можливе шляхом зниження нерівномірності розподілу вертикальних навантажень на опорну частину ходової системи трактора, а також вибором раціональних схем завантаження для кожного виду виконуваних робіт.

Список літератури:

1. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згорання : підручник / М. Г. Сандомирський, Л. М. Варваров, В. М. Антощенков, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, Р. В. Антощенков, М. Л. Шуляк ; за ред. проф. А. Т. Лебедева. Харків : ХНТУСГ, 2021. – 258 с.

2. Антощенков 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. Антощенков, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенков, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. - 248 с. - Б. ц.

4. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

УДК 629.113

ДО ПИТАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ КЕРУВАННЯ КОРОБКОЮ ПЕРЕДАЧ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Яхно О.О. слухач магістратури

Державний біотехнологічний університет

Наведені результати досліджень статичної та кінематичної моделей електромеханічної системи автоматичного перемикавання передач. Запропоновано алгоритм розрахунку фізико-механічних параметрів системи керування

У сучасних легкових і вантажних автомобілях переважно застосовують одержані механічні трансмісії, що містять у своєму складі механічну ступінчасту коробку передач (КП) і фрикційне зчеплення. Керування такими трансмісіями здійснюється безпосереднім впливом водія на відповідні приводні механізми.

У порівнянні з іншими типами трансмісії такого виконання мають ряд важливих переваг, основними з яких є:

- простота конструкції, завдяки чому досягається висока надійність і низька вартість механічної трансмісії;
- високий ККД;
- мінімальний обсяг технічного обслуговування й простота ремонту вузлів механічної трансмісії.

Разом з тим, механічні трансмісії з приводами, на які безпосередньо впливає водій, не забезпечують такої ж зручності керування автомобілем, як це досягається за допомогою трансмісій, виконаних з напівавтоматичним або повністю автоматичним керуванням. Так само автоматично керовані КП забезпечують найбільш кращу паливну економічність, чим механічні КП автомобіля.

Із цієї причини ряд провідних автомобілебудівних фірм з метою підвищення конкурентоздатності автомобілів, інтенсифікували в останні роки розробки напівавтоматичних й автоматизованих трансмісій на базі механічних ступінчастих КП і фрикційних зчеплень. У таких трансмісіях зберігаються зазначені вище переваги звичайних механічних трансмісій, а разом з тим, забезпечується істотне полегшення й спрощення дій водія.

Мета роботи полягає в розробці системи автоматичного керування механічною трансмісією для підвищення комфорту керування легковим автомобілем та спрощення дій водія.

Із цієї причини основні розробки автоматизації керування механічними трансмісіями легкових автомобілів базуються на застосуванні систем повністю автоматичного керування як зчепленням, так і КП.

Використовують одноетапні та двоетапні системи керування процесом перемикавання передач механічних коробок.

Застосування одноетапного процесу перемикання передач дозволяє, в порівнянні із двоетапним, одержати наступні переваги: сполучення обох етапів прискорює процес включення передач; при одноетапному процесі не потрібно чіткого розмежування етапів вибору й включення передач, завдяки чому відпадає потреба застосування в складі системи керування додаткових датчиків, що контролюють закінчення процесу вибору й подають команду початку дії процесу включення передач.

При дослідженні статичної й кінематичної моделей такого механізму були створені системи рівнянь на підставі яких можна визначити геометричні й електромагнітні параметри системи керування.

Список літератури:

1. Харитонов С.А. Автоматические коробки передач. М.: ООО "Издательство Апрель"; ООО "Издательство АСТ", 2003. 335 с.
2. Автоматические коробки передач легковых автомобилей: учеб. пособие / Р.А. Кремчеев и др. Тольятти : Издательство ТГУ, 2012. 110 с.
3. Квітка С.О. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. 223 с.
4. Михалевич М.Г. Зчеплення автотранспортних засобів. Математичне моделювання та автоматизація: монографія. - Харків: ХНАДУ, 2020. 174 с.
5. Автоматизація механічної трансмісії автобусів та вантажних транспортних засобів: монографія / Клименко В.І, Богомоллов В.О., Михалевич М.Г., Леонтьев Д.М. Харків: ХНАДУ, 2018. 92 с.

УДК 629.113.52

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЯ В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Толмазов Д.А., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук

Державний біотехнологічний університет

Наведені результати удосконалення технології застосування дизельних палив з вмістом біодизеля. Розглянуті особливості зберігання та використання таких палив в умовах сільськогосподарського підприємства.

Частка відновлювальної енергетики в паливному балансі України сьогодні становить 0,8% та має бути збільшена до 20%. Енергія біомаси становить 60% відновлювальних джерел енергії [1].

Вимоги до дизельного пального з біологічної сировини регламентовані ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги». Національний стандарт відповідає в частині класифікації та частині загальних технічних вимог до біодизельного палива європейському стандарту EN 14214:2003.

Основною відмінністю та екологічною перевагою біодизельного палива є його біорозкладання, екологічна чистота, біологічна нешкідливість, очищення ґрунтів від радіонуклідів та ін.

Біопаливо використовується у чистому вигляді або у сумішах мінерального палива та біодизеля (бінарних паливах).

Методологія застосування біопалива базується на перевагах та недоліках цього палива, що впливають з особливостей фізико-хімічних властивостей, а це, у свою чергу, впливає на технологію зберігання палива з вмістом біодизелю на заправних станціях сільськогосподарських підприємств

До основних недоліків біодизеля слід віднести такі:

1. Через наявність у складі біодизельного пального кисню воно має гірші енергоємні характеристики (нижча теплота згоряння Q_p^H) у порівнянні з мінеральним дизельним паливом.

2. Вища температура застигання, що позначається на ефективності використання біопалива, особливо в холодну погоду.

3. Біодизель має високе кислотне число, що обмежує його тривалість зберігання. Термін зберігання біодизелю — не більше 3 місяців.

4. Біодизель більш агресивно діє на гумові та полімерні деталі дизелів, ніж звичайне мінеральне паливо, що викликає необхідність адаптації дизелів при переході на використання біодизелю; внаслідок потрапляння на лакофарбове покриття тракторів і автомобілів воно може викликати швидке їхнє руйнування.

5. Результати теоретичних і експериментальних досліджень показують що біопаливо змінює техніко-експлуатаційні параметри роботи дизельних двигунів. Ефективна потужність двигуна на номінальному режимі при роботі на біодизелі зменшується на 6-8%, а ефективна питома витрата палива зростає на 5-8%.

Основні перевагами біодизелю є.

1. Екологічність біодизелю, яка характеризується меншими викидами шкідливих речовин з відпрацьованими газами дизеля. У продуктах згоряння біодизеля міститься на 8-10% менше CO, майже на 50% менше твердих частинок – PM, значно менше оксидів сірки SO_x (0,005% проти 0,2% при використанні мінерального дизельного палива). Але через високий вміст кисню O₂ у викидах дизеля міститься приблизно на 10% більше окислів азоту NO_x.

2. Чистий біодизель B100 має високе цетанове число (Ц ≥ 51од.) що дає можливість використовувати його на дизельних двигунах без компаундування з речовинами, які забезпечують краще запалювання, особливо під час запуску двигуна.

3. У разі потрапляння у ґрунт або воду біодизель за 25-30 днів повністю розкладається і не завдає екологічної шкоди довкіллю.

4. Біопаливо характеризується високими мастильними властивостями. Цьому сприяє високий вміст кисню у хімічному складі. Міжремонтний термін експлуатації дизелів, які працюють на біопаливі, збільшується майже на 50%.

Основні правила транспортування, приймання, зберігання та видачі палив з вмістом біодизелю в умовах сільськогосподарського виробництва мають певні особливості у порівнянні з мінеральним дизельним паливом.

Враховуючи те що біодизель агресивно поводить до деяких конструкційних матеріалів, що застосовуються у паливній апаратурі дизелів та має певні відмінності у фізико-хімічних властивостях, при його використанні доцільно дотримуватися таких правил:

- біодизель повинен у повній мірі відповідати вимогам ДСТУ 6081:2009 (EN 14214:2003);
- дизельне біопаливо повинно бути використане упродовж шести місяців з дати виготовлення;
- для зберігання на заправних станціях сільськогосподарських підприємств повинна бути передбачена окрема тара (резервуари, бочки);
- тара повинна відповідати вимогам ДСТУ 4454:2005 «Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання» і періодично зачищатися;
- при транспортуванні палив з вмістом біодизеля автомобільна цистерна повинна бути підготовлена відповідно до рекомендацій ДСТУ 4454:2005 у розділі щодо підготовки транспортних засобів при зміні сорту нафтопродуктів, що перевозяться
- для запобігання виходу з ладу дизелів з причини використання у якості палива палив з вмістом біодизелі, забезпечити регулярний контроль показників якості при надходженні такого палива на заправну станцію підприємства та під час його зберігання.
- при потраплянні дизельного біопалива на лакофарбове покриття, його терміново необхідно змити або насухо витерти, також потрібно запобігати потраплянню дизельного біопалива на гумо - технічні вироби;
- при роботі дизеля на чистому біодизелі або дизельному пальному з вмістом біодизелю потрібно здійснювати корегування періодичності сервісного обслуговування тракторів у враховуючи вміст біокомпоненту у пальному;

- через кожних 60 мото-годин роботи зливати відстій з фільтрів грубого та тонкого очищення палива;
- не допускати роботу трактора при залишках палива у паливному баку менше 5 % об'єму;
- для запобігання проблем з фільтруванням та прогонністю паливної системи не допускати роботу на паливах з вмістом біодизеля при температурі навколишнього середовища за 10°C;
- перед постановкою трактора на короткострокове або довгострокове зберігання, біодизель потрібно злити із паливного баку, а робота трактора повинна бути продовжена на чистому дизельному паливі не менше однієї години.

Висновки

При використанні палив з вмістом біодизелю в умовах сільськогосподарських підприємств слід враховувати не тільки переваги а й недоліки біопаливного пального.

Біодизельне паливо не є абсолютно екологічно чистим, але, порівняно з нафтовим, воно все ж чистіше.

При виконанні технологічних операцій з такими паливами слід безумовно дотримуватись вимог і рекомендацій прописаних у нормативних документах.

Список літератури:

1. Шувар І. А. ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ БІОДИЗЕЛЮ URL: <https://agro-business.com.ua/agro/idei-trendy/item/8374-perevahy-i-nedoliky-biodyzeliu.html> (дата звернення: 10. 09.2023).

2. Дубровін В. О. та ін. БІОДИЗЕЛЬ ТА БІОЕТАНОЛ Проект «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агрохарчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України», URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/5143/1/Biodizel_TM6.pdf. (дата звернення: 10. 09.2023).

УДК 629.3.017.5

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИВОДА КЕРУВАННЯ ЗЧЕПЛЕННЯМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Луговой О.П. слухач магістратури

Державний біотехнологічний університет

Виконані дослідження щодо удосконалення процесу керування пневмогідролічним підсилювачем привода зчеплення дозволили встановити раціональну модель роботи зчеплення. На основі проведених досліджень розроблена конструкція пневмогідролічного підсилювача привода керування зчепленням.

Як відомо, безпека руху автотранспортних засобів (АТЗ) суттєво залежить від надійності гальмових систем, які повинні забезпечувати ефективне гальмування на будь-яких режимах руху.

Серед систем, якими наділені АТЗ, є привод який безпосередньо впливає на ефективність гальмування – це привод зчеплення, а саме пневмогідролічний підсилювач (ПГП) привода зчеплення.

Процеси гальмування з включеним та виключеним зчепленням суттєво відрізняються. Тому для підвищення ефективності особливо екстреного гальмування необхідно мати надійний та швидкодіючий привод вимикання зчеплення.

Полегшення керування здійснюється застосуванням сервоприводів, тобто підсилювачів механічного (пружинного), гідравлічного, пневматичного або вакуумного типу в складі привода фрикційного зчеплення.

Слід зауважити, що на сучасних АТЗ широке поширення одержали пневматичні підсилювачі, які працюють у складі гідравлічного приводу, через ряд явних переваг, що вигідно відрізняють їх від інших типів підсилювачів.

Однак існують недоліки властиві всім ПГП, усунення яких дозволить підвищити надійність і простоту керування приводом зчеплення. Дані недоліки в основному відносяться до аварійних режимів роботи привода зчеплення. У звичайному приводі зчеплення з ПГП при виході з ладу одного з ланцюгів (пневматичного або гідравлічного) керування зчепленням утруднюється, а при виході гідравлічного ланцюга стає неможливим.

Для вирішення зазначених проблем нами був розроблений привод керування зчепленням, що усуває вище перераховані недоліки.

При виході з ладу пневматичного ланцюга (перший аварійний режим) для вимикання зчеплення необхідно до педалі зчеплення прикласти зусилля, що часом перевищує реально можливе максимальне зусилля, що прикладається водієм. Для полегшення керування зчепленням у цих умовах розроблена конструкція головного циліндра зчеплення, що істотно знижує витрати зусилля.

При виході з ладу гідравлічного ланцюга (другий аварійний режим) керування приводом зчеплення за допомогою педалі стає неможливим. Для рішення цієї проблеми пропонується електропневматичний ланцюг до якого

входить електропневмоклапан, з'єднаний своєю пневматичною частиною з робочою порожниною ПГП і електричною частиною з вимикачем, розташованим у кабіні водія. Для вимикання зчеплення водій замикає електричний ланцюг за допомогою вимикача, пневмоклапан відкривається й у робочу порожнину ПГП надходить стиснене повітря, при цьому поршень переміщує шток - зчеплення вимикається. Для плавного рушання автомобіля з місця в пневмоклапані передбачений дросельний отвір. До недоліків ланцюга варто віднести відсутність слідкуючої дії.

Список літератури:

1. Вахламов В.К. Автомобили: Конструкция и элементы расчёта автомобиля: учебник для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 480 с.
2. Михалевич М.Г. Зчеплення автотранспортних засобів. Математичне моделювання та автоматизація: монографія. Харків: ХНАДУ, 2020. 174 с.
3. Проектирование трансмиссий автомобиля. Справочник. / Под ред. А. И. Гришкевича. М.: Машиностроение, 1984. 272 с.
4. Богомоллов В.О. Розробка адаптивних систем керування трансмісією: монографія. Харків: ХНАДУ, 2018. 192 с.
5. Румянцев Л.А. Проектирование автоматизированных автомобильных сцеплений. М.: "Машиностроение", 1975. 176 с.

ВПУСКНА СИСТЕМА ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ЯК ОБ'ЄКТ ДІАГНОСТУВАННЯ

Блезнюк О.В., к.т.н., доцент, Дідус С.С., магістр

Державний біотехнологічний університет

Робота впускної системи обумовлена взаємодією її елементів між собою, що виражається і вимірюється фізичними величинами, що безперервно змінюються в процесі експлуатації від номінальних до граничних значень і визначають технічний стан об'єкта.

Найбільш просторовий опис впускної системи як об'єкта діагностування виражається за допомогою рівневої структурно-наслідкової схеми, яка структурується на будові виробу, призначенні, принципу функціонування, статистичного аналізу показників надійності і оцінки діагностичних параметрів [1]. Використовуючи структурно-наслідкову схему можна визначити найбільш важливі діагностичні параметри. Так: на вищому рівні схеми знаходяться найбільш вразливі, критичні, елементи; на I рівні - сполучення між ними, структурні, конструктивні, параметри; на II рівні розташовуються характерні несправності; на III рівні розташовані робочі або супутні процеси, діагностичні ознаки, відповідні величинам структурних параметрів; на IV рівні розташовані діагностичні параметри, фізичні величини, за допомогою яких можна виміряти супутні або робочі процеси об'єкта діагностування і таким чином визначити технічний стан виробу без його розбирання.

Структурно-наслідкова схема елемента впускної системи «торець клапана - натискний важіль» представлена на рис. 1.

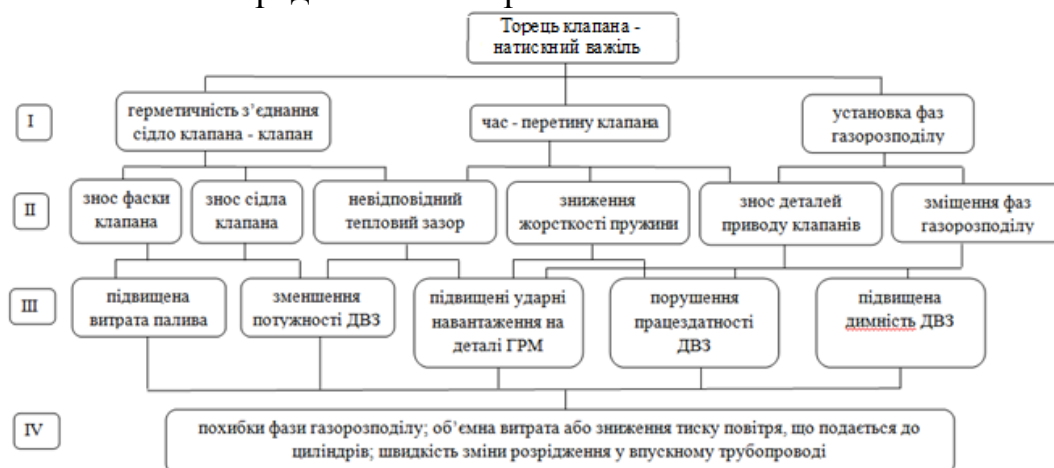


Рис. 1 – Структурно-наслідкова схема «торець клапана - натискний важіль»: I – структурні, конструктивні параметри; II – характерні несправності; III – діагностичні признаки; IV – діагностичні параметри

Виходячи з будови і призначення впускної системи щодо подачі паливно-повітряної суміші до циліндрів двигуна внутрішнього згоряння, до основних слід віднести невідповідність величини теплового зазору газорозподільного механізму, а саме в спряженнях. До технологічних параметрів «торець клапана -

натискний важіль», що характеризують сполучення (рівень I), відносять герметичність з'єднання сідло клапана-клапан, час-перетину клапана, а також фази газорозподілу. Зміна цих параметрів може бути наслідком різних несправностей (рівень II). Невідповідність величини теплового зазору в сполученні «торець клапана - натискний важіль» може бути викликано зносом кулачків розподільного валу, зносом або прогоранням тарілки клапана, зносом сідла клапана, а також зменшеним тепловим зазором в приводі клапана, що призводить до неповного закриття клапана. Порушення часу - перетину клапана може бути викликано неправильною установкою теплового зазору, втратою жорсткості пружиною або зносом приводу клапанів, кулачків розподільного валу. Інтегральний показник час - перетину використовується для оцінки пропускної здатності клапана, що враховує одночасно величину прохідного перетину і тривалість відкриття клапана [2]. Зміщення фаз газорозподілу зазвичай відбувається внаслідок зносу деталей приводу клапанів або неправильної установки фаз газорозподілу при обслуговуванні або ремонті механізму [3]. Щодо характерних несправностей впускної системи можна судити за діагностичними ознаками (рівень III). Наприклад, при зносі фаски сідла клапана, а також при зменшеному тепловому зазорі через негерметичність камери згоряння підвищується витрата палива і знижується потужність двигуна внутрішнього згоряння. Збільшений тепловий зазор, знижена жорсткість пружини і знос деталей приводу, а також зміщення фаз газорозподілу призводять до збільшення ударних навантажень на деталі приводу газорозподільного механізму і підвищеної токсичності відпрацьованих газів. Стан елементів впускної системи може бути оцінений діагностичними параметрами (рівень IV): похибка фази газорозподілу, кут повороту колінчастого валу; об'ємна витрата або падіння тиску стисненого повітря, що подається в циліндри; віброшвидкість, віброприскорення; швидкість зміни тиску у впускній системі.

Однією з особливостей діагностичних параметрів є те, що вони відображають робочі процеси окремих складових частин що мають сукупні діагностичні ознаки. На підставі дослідження технологічних процесів визначення технічного стану впускної системи двигуна внутрішнього згоряння та структурно-наслідкової схеми елемента системи впуску «торець клапана - натискний важіль», в якості діагностичного параметра обрана швидкість зміни тиску у впускному трубопроводі.

Список літератури:

1. Мигель В.Д. Основы технической диагностики автомобилей / В.Д.Мигель. – Харьков: Майдан, 2016 – 372 с.
2. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни: підручник / Ф.І.Абрамчук, Ю.Ф.Гутаревич, К.Є.Долганов, І.І.Тимченко – Київ: Арістей, 2006. – 476 с.
3. Блезнюк О.В. Способи визначення теплового зазору клапанів і зміщення фаз газорозподілу / О.В.Блезнюк, М.С.Ольшанский // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» Інноваційні розробки в аграрній сфері. Том 2. – Харків: ХНТУСГ, 2021. – С. 111-113.

УДК 629.13

ДО ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДІВ КЕРУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОГО ГАЛЬМОВОГО ПРИВОДА

Шушляпін С.В. канд. техн. наук, доцент, Сапа В.С. слухач магістратури

Державний біотехнологічний університет

Наводяться дослідження гальмового крана з паралельним розташуванням секцій, надані рекомендації щодо сумісного застосування з регулятором гальмових сил

Підвищення активної безпеки автотранспортних засобів (АТЗ) є однією із самих актуальних проблем сучасного автомобілебудування. Найважливішим засобом забезпечення активної безпеки автомобіля є гальмове керування. Підвищення технічного рівня гальмового керування АТЗ пов'язане з виконанням вимог Правил №13 ЕК ООН і Директиви ЄЕС.

Безпека руху автомобілів з високими швидкостями в значній мірі визначається ефективністю дії й безпекою гальм, що безпосередньо пов'язано з органами керування гальмового привода.

Найважливішим показником надійності гальмового крана є кількість наявних у ньому секцій. З поширенням пневматичного привода в причепа, знайшли застосування комбіновані гальмові крани, у яких одна секція (прямої дії) управляла гальмовим приводом тягача, а друга (зворотної дії) - однопровідним приводом гальм причепа. Після введення вимоги про двоконтурність почали застосовуватися двосекційні крани із двома аналогічними секціями. Існують і трисекційні крани - із двома секціями для тягача й однією секцією причепа, всі секції прямої дії.

Детальний аналіз відомих конструкцій гальмових кранів дозволив встановити низку суттєвих недоліків з урахуванням яких запропонована нова конструкція двосекційного гальмового крана з паралельним розташуванням секцій з важільним приводом. Проведені дослідження дозволили встановити ряд переваг запропонованої конструкції в порівнянні з серійними гальмовими кранами: більш високу ефективність запасної гальмової системи; у випадках обриву трубопроводу зберігає стабільність протягом усього часу спорожнювання ресивера аварійної секції; більш високі динамічні якості при розгальмовуванні; більш високий ступінь уніфікації; можливість регулювання будь-якої черговості спрацьовування секцій.

Порівняння результатів розрахунку соціально-економічної ефективності, дозволило встановити, що гальмова система з двосекційним гальмовим краном приносить більш значний соціальний ефект ніж гальмова система з серійними гальмовими кранами.

Список літератури:

1. Regulation No 13 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles of

categories M, N and O with regard to braking: on condition 30.09.2010 – Official Journal of the European Union – UN/ECE, 2010. 257 p.

2. Волков В.П., Вильский Г.Б. Теория движения автомобиля. Харьков, Николаев: ХНАДУ-НПИ, 2010. 286 с.

3. Динамика автомобиля / М.А. Подригало и др. Харьков: ХНАДУ, 2008. 452 с.

4. Повышение эффективности торможения автотранспортных средств с пневматическим тормозным приводом. / Туренко А.Н., Клименко В.И., Богомоллов В.А., Кирчатый В.И. Харьков: Издательство ХГАДТУ. 2000. 472 с.

5. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / А.Н. Туренко и др. Харьков: Издательство ХНАДУ, 2002. 400 с.

6. Функціональний розрахунок гальмівної системи автомобіля з барабанними гальмами та регулятором гальмівних сил: / А.М. Туренко та ін. Харків: ХНАДУ, 2003. 120 с.

УДК 681.3

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМИ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ (EGR) ДВЗ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Погожин О.Р., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті основні проблеми технічної експлуатації та особливості конструкцій систем EGR – Exhaust Gas Recirculation (система рециркуляції відпрацьованих газів) ДВЗ.

Система EGR призначена для зниження утворення оксидів азоту, що утворюються при роботі двигуна. Утворення цих речовин має місце при дуже високій температурі.

Для зниження температури і, отже, утворення оксидів азоту, невелика кількість випускних газів повертається назад у двигун. Основне завдання системи – зниження токсичності вихлопу в режимах прогріву та різкого прискорення двигуна, який на даних режимах працює на збагаченій паливній суміші. Загалом нічого складного, але тільки чому ця система так ускладнює життя багатьом, хто займається ремонтом автомобілів?

Система EGR не використовується на холостих оборотах (прогрійтій двигун). Система EGR не використовується на холодному двигуні. Система EGR не використовується при повністю відкритій заслінці.

З незначними змінами EGR система використовується у ДВЗ фірми Nissan з 1980 року.

Зважаючи на то, що система впливає на роботу двигуна дуже важливо розуміти принцип її роботи для діагностики та усунення несправностей, пов'язаних із його працездатністю.

Основні несправності двигуна, пов'язані з роботою EGR системи: нестійка робота двигуна на холостих оборотах і при невеликому відкритті дросельної заслінки, зупинка двигуна внаслідок збіднення горючої суміші на холостих оборотах.

Перші системи EGR (1980 р.) склалися з EGR клапана, BPT клапана (протитиску), TVV клапана (термовакuumний). У версії California у вакуумній магістралі між BPT та TVV клапанами був встановлений клапан затримки.

Основну роль у системі виконує EGR клапан, що контролює потік вихлопних газів, що надходять у впускний колектор.

В нормальному стані EGR клапан закритий, що заважає проходженню відпрацьованих газів.

Біметалічного типу BPT і TVV клапана об'єднані в системі для управління відкриттям EGR клапана в певний час.

TVV клапан розташований у вакуумній магістралі між інжектором та EGR клапаном і призначений для відключення вакууму, якщо температура двигуна менше 50 градусів за Цельсієм.

ВРТ клапан розташований у вакуумній магістралі після TVV клапана і призначений для підтримки у системі атмосферного тиску В той час, коли вона не працює.

ВРТ клапан також з'єднаний з EGR клапаном і відкритий до тих пір, поки не з'явиться достатній тиск у випускній системі. Як тільки це відбувається, ВРТ клапан закриває подачу повітря в систему і створюється розрідження, що відкриває EGR клапан.

Починаючи з 1987 року на чотирициліндрових та з 1986 року на V6 двигунах, EGR система знаходиться під керуванням Electronic Concentrated Control System (ECCS) та використовує дані датчика положення колінвалу (датчика Холла), датчика температури двигуна та датчика положення дросельної заслінки.

ECU переводить ці дані в керуючі сигнали електроклапан EGR, який безпосередньо керує відкриттям EGR клапана.

Під час запуску холодного двигуна, на холостому ходу, коли обороти менше 900 об/хв., та при підвищених оборотах понад 3200 об/хв., електроклапан EGR включений та система не працює.

В інших випадках електроклапан вимкнений та EGR працює.

Необхідно сказати, що використання даної системи в Україні має багато специфічних особливостей. По-перше, якість палива в нашій країні знаходиться на досить низькому рівні.

Вистачає і відвертого контрафакту, на якому може нарватися на будь-якій (навіть найпрестижнішій) заправці.

Неякісне паливо призводить до того, що клапан EGR покривається нагаром і перестає працювати правильно. Все це негативно впливає на роботу двигуна.

По-друге, багато людей (цілком справедливо) вважають, що система EGR «душить» двигун, і не дає йому працювати на повну потужність. Тому, у багатьох сервісних центрах є спеціальна функція деактивації EGR.

У зв'язку з підвищеними вимогами екологів до дизельних і карбюраторних двигунів, з метою зниження рівня оксидів азоту в вихлопних газах, застосовується система рециркуляції EGR (EGR – Exhaust Gas Recirculation). Відповідно до різних вимог, що висуваються стандартами, що відстежують токсичність газів, що відпрацювали, система EGR у дизельному двигуні.

Поява оксиду азоту обумовлюється високою температурою в камерах згоряння.

Таким чином, якщо зменшити температуру, то і оксид азоту утворюється набагато менше, або він не утворюється зовсім. Зниження температури в камерах згоряння досягається в такий спосіб.

Клапан EGR відкривається, і частина вихлопних газів повертається назад у двигун. Вихлопні гази витісняють кисень, швидкість горіння в камерах зменшується, а потім, зменшується і температура. Як не складно здогадатися, подібна система дуже корисна для навколишнього середовища, але досить суттєво знижує рівень потужності двигуна.

В даний час використовується три види систем EGR:

1. електронна;

2. пневматична

3. електропневматична.

В електронних системах EGR керування клапаном здійснює безпосередньо блок керування двигуном без використання вакууму.

Існує дві основні конструкції цифрових клапанів EGR: з трьома чи двома різновеликими отворами. Отвори закриваються соленоїдами у різних комбінаціях.

При трьох отворах можна отримати 7 різних рівнів рециркуляції, при двох отворах три рівні.

Ще досконалішим є клапан, ступінь відкриття якого визначає ЕБУ через кроковий електродвигун. Таким чином, виходить плавне регулювання потоку вихлопних газів.

На деяких двигунах у системі EGR застосовується додаткове охолодження газів. Для цього клапан рециркуляції включається до штатної системи охолодження. Такий захід дозволяє ще більше знизити викиди оксидів азоту.

У цьому випадку контролювати роботу EGR можуть відразу кілька датчиків.

Вибір датчиків залежить від класу автомобіля та його виробника.

Керувати системою можуть: датчик різниці тиску вихлопних газів; датчик температури вихлопних газів; датчик роботи клапана EGR; датчик масової витрати повітря.

За плавне відкриття клапана відповідає електропневматичний перетворювач, який здатний керувати системою дуже і дуже плавно.

Подібна система управління використовується зазвичай в автомобілях преміум класу, тому що вона дуже складна.

Клапан керується пружиною і повністю залежить від заслінки дроселя. Чим сильніше водій натискає на педаль газу, тим сильніше відкривається клапан.

Даний метод управління EGR найнеточніший, і використовується зазвичай у недорогих автомобілях невеликої потужності.

Список літератури:

1. Транспортна екологія: навчальний посібник (2017) . О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвеева, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. К.: НАУ. 507 с.

2. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник (2006) . Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, Л. П. Мержиєвська. К.: Арістей. 292 с.

3. Техноекологія: підручник (2009). А. П. Войцицький, В.П. Дубровський, В. М. Боголюбов; за ред. В. М. Боголюбова. К.: Аграрна освіта. 533 с.

УДК 621.436.038

ПНЕВМОТЕСТЕР ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ЦПГ БЕНЗИНОВИХ ДВЗ

Ревуцький Ю.В., Гриненко С.С., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат
технічних наук

Державний біотехнологічний університет

Наведені результати дослідження конструкції пневмотестера для діагностування ЦПГ бензинових двигунів за пневмоцільністю камери згоряння. Визначені конструктивні розміри дросельного отвору (діаметр та довжина) для застосування на двигунах що різняться діаметрами циліндрів різні діаметри циліндрів

Найбільші прості автомобілів в експлуатації викликані підтримкою та відновленням працездатного стану механіки ДВЗ, в яких однією із ресурсовизначальних є циліндропоршнева група (ЦПГ), яка займає за часткою міжремонтних відмов у дизелях друге а в бензинових ДВЗ - третє місце [1].

Технічний стан ЦПГ залежить від структурних параметрів та відповідних ним діагностичних параметрів технічного стану. До найважливіших діагностичних параметрів відноситься:

- тиск наприкінці такту стискання (компресія);
- розрідження (повне та залишкове) у над поршневому просторі;
- кількість газів, що прориваються у картер двигуна;
- падіння тиску у над поршневому просторі при опресовуванні стисненим повітрям (пневмоцільність камери згоряння);
- струм, споживаний стартером при прокручуванні двигуна на пусковому режимі.

Перелічені діагностичні параметри ЦПГ визначають експлуатаційну надійність двигунів, їхні техніко експлуатаційні показники, залишковий ресурс, та вартість автомобіля на вторинному ринку [2].

Незважаючи на досить великий перелік діагностичних засобів що пропонуються на ринку України та дозволяють здійснювати діагностичні процедури з визначення технічного стану ЦПГ, існують певні проблеми, пов'язані з методиками визначення параметрів та трактуванням отриманих результатів.

При діагностуванні технічного стану ЦПГ за падінням тиску у над поршневому просторі при опресовуванні камери згоряння стисненим повітрям використовують спеціальні прилади - пневмотестери (лік-тестери) [1].

Принцип роботи лік-тестера базується на вимірюванні падіння тиску на дросельному отворі пневмотестера при подачі стисненого повітря у камеру згоряння (пневмоцільність камери згоряння).

Пневмотестер, що розглядається виготовлений на кафедрі трактори і автомобілі ДБТУ із стандартних елементів пневмоприводу та деяких спеціально виготовлених складальних елементів (наприклад, адаптера).

Особливістю конструктивної схеми пневмотестера є використання одного манометра у пневматичній схемі, що суттєво підвищує точність вимірювання.

Застосування такого конструктивного рішення стало можливим за рахунок використання у схемі кулькового крану, який встановлюється перед адаптером. Загальний вигляд пневмотестера представлений на рис.1а, експериментальні дроселі – на рис 1б), приклад застосування на рис.1в).

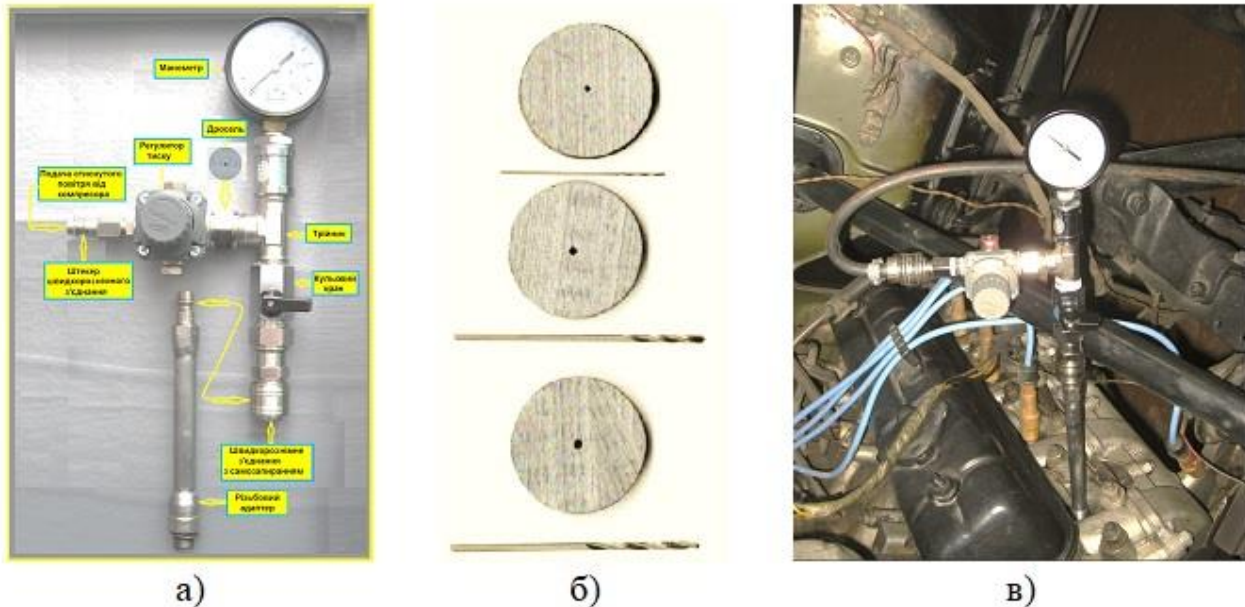


Рис. 1 Пневмотестер для бензинових двигунів: а) загальний вигляд пневмотестера; б) дросельні шайби; в) приклад застосування

Можливі місця витоків повітря із камери згоряння: а) у зазор між кільцем і поверхнею циліндра або у зазор у замку кільця; б) у зазор по торцевим поверхням кільця і канавок поршнів; в) у зазор між сідлом і клапаном; г) у зазор між пошкодженою прокладкою і площиною головки або блоку; д) у тріщину у головці циліндрів або циліндра.

На першому етапі розробки методики застосування пневмотестеру запропонованої конструкції були проведені розрахунки та аналіз термодинамічних процесів перетікання повітря у схемі пневмотестера. Це дозволило більш обґрунтовано проводити вибір геометричних параметрів дроселя і параметрів потоку повітря (перепаду тиску на дроселі) при застосуванні приладу при виконанні сервісних процедур на двигунах різної розмірності.

В основу роботи пневмотестера покладено принцип дроселювання газів. Дроселювання спостерігається при проходженні повітря через місцеві звуження, якими є дросель пневмотестера і зазор між поршневими кільцями і циліндром (умовна кільцева щілина).

У запропонованій конструкції пневмотестера діаметр дроселя становить 1 мм., а відношення довжини l до діаметру d дроселя - 1,5.

Пневмотестер з такою геометрією дроселя може застосовуватися на бензинових і дизельних двигунах з діаметром циліндра до 90 мм. Для дизельних

двигунів вантажних автомобілів діаметр дросельного отвору повинен бути збільшений до 1,2-1,5 мм.

Методика виконання діагностичної процедури з використанням пневмотестера запропонованої конструкції така:

Прогрівують двигун до робочої температури (якщо діагностична процедура проводиться на двигуні, який не запускається, або знятий з автомобіля діагностування проводять на холодному двигуні).

Підготовка пневмотестера до виконання вимірювань така. Попередньо кульовий кран встановлюють у закрите положення, а маховичок регулятора тиску у положення мінімального тиску. Вивертають на двигуна усі свічки та встановлюють адаптер пневмотестера на місце свічки першого циліндра.

Приєднують вхідний штуцер пневмотестера через швидко роз'ємну муфту до джерела стиснутого повітря компресору (система автоматичного включення компресора повинна бути відрегульована таким чином, що компресор включається при зниженні тиску пневмосистемі до (0.55МПа). Обертаючи маховичок регулятора тиску встановлюють у пневмосистемі тиск 5,0 МПа. Переконуються у відсутності витоків повітря через з'єднання пневмотестера та запірний клапан швидко роз'ємної муфти.

Провертаючи колінчастий вал, підводять поршень першого циліндра в положення, що відповідає моменту випередження запалювання. Правильність показань пневмотестера залежить значною мірою і від положення поршня в момент опресування камери згоряння. Найбільш достовірні результати вимірювань будуть у тому випадку, якщо поршневі кільця у момент зчитування результатів будуть притиснуті до нижньої площини поршневих канавок. Тому небажано вимірювати витік у верхній мертвій точці (ВМТ) або після ВМТ.

Відкривають кульовий кран і спостерігають за тиском по манометру пневмотестера. Фіксують тиск та заносять у протокол випробувань. Діагностичну процедуру проводять для всіх циліндрів. Отримані дані порівнюють з нормативами.

Висновки

Величина номінального, допустимого і граничного значення тиску у камері згоряння конкретного двигуна виміряна за допомогою пневмотестера, визначається діаметром дросельного отвору, діаметром циліндра двигуна і перепадом тиску на дроселі.

Список літератури:

1. Сорокін С.П. Козаченко О.В. Шкрегаль О.М. Блезнюк О.В. Зозуля Д. Обґрунтування параметрів пневмотестера для контролю технічного стану циліндропоршневої групи двигуна. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів №15' 2019. С. 49-59. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/3245/1/7.pdf>. (дата звернення: 1.10.2023).

2. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; За ред. проф. О.В. Козаченка. — Х.: Факт, 2013. —С. 96-123.

АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Скляр О.Г., к.т.н., доцент; Скляр Р.В., к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного*

Сьогодні ринок біогазу є найбільш розвиненим в Європі, адже саме розвинені країни ЄС першими запровадили програми переходу на альтернативні джерела енергії та системно підтримують ініціативи, спрямовані на впровадження нових біогазових технологій [1]. Так, Німеччина посідає перше місце за кількістю діючих біогазових комплексів. Лише 7% виробленого цими компаніями біогазу йде в газопроводи, решта використовується на потреби виробника. У перспективі 10-20% природного газу, який споживається в країні, можна замінити біогазом. Лідером за масштабами використання біогазу є Данія: на цей вид палива припадає майже 20% енергоспоживання країни.

Насамперед, слід зазначити, що суттєвим аспектом виробництва біогазу є використання відновлюваних джерел енергії, що часто одночасно є відходами. Використання органічних відходів або аграрної сировини створюють середовище для утворення екологічних ефектів при їх транспортуванні, зберіганні та використанні [2].

Істотний екологічний вплив має сировина тваринного походження. Так зараз, в Україні стоїть гостре питання – утилізація та безпечне перероблення продуктів життєдіяльності птахофабрик, свинокомплексів та ферм ВРХ. З іншого боку, анаеробна переробка відходів тваринництва (окремо або в поєднанні з іншими косубстратами) [3] може розглядатися як найкраща з наявних технологій, адже переробка відходів на біогазових заводах дозволяє частково зменшити екологічні проблеми та має суттєві економічні переваги у вигляді децентралізованого виробництва відновлюваної енергії.

Удосконалення біогазових установок має потенціал покращити їхню продуктивність та зробити їх більш енергоефективними. Такі зміни можуть бути важливими для зменшення витрат та збільшення прибутковості біогазових проєктів. Розглянемо основні аспекти, які можна удосконалити [3,4].

1) Покращення конструкції біогазових реакторів може збільшити тепловий обмін, аерацію та перемішування субстратів. Це допоможе підвищити продуктивність та зменшити час перебування біомаси в реакторі, що в свою чергу зменшить енергетичні витрати.

2) Впровадження нових технологій для зберігання біогазу може покращити їх герметичність та зменшити втрати. Можна розглянути використання спеціальних мембран та ізоляційних матеріалів.

3) Оптимізація систем очищення біогазу від домішок і вологи може покращити якість біогазу та зменшити енергетичні витрати на його обробку.

4) Вдосконалення систем контролю та автоматизації біогазових установок дозволить ефективніше керувати процесом та знижувати споживання енергії.

5) Використання ефективних ізоляційних матеріалів у конструкції біогазових установок допоможе зберегти тепло та зменшити енергетичні витрати на опалення та утримання оптимальної температури.

6) Використання систем теплової рекуперації дозволяє використовувати втрачену теплову енергію для підігріву субстратів або виробництва додаткової електроенергії.

7) Введення інноваційних матеріалів у конструкцію біогазових установок, таких як нові мембрани, каталізатори, може поліпшити процеси та зменшити енергетичні витрати.

Для біогазового виробництва в біогазових станціях застосовують різні види та типи біогазових реакторів (ферментерів). Залежно від моделі ферментери працюють шляхом сухої ферментації або рідкої ферментації. Для ефективного зброджування ферментер має бути не тільки газо- та водонепроникним, а й непрозорим. Також він вимагає ефективного перемішування, оптимальної теплоізоляції та опалення, яке недорого одержуватиме з теплової енергії з біогазу, яку генерує когенераційний модуль.

У біогазовій станції конструкція ферментера тісно пов'язана з типом процесу зброджування. Залежно від того, застосовується суха або волога ферментація, розрізняють 3 види перебігу зброджування [4]:

- процес з повним перемішуванням,
- процес з поздовжнім перемішуванням,
- періодичний процес зброджування.

Крім того, існують рішення із застосуванням поєднання кількох видів процесів [5].

Конструктивне рішення 1: ферментер з повним перемішуванням.

Згідно зі статистичними даними за 2021 рік, понад 90% операторів біогазових станцій у світі застосовують ферментери з повним перемішуванням. Це конструктивне рішення ферментера зазвичай циліндричного виконання з бетонним фундаментом та стінами із залізобетону або сталі. Дах цього типу ферментера має газонепроникне покриття.

Цей тип резервуару для зброджування може виконуватися з більшим робочим об'ємом понад 6000 м³ і ідеально підходить для всіх видів субстратів. В основному ферментери з повним перемішуванням застосовуються для вологої ферментації, тобто для субстратів, що перекачуються, і дуже мало на об'єктах сухої ферментації.

Конструктивне рішення 2: ферментер з поздовжнім перемішуванням

Поздовжнє перемішування значно обмежує можливі робочі обсяги ферментерів. У горизонтальному виконанні такий ферментер матиме максимальний об'єм 800 м³, а у вертикальному - до 2500 м³.

Горизонтальний ферментер такої біогазової установки зазвичай споруджується сталевим і може виконувати роль приймального резервуару первинної ферментації потужних станціях. Ферментери з поздовжнім перемішуванням підходять як для вологої, так і для сухої ферментації.

Конструктивне рішення 3: періодичний процес ферментації

На ринку біогазових установок це конструктивне рішення пропонується у вигляді мобільних контейнерних систем або стаціонарного залізобетонного ферментера. Блоки такої біогазової установки зазвичай з'єднуються паралельно, кожен блок герметичний і окремо заповнюється субстратом. Типове дане конструктивне рішення пропонується для насипних субстратів, тому ідеально підходить для сухої ферментації.

Покращення конструкції ферментерів є важливим аспектом для підвищення ефективності та надійності біогазових установок. Шляхи удосконалення конструкцій ферментерів та їх вплив на ефективність роботи біогазових установок в цілому наведені на рисунку 1.



Рис. 1. Шляхи удосконалення конструкцій ферментерів та їх вплив на ефективність роботи біогазових установок

Ферментер вимагає тієї чи іншої форми перемішування з метою насичення кожної нової порції сировини метаногенними мікроорганізмами, які вже

присутні в ферментері, а також з метою гомогенізації маси субстратів, що зброджується в цілому. Крім того, мішалка повинна забезпечувати оптимальне розподілення тепла в об'ємі ферментера, відсутність шарів субстрату та оптимальне виділення біогазу з субстратів.

Основна відмінність полягає в способі перемішування, зокрема, розрізняють механічне, гідравлічне та пневматичне перемішування [6]. Механічне перемішування в ферментері відбувається, наприклад, за допомогою занурювальної мішалки, мішалки з похилою віссю та осьової мішалки.

Гідравлічне перемішування біогазової станції реалізується шляхом подачі субстрату через форсунки і насоси, що викликає перемішування потоками, власне, сировини, що зброджується. Такий тип перемішування характеризується появою тонких шарів субстратів, тому підходить тільки для біогазової установки, яка експлуатується на рідких субстратах.

Пневматичне перемішування передбачає подачу бульбашок біогазу у простір ферментера. Але і тут технічно неминуче мають місце плаваючі шари сировини та утворення кірки на поверхні маси, що зброджується.

Висновки. Розглянуті в статті шляхи удосконалення конструкцій ферментерів дозволять зробити біогазові установки більш продуктивними, надійними і ефективними.

Список літератури:

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник/ Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Біотехнологія анаеробного метанового зброджування. *Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції «Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку» Національний університет біоресурсів і природокористування України.* Київ. 2019. С. 61-63.
3. Скляр Р. В., Скляр О. Г. Основи біогазових технологій та параметри оптимізації процесу зброджування. *Праці ТДАТУ.* Мелітополь, 2009. Вип. 9. Т. 1. С. 18–28.
4. Скляр О.Г., Скляр Р. В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ.* Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1. С. 3-9: сайт. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf>
5. Скляр О.Г., Скляр Р. В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник.* Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С.132-138.
6. Скляр Р. В. Аналіз способів та засобів для перемішування субстрату в метантенках біогазових. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.* Київ, 2019. Вип. 10. № 4. С. 19-26.

УДК 621.43.052

РОЗРОБКА МЕХАНОТРОННОЇ СИСТЕМИ АДАПТИВНОГО КЕРУВАННЯ ТУРБОНАДДУВОМ ДВИГУНА ММЗ-Д-260.4

Крилевський Б.С., магістр, Макаренко М.Г., доцент

Державний біотехнологічний університет

Пропонується вдосконалення системи керування турбокомпресором з метою забезпечення необхідного тиску наддуву на перехідних режимах шляхом оптимізації потоку відпрацьованих газів, що подаються на турбінне колесо.

Сучасні високофорсовані дизельні двигуни, що працюють в важких умовах повинні мати відповідну характеристику з великим запасом крутного моменту на всіх режимах роботи [1, 2]. Існуючі турбокомпресори забезпечують значне стиснення і економію палива при високих обертах двигуна, але зазвичай мають недостатній час відгуку і не забезпечують необхідного запасу крутного моменту при зменшенні частоти обертання колінчастого вала двигуна. З метою збільшення крутного моменту двигуна Д-260.4, поліпшення його роботи на перехідних режимах, підвищення потужності та економічності доцільно застосувати мехатронну систему управління роботою турбокомпресора. Ця система управління шляхом оптимізації потоку відпрацьованих газів, що надходять на турбінне колесо, забезпечує необхідний тиск наддуву, швидке реагування на процеси, що відбуваються в двигуні на всіх його режимах. В таку систему управління повинні входити три основних підсистеми: система контролю роботи двигуна, система перетворення параметрів роботи двигуна у вихідний сигнал, виконавчі органи. Технологія турбін із змінною геометрією сопла – краще рішення для даного двигуна, оскільки колесу турбіни передається максимальна енергія, і воно починає обертатися у відповідності до режиму роботи двигуна. Зміною положення лопаток можна отримати задану перехідну характеристику і досягти високого наддуву при низьких обертах двигуна, збільшуючи запас крутного моменту. Це також забезпечує істотну економію палива.

Система контролю роботи двигуна забезпечує відстеження параметрів його роботи, і у разі їх відхилення від заданих значень, подає електронний сигнал на мікропроцесор. Мікропроцесор аналізує стан роботи двигуна, по вхідних сигналах різних датчиків, і видає вихідні електричні сигнали на виконавчі органи, які через механічний зв'язок, коректують роботу турбокомпресора.

Дана система електронного керування дозволить керувати роботою турбокомпресора, збільшити крутний момент двигуна, поліпшити його роботу на перехідних режимах, підвищити потужність та економічність, а також збільшити ресурс його роботи. Здатність створювати наддув при низьких обертах двигуна також значно знижує кількість шкідливих мікрочасток, що викидаються в атмосферу на холостому ході.

Список літератури:

1. Основи будови та експлуатації автопоїздів. О.П. Строков, М.Г. Макаренко - К. «Грамота» 2005 - 352.с.
2. Комбайни зернозбиральні / Микола Макаренко, Ольга Мельник. Київ: «Грамота», 2023. 256 с.

УДК 621.436.038

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛ, ЩО ДІЮТЬ НА ГОЛКУ РОЗПИЛЮВАЧА ФОРСУНКИ ПРИ УПОРСКУВАННІ

Гриненко С.С., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук

Державний біотехнологічний університет

Наведені результати теоретично-розрахункового дослідження характеру розподілу сил, що діють на голку розпилювача при упорскуванні. Визначена залежність і величина сили тиску палива на голку від форми кільцевої щілини напрямного отвору розпилювача.

Одним із визначальних функціональних елементів паливної системи дизеля є форсунка. Технічний стан форсунки визначається рухливістю голки розпилювача і фактичним значенням коефіцієнту диференційності голки (визначається діаметром голки по запірному конусу d_x .)

Рухливість голки перевіряють прокачуванням палива або технологічної рідини через розпилювач на без акумуляторному стенді при русі важеля при частоті упорскувань 30-40 за хвилину. Упорскування повинно супроводжуватися звуком, характерним для відповідного конструктивного виконання розпилювача. Коефіцієнт диференційності голки розраховується на підставі вимірювання діаметру запиранні d_x у сідлі розпилювача, на пристосуванні, розробленому на кафедрі тракторів і автомобілів.

Характерний звук, що реєструється на слух, при роботі форсунки свідчить про автоколивальний режим руху голки [1, 2].

Для вивчення «причин» звучання форсунки при перевірці рухливості голки розпилювача, на кафедрі тракторів і автомобілів були проведені дослідження процесів упорскування палива (тиск у паливопроводі високого тиску перед форсункою і підйом голки розпилювача при упорскуванні) класичної розділеної системи паливоподачі із форсункою з гідромеханічним керуванням підйомом голки та багатосопловим розпилювачем.

При випробуваннях спочатку проводилося осцилографування процесів паливоподачі при різних значеннях рухливості голки та різній частоті упорскування. Результати випробування при частоті упорскування 0,5Гц., представлені на рис. 1.

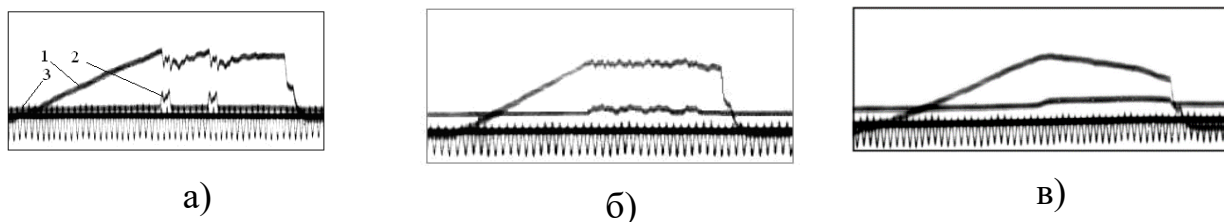


Рис. 1. Осцилограми процесів паливоподачі при частоті упорскування: 0,5Гц: а) – розпилювач «хороший»; б) – розпилювач «середній»; в) - розпилювач «поганий» (1-тиск у форсунки; 2-підйом голки; 3-позначка часу).

Дослідження показали, що голка з «хорошою» рухливістю входить у режим автоколивань (рис. 1.а). Робота розпилювачів з «середньою» рухливістю характеризувалася тим що у діагностичному експерименті голка в процесі упорскування коливалась з великою частотою при меншій амплітуді: розпилювач «скрипів» (рис. 1б). У розпилювача з «поганою» рухливістю коливання голки у ході діагностичного експерименту звучання не спостерігалось, а амплітуда h_{Γ}^1 не перевищувала 10 – 15% (рис. 1.в) . Голка в процесі упорскування займала стійке положення – звук при роботі форсунки не спостерігався.

Автоколивання голки форсунки обумовлені специфічним характером розподілу сил, що діють на голку у процесі упорскування палива.

Для проведення теоретично – розрахункове дослідження сил, що діють на голку розпилювача при упорскуванні проведено моделювання потоку у спряженні.

У відомих моделях дослідження потоку палива у напрямній прецизійного спряження розпилювачів вивчення процесів проводилося шляхом обліку зміни геометричних параметрів кільцевої щілини і довжини гідравлічного тракту.

Автори не розглядали модель, у якій вісь голки збігається з віссю напрямного отвору в корпусі розпилювача а напрямна голки чи корпусі мають конічну форму з різним розташуванням основ конусів.

Для виявлення впливу різних факторів на рухливість голки форсунки розглянуто рівняння сил, що діють на голку розпилювача при упорскуванні.

На рис. 2 представлені побудовані залежності, отримані у результаті розрахунків.

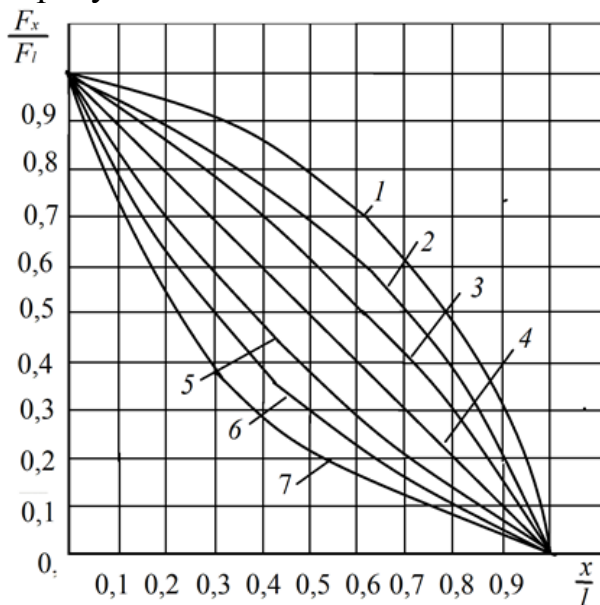


Рис. 2. Відносна зміна тиску F_x/F_l вздовж напрямної щілини x/l при різних співвідношеннях $\frac{S_1}{S_2}$: де, відповідно, S_1 і S_2 зазори на вході і на виході зі щілини

При $\frac{S_1}{S_2} > 1$ еюра тиску – випукла, причому випуклість тим більше, чим більше $\frac{S_1}{S_2}$. Значення $\frac{S_1}{S_2} < 1$ відповідає потоку, який розширюється. Еюра тиску, при цьому, увігнута. Для обох випадків характерним є те, що при $\frac{S_1}{S_2} \rightarrow 1$, закон розподілення тиску у щілині наближається до прямої (4 на рис. 2).

Із графіка виходить, що при зміщенні голки у бік будь якої стінки і збереженні паралельності осей (т.т при виникненні ексцентриситету) розпилювачі з різними формами зазору у твірній ведуть себе по різному.

При $\frac{S_1}{S_2} = 0$ паралельне зміщення осей корпусу і голки не впливає на закон розподілу тиску палива вздовж щілини.

При $\frac{S_1}{S_2} < 1$ з боку, де зазор менший, площа епюри тиску, що діє на голку менша з боку, де зазор більше. Виникає неврівноважена сила, яка намагається перемістити голку у бік меншого зазору, тобто притиснути її до твірної корпусу. А це, у свою чергу, приводить до значного збільшення сили тертя зваженої тиском палива голки.

При $\frac{S_1}{S_2} > 1$ картина протилежна. З боку меншого зазору площа епюри тиску більша, ніж з боку більшого зазору. Як результат, виникає сила, яка намагається перемістити голку у напрямку, зворотному напрямку зміщення голки і відновити співвісне розташування голки у напрямному отворі корпусу, забезпечуючи самоцентрування голки і зменшення сили напівсухого тертя практично до 0.

Висновки

Аналіз сил, що діють на голку розпилювача, показав, що суттєвий вплив на погіршення рухливості голки оказують сила тертя у напрямній, і сила тиску палива.

Експериментально доказано, що в міру напрацювання характер зазору не змінюється.

Величина сил тертя у напрямній залежить від початкової якості розпилювачів і не залежить від напрацювання.

Погіршення рухливості голки форсунки пов'язано зі зміною розподілу сил що діють на голку розпилювача при упорскуванні.

Список літератури:

1. Спосіб діагностування рухливості голки гідромеханічної форсунки: пат. 87848 Україна: МПК6 F01M 65/00. № u 201309175; заявл. 22.97. 2013; опубл. 22.02.14, Бюл. № 4. 6 с.

2. Сорокін С.П., Шкрегаль О.М. Рильський Д.О., Лимаренко В.О., Забезпечення працездатності форсунок дизелів в експлуатації. Вісник СНАУ. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів», випуск 10 (25), 2013. – С. 29–32. – URL: [http://C:/Users/HP%206440b/Downloads/Vsna_mekh_2013_10_7%20\(2\).pdf](http://C:/Users/HP%206440b/Downloads/Vsna_mekh_2013_10_7%20(2).pdf) (дата звернення: 1.11.2023).

УДК 631.5

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ВЕДЕННЯ ТРАКТОРА ХТЗ-160 ПО ЗАДАНИЙ ТРАЄКТОРІЇ

Миргород М.Р., магістр, Макаренко М.Г., доцент,

Державний біотехнологічний університет

Пропонується використання комбінованого способу керування поворотом трактора ХТЗ-160, що забезпечує підвищення точності руху по заданій траєкторії, що особливо актуально для агрегатів, які мають зміщений до задньої осі центр мас.

Запропонована модель повороту трактора ХТЗ-160 при комбінованому способі управління передбачає узгодження кутів повороту керованих коліс і різниці дотичних реакцій на колесах так, щоб не викликати бічного ковзання керованих коліс [1]. При цьому необхідно визначити гальмівний момент на внутрішньому задньому колесі трактора, необхідний при повороті керованих коліс на кут $\bar{\alpha}$ для запобігання їх бічного ковзання

$$M'_{T2} = \frac{mfr_{k2}}{2b\left(1 + \frac{b^2}{L^2} \operatorname{tg}^2 \bar{\alpha}\right)} V_{x1}^2 \left[\frac{h}{B} \left(1 + \frac{b}{L} \operatorname{tg} \frac{\bar{\alpha}}{2} \operatorname{tg} \bar{\alpha}\right) + \frac{2I_{k2}}{mBr_k^2} \right] \cdot \sin 2\bar{\alpha},$$

У зв'язку з тим, що в колісних тракторах комбінований спосіб управління поворотом здійснюється за рахунок одночасного повороту керованих коліс і гальмуванням коліс внутрішнього борту (натисненням на педаль гальма), то необхідне узгодження відсутнє. У зв'язку з викладеним, можлива ситуація, при якій у разі блокування загальмованого внутрішнього колеса і малому навантаженню на передні керовані колеса виникає бічне ковзання останніх.

Критерієм повороткості трактора може бути кутова швидкість повороту, критерієм керованості – його кутове прискорення в площині дороги, а показником легкості керування (наряду з опором повороту керованих коліс) – сумарна дотична реакція на ведучих колесах, що визначається опором коченню коліс, необхідними значеннями показників маневреності, характеристиками підвіски і кінематичною похибкою положення керованих коліс [2].

Поворот трактора з гальмуванням заднього внутрішнього колеса і бічним ковзанням передніх керованих коліс можна описати наступною системою рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{d^2 X_1}{dt^2} &= R''_{k2} - R'_{k2} - R_{\Sigma 1} \cos \rho; \\ m \frac{d^2 Y_1}{dt^2} &= R_{\Sigma 1} \sin \rho - R_{\delta 2}; \\ I_{ZC} \frac{d\omega}{dt} &= (R''_{k2} + R'_{k2}) \frac{B}{2} - R_{\delta 2} b - R_{\Sigma 1} a \sin \rho. \end{aligned} \right\}$$

Якщо допустити, що $|R''_{k2}| \approx |R'_{k2}|$ то отримаємо вираз

$$R_2 = \frac{L}{B} \frac{mV_{X1}^2}{(R''_{k2} + R'_{k2})} \left(1 + \sqrt{1 + \frac{B^2 (R''_{k2} + R'_{k2})^2}{m^2 V_{X1}^4 \frac{b^2}{L^2}}} \right).$$

Таким чином, використовуючи вказані залежності можна орієнтовно розрахувати радіус повороту трактора при загальмовуванні колеса внутрішнього борту і відсутності бічного ковзання керованих коліс.

Комбінований спосіб керування поворотом забезпечує більш високі, порівняно з кінематичним способом, показники поворотності і керованості. Застосування комбінованого способу керування, у порівнянні з кінематичним, дозволяє зменшити радіус повороту (збільшити кутову швидкість) трактора удвічі. При цьому повинно реалізовуватись автоматичне узгодження кутів повороту керованих коліс і гальмування заднього внутрішнього щодо центру повороту колеса трактора, що є найбільш ефективним варіантом реалізації комбінованого способу керування поворотом, що підтверджено проведеними теоретичними дослідженнями.

Реалізація такого способу керування можлива з використанням мехатронної системи управління поворотом. При виконанні розвороту на поворотних смугах при виконанні технологічних операцій система автоматичного управління трактора самостійно визначає в який момент, яке колесо необхідно підгальмувати, щоб знизити або запобігти бічному відведенню або проковзуванню керованих коліс.

Дана система включає електронне керування гальмівною системою та систему стабілізації руху, які працюють за допомогою інтелектуального логічного програмного забезпечення, і виконують свої функції без втручання оператора.

Окрім того, перевагами мехатронної системи керування є: мінімальний час спрацьовування гальмівних механізмів; максимальне гальмівне уповільнення; збереження керованості і стійкості руху в процесі гальмування (виключення занесення); малі витрати енергії водієм на гальмування; пропорціональність зусиль гальмівних моментів між осями; плавність спрацьовування гальм; збереження ефективності гальмування при тривалому безперервному або циклічному процесах гальмування; збереження гальмівних якостей не нижче номінальних в процесі тривалої експлуатації гальм.

Список літератури:

1. Макаренко М.Г. Вплив перерозподілу нормальних навантажень від агрегатуємих на передній і задній навісних системах сільськогосподарських машин на тягові якості трактора // Вісник ХДТУСГ. Зб. наук. пр., вип.. 29. Харків, 2004. – С. 91-97.
2. Match Implement Size to Tractor to Save Fuel. Електронний ресурс. <https://farm-energy.extension.org/match-implement-size-to-tractor-to-save-fuel/>

УДК 631.3.004.5

ДІАГНОСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТРАКТОРІВ 8R JOHN DEERE

**Мигаль В.Д., д.т.н., професор, Шубна А.В., Піщулін А.Ю., Нікітін М.А.,
магістранти**

Державний біотехнологічний університет

Розглянута система Service ADVISOR™, яка є діагностичним інструментом, який використовується дилерами John Deere для виконання діагностики, а також оновлення налаштувань тракторів і програмного забезпечення.

Збільшення останнім часом кількості інтелектуальних тракторів у сільському господарстві, обладнаних комп'ютерними системами та самодіагностикою, застосування бездротових технологій створюють можливості контролювати технічний стан тракторів у реальному часі.

Інтелектуальні трактори мають системи перегляду діагностичної інформації для трактора, знаряддя та програм дисплея трактора. Адреси доступу до діагностики, діагностичних кодів несправностей й інформації щодо кожного окремого пристрою, з'єднано з CAN-шиною. Це місце для перегляду всіх активних та збережених діагностичних кодів несправностей. Апаратне забезпечення дисплею дозволяє перегляд показників діагностики для процесора, монітора та дисплея. Перегляд інформації про діагностику всіх систем CAN-шини. Кожний пристрій в списку ідентифікується за ідентифікаторами пристрою, адресою CAN-шини та розташуванням CAN-мережі. Кількість CAN-повідомлень отримується дисплеєм від всіх контролерів трактора і знаряддя підключених до дисплея.

Після вибору контролера дисплей перемикається в режим детальної діагностичної інформації. Діагностичні коди несправностей ідентифікуються (відображаються) за номером і типом адреси по вибраному контролеру. В вкладці «Діагностичні коди несправностей» відображаються всі поточні та збережені коди по системі.

В тракторах John Deere використовуються віддалене діагностування і оновлення програмного забезпечення.

Service ADVISOR™ – це діагностичний інструмент, який використовується дилерами John Deere для виконання діагностики, а також оновлення налаштувань тракторів і програмного забезпечення. Цей інструмент забезпечує доступ до діагностичних кодів несправностей та діагностичних адрес, дозволяє реєструвати показання, робити записи та програмувати контролери. Ця технологія має дві складові – програмну та апаратну.

Service ADVISOR™ Remote (SAR) – це функція Service ADVISOR™, яка дозволяє технічним спеціалістам дилера підключатися до тракторів з активованою функцією SAR по мережі JDLink™ для віддаленого доступу до інформації з діагностичними кодами несправностей та реєстрації діагностичних

даних, а також віддаленого програмування контролерів на тракторах з активованою функцією SAR.

Аналогічно оновленню програмного забезпечення на комп'ютерах, функція SAR дозволяє віддалено надавати оновлене програмне забезпечення за допомогою бортового модуля JDLINK™. Віддалене програмування дає можливість компанії John Deere оновлювати програмне забезпечення для покращення ефективності трактора. Ця функція може використовуватись для перепрограмування більшості контролерів тракторів. Користувач активно співпрацює з дилером в цьому процесі, завантажуючи та встановлюючи оновлення програмного забезпечення.

За допомогою послуги Service ADVISOR™ Remote (SAR) дилери можуть надсилати нове програмне забезпечення на трактор для оновлення блоків керування. Після відправки дилером програмного забезпечення на дисплеї відображається повідомлення про наявність нового програмного забезпечення.

На вкладці «Мережа» відображаються показання діагностики для тракторів, які оснащені модульним телематичним шлюзом (MTG). MTG є одним з основних компонентів, які дозволяють використовувати телематичні рішення John Deere, наприклад, JDLINK™, Service ADVISOR™ Remote та John Deere Remote Display Access (Віддалений доступ до дисплею) (RDA).

MTG містить мікропрограмне забезпечення, модем стільникового зразку та SIM-пристрій. Він виконує передачу та прийом даних і повідомлень по стільником мережам.

Для роботи RDA необхідне безперервне з'єднання по стільниковій мережі. JDLINK™ не вимагає наявності безперервного з'єднання по стільниковій мережі, оскільки MTG може зберігати до 1000 годин даних.

Попередження про відключення, сервісне обслуговування та інформаційні індикатори супроводжуються інформаційними повідомленнями, діагностичним кодом несправності та (або) описом несправності, які відображаються на дисплеї CommandCenter™.

Список літератури:

1. Мигаль В.Д., Шуляк М.Л. (2021) Технічна експлуатація тракторів. Технічне обслуговування. Навчальний посібник. ХНТУСГ, Харків: ФОП Мірошніченко О.А. 300 с.

2. Трактора серії 8R John Deere. Посібник оператора OMRE592171 (2023). John Deere WaterLoo Works: веб-сайт. URL <http://serviceadvisor.deere.com/WebSA/manuals/omre59217> (дата звернення: 02.11.2023).

БОРТОВІ СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АВТОМОБІЛЯ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Шубна А.В., Піщулін А.Ю., Нікітін М.А.,
магістранти

Державний біотехнологічний університет

Сучасні автомобілі мають телематичні модулі супутникової навігації, вбудовані бортові системи діагностування майже всіх технічних систем, адаптоване керування робочими процесами, розпізнання і корегування паливної суміші, регулювання витрати пального в ДВЗ. Високий технічний рівень виробництва автомобілів дає можливість підвищити ресурс, технічну й екологічну надійність, контролювати дії водія, корегувати періодичність ТО та норми ТО-1 і ТО-2 порівняно з традиційними конструкціями автомобілів.

За своїми функціями і структурою діагностику автомобіля можна поділити на внутрішню бортову та зовнішню (дистанційну), пов'язану з телематичними і телекомунікаційними засобами передачі бортових даних і взаємодії з довкіллям, інфраструктурою доріг, іншими транспортними засобами. Такий високий рівень створення систем внутрішньої та зовнішньої телематики забезпечено мехатронізацією та оснащенням CAN-шиною сучасного автомобіля. Загальна схема бортових систем інтелектуального автомобіля поділяють на три групи (рис. 1).



Рис. 1. Класифікація бортових систем інтелектуального автомобіля

Кожна з трьох груп має у своєму складі відкриті і закриті підсистеми. Електронні системи автомобіля сьогодні, в основному, виконують функцію закритих. Отримана від різних датчиків автомобіля інформація аналізується з допомогою відповідних програм і виробляє в електронному блоці керування команди для виконавчих пристроїв з метою підвищення безпеки руху, зручності керування, підвищення ефективності транспортного засобу та зниження

навантаження на докільця. Також сигнали від деяких систем можуть бути використані як відкриті для передачі у зовнішнє середовище: інформаційним центрам, дорожньо-транспортній інфраструктурі, іншим учасникам руху. Автомобіль може не тільки передавати інформацію від внутрішніх систем, але й отримувати її від зовнішніх джерел і використовувати для більш безпечного й ефективного, навіть, автоматичного керування.

Призначення бортових систем інтелектуального автомобіля є керування робочими процесами та рухом, контроль і прогнозування технічного стану, передача у зовнішнє середовище й отримання дорожньо-транспортної інформації для ефективного керування автомобілем. Також інформування водія, інформаційні центри та технічні служби АТП та СТО про технічний стан автомобіля з метою оцінити їх готовність виконувати транспорту роботу, про необхідність отримання сервісних послуг, проведення регулювальних робіт, ТО та Р. Збирання статичних даних про технічний стан, про фактичні дорожньо-транспортні та кліматичні умови експлуатації конкретних автомобілів парку АТП та СТО дає можливість уникати відмов за рахунок своєчасного усунення несправностей, корегування періодичності проведення ТО та Р, враховуючи фактичний технічний стан транспортного засобу.

Телематичні й інтелектуальні системи моніторингу та діагностування дають можливість враховувати основні фактори, що впливають на середню кілометрову витрату пального: дорожні умови, масу автомобіля, питому потужність, пробіг автомобіля з початку експлуатації, тип двигуна; вплив інфраструктури та організації руху: однорідність транспортного потоку (можливість рухатися з найбільш економічною швидкістю), організацію невинного руху, будівництво об'їзних доріг, підземних або наземних пішохідних переходів і транспортних розв'язок на різних рівнях. Докільця може вносити невизначеність і випадковість вихідних даних та ситуацій, випадковим чином змінювати характер взаємодії між складовими агрегатів і систем автомобілів. У таких динамічних системах можуть виникнути випадкові збурення, які є результатом помилок вимірювання діагностичних параметрів та похибок при перетворенні інформації, дії різного роду перешкод внаслідок появи неврахованих, але об'єктивно діючих причин, що суттєво впливають на технічний стан автомобіля і є об'єктом автоматичного врахування сучасними телематичними та інтелектуальними системами моніторингу та діагностування.

Список літератури:

1. Мигаль В.Д., Шуляк М.Л., Гаврилов С.О. (2021) Діагностування легкових автомобілів: навчальний посібник. ХНТУСГ, Харків: ФОП Мірошніченко О.А., 268 с.
2. Мигаль В.Д., Шевченко І.О., Шуляк М.Л. (2023) Системи моніторингу ефективної експлуатації автомобілів: навчальний посібник. Х.: ДБТУ «Майдан». 288 с.

УДК 631.371

АНАЛІЗ ТА НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕПЛООБМІННИКІВ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Скляр Р.В., к.т.н., доцент Акулов В.Д., аспірант

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного*

У даний час у світовій практиці для утилізації гною та інших органічних відходів отримали широке розповсюдження біогазові установки. Ці установки обробляють гній та гнойові стоки в анаеробних умовах, а продуктами їх переробки є біологічний газ та високоякісні органічні добрива. Під час зброджування в гної розвивається мікрофлора, яка послідовно руйнує органічні речовини до кислот, а останні під дією синтрофних бактерій і метанотвірних перетворюються на газоподібні продукти - метан і вуглекислоту. Одночасно при зброджуванні гною забезпечується його дезодорація, дегельмінтизація, переклад добрив речовин, у легкозасвоювану рослинами форму [1].

Однак, незважаючи на позитивні ефекти анаеробної обробки гною в біогазових реакторах, серйозним гальмом їх впровадження в сільське господарство України є їх відносно низька енергетична ефективність при виробництві біогазу (до 60% біогазу, що виділився, використовується установкою для потреб).

Анаеробне зброджування субстрату вологістю 90-95 % – енергоємний процес, на проведення якого витрачається значна кількість енергії біогазу. Аналіз витрат енергії на підтримку процесу показує, що її основна частина витрачається на нагрівання субстрату до температури зброджування [2].

Методи підвищення енергоефективності систем генерації енергії на основі анаеробної обробки відходів тваринництва [2,3]: добавка до оброблених відходів високоенергетичних субстратів (зерно, силос, конюшина суміш і т.п.); пряма рекуперация теплової енергії (субстрат/ефлюент); застосування ефективних теплообмінників.

В біогазових установках використовують різні типи теплообмінників для ефективного відведення теплоти або нагріву різних рідких і газоподібних середовищ. Ось деякі конструкції теплообмінників, які використовуються в біогазових установках [4,5]:

1. Трубчасті теплообмінники – це одна з найпоширеніших конструкцій теплообмінників. Вони складаються з труб, які проходять по об'єму ферментера біогазової установки. Гарячий газ або рідина циркулює через труби, а прохолодний газ або рідина оточує їх зовні. Тепло передається через стінки труб, підвищуючи температуру оточуючого середовища.

2. Пластинчасті теплообмінники - складаються з пластинок, які мають спеціальні ребра або канавки для збільшення поверхні контакту. Рідини або гази циркулюють через вузькі проміжки між пластинками, де відбувається теплообмін. Пластинчасті теплообмінники мають великий коефіцієнт теплообміну і можуть бути компактними.

3. Кожухотрубчасті теплообмінники - складаються з великих труб (кожухів), в яких розташовані менші труби (трубки). Гаряча рідина або газ циркулює через трубки, а прохолодний середовище – навколо зовнішнього кожуха. Тепло передається через стінки трубок.

4. Пластинчасті теплообмінники з кількома перегородками (мультипластинчасті теплообмінники) - ця конструкція використовує кілька пластинчастих блоків для створення багатошарового теплообмінника. Вона забезпечує більший коефіцієнт теплообміну і підвищує продуктивність.

5. Спіральні теплообмінники - мають спіральну конструкцію з двома рідкими потоками, які перетинаються. Така конструкція забезпечує ефективний теплообмін і може бути корисною для об'єктів з обмеженим простором.

У біогазових установках найбільш широко використовуються трубчасті теплообмінники та пластинчасті теплообмінники з кількома перегородками (мультипластинчасті теплообмінники) [4]. Переваги їх використання наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Переваги використання теплообмінників

Тип теплообмінника	Показник ефективності використання	Пояснення
Трубчасті теплообмінники	Простота конструкції	Вони складаються з труб, які можна легко встановити і обслуговувати
	Ефективний теплообмін	Труби мають велику поверхню для контакту з рідинами або газами, що забезпечує ефективний теплообмін
	Варіабельність	Можна вибирати різні матеріали труб для відповідності конкретним умовам
Пластинчасті теплообмінники з кількома перегородками (мультипластинчасті теплообмінники)	Високий коефіцієнт теплообміну	Завдяки багатошаровій конструкції та спеціальним ребрам або канавкам на пластинках, мультипластинчасті теплообмінники мають високий коефіцієнт теплообміну
	Компактність	Вони можуть бути дуже компактними, що важливо для біогазових установок з обмеженим простором
	Можливість регулювання	Мультипластинчасті теплообмінники можуть бути легко адаптовані до різних обсягів теплового навантаження

Розглянуті конструкції теплообмінників (див. таблицю 1) ефективно виконують завдання теплообміну в біогазових установках, і їхні переваги полягають у комбінації ефективності та легкості в експлуатації.

Удосконалення теплообмінників, особливо в біогазових установках, може бути спрямоване на збільшення їхньої продуктивності, надійності та ефективності. Напрями удосконалення таких теплообмінників:

1. Розробка і використання нових матеріалів, які мають високу теплопровідність і витривалість до корозії, може покращити ефективність теплообмінників.

2. Зміна форми і розміру теплообмінника може сприяти збільшенню обміну тепла. Використання спеціальних ребер або канавок на пластинках в пластинчастих теплообмінниках може покращити теплообмін.

3. Удосконалення систем регулювання потоків рідин і газів через теплообмінник дозволяє оптимізувати теплообмін під час зміни умов.

4. Додавання ефективної теплоізоляції може запобігти втратам тепла і підвищити продуктивність теплообмінника.

5. Впровадження системи автоматизації і моніторингу може допомогти вчасно виявляти проблеми в роботі теплообмінника і підтримувати оптимальні умови.

6. Використання комбінованих систем, де кілька теплообмінників різних типів (трубчасті, пластинчасті, тощо) працюють разом, може покращити продуктивність теплообміну.

7. Оптимізація споживаної енергії для роботи теплообмінника та використання ефективних насосів і вентиляторів може допомогти зменшити витрати енергії.

8. Системи моніторингу можуть вчасно виявляти корозію і знос теплообмінника, дозволяючи проводити регулярну обслуговуючу діяльність.

Висновки. Вибір конкретної конструкції теплообмінника залежить від потреб та умов біогазової установки, включаючи обсяги теплового навантаження, види робочих середовищ, доступний обсяг місця та інші фактори. Запропоновані в статті удосконалення теплообмінників важливі для підвищення продуктивності та надійності біогазових установок та зменшення витрат енергії.

Список літератури:

1. Григоренко С. М. Адаптивні методи утилізації відходів птахівництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.

2. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз енергетичної ефективності метантенка. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2015. Вип. 15. Т.2. С. 316- 322.

3. Skliar O., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. P. 183-188.

4. Скляр О.Г., Скляр Р. В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1. С. 3-9: сайт. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf>

5. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Аналіз роботи біогазових установок. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник*. Вип. № 10 (109). ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. С.132-138.

УДК 631.365:621.31

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕЛІОСУШАРКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Болтянський Б.В., к.т.н., доцент, Болтянська Л.О., к.е.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Сиротюк С.В., к.т.н., доцент, Коробка С.В., к.т.н., доцент
Львівський національний університет природокористування

Обґрунтовано конструкцію геліосушарки з тепловим насосом, застосування якого дає змогу збільшити теплопродуктивність установки в 2 рази з метою розв'язання задач щодо використання відновлюваних екологічно чистих джерел теплової енергії для сушіння сільськогосподарської продукції.

Значна частина обсягів сушіння сільськогосподарської продукції (переважно фруктів) припадає на геліосушильні камери періодичної дії [1]. В той же час, використання сонячних повітряних колекторів або теплових насосів, які спільно працюють із сушарками, може вирішити питання незалежності від централізованого енергозабезпечення, зниження рівня споживання енергоресурсів тощо [2].

Загальний вигляд запропонованої геліосушильної установки з використанням теплового насоса наведено на рисунку 1.

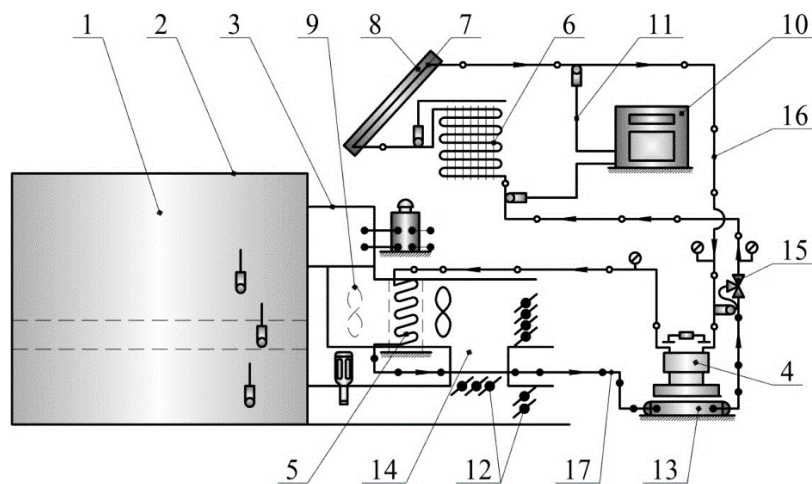


Рис. 1. Схема геліосушильної установки з тепловим насосом: 1 – камера; 2 – прозорий корпус; 3 – компресор; 4 – конденсатор; 5, 6 – випарник; 7 – сонячний колектор; 8 – випарник і акумулятор-випарник; 9, 12, 21, 26 – повітропроводи; 10, 13, 27 – шибери; 11 – вентилятор; 14, 15, 16, 17 – трубопроводи; 18, 20 – терморегулятори вентиля; 24 – конвеєр; 25 – перегородка

Основні елементи установки: корпус 2, сушильна камера 1 та каркас виготовлений з оптично прозорого матеріалу, компресор 3, повітряний конденсатор 4, повітроохолоджувач 5, зачернений плоский випарник 6, встановлений в сонячному колекторі 7, направленому на південь під кутом 25-40° до горизонту.

Випарник 5, 6 з'єднаний паралельно з випарником 8 і тепловим акумулятором-випарником 8 (акумулятор-випарник). Повітропровід 9 обладнаний шибером 10, вентилятор 11 служить для подачі зовнішнього повітря в камеру 1. Після акумулятора-випарника 8 встановлений циркуляційний повітропровід 12 з шибером 13. Компресор 3 з'єднаний з повітряним конденсатором 4, трубопроводом 14, з випарником 5 трубопроводом 15 і з акумулятором-випарником 8 трубопроводом 16.

Конденсатор 4 з'єднаний з випарником 5 трубопроводом 17 крізь вентиль 18 і з акумулятором-випарником 8 трубопроводом 19 крізь вентиль 20. Повітряний конденсатор 4 з'єднаний з камерою 1 повітропроводом 21 крізь отвір 22 в торцевій стінці 23 камери 1. У камері 1 встановлено сітчастий конвеєр 24 для переміщення продукту в процесі сушіння. Наприкінці розвантажувальної частини конвеєра 24 встановлена перегородка 25, періодично прилегла до його верхньої частини. Акумулятор-випарник 8 являє собою контейнер з ящиками для підтримування насадки з шаром гальки. У шарі насадки розміщений випарник, що представляє собою трубчастий теплообмінник. Запропонована конструкція геліосушарки на базі відновлюваних джерел енергії (з тепловим насосом) сприятиме інтенсифікації процесу сушіння с.-г. продукції та водночас позитивному впливу на вирішення екологічних проблем [3].

Список літератури:

1. Korobka, S., Syrotyuk, S., Zhuravel, D., Boltianskyi, B., Boltianska, L. Solar dryer with integrated energy Unit. *Problems of the Regional Energetics*. 2021. (2). P. 60-75.

2. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

3. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Альтернативні напрями енергозбереження в домогосподарствах населення. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Проблематика 2023: «Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки»*: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет конференції. ЛНУП, Дубляни, Львів: Галицька видавнича спілка. 2023. С. 26-30.

УДК 629.017

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ РІЗНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Пахомов О.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто вплив навколишнього середовища на витрату палива двигуном вантажного автомобіля. Наведено обґрунтовані висновки витрати палива при високих та низьких температурах навколишнього повітря.

Економічне керування автомобілем (раціональний розгін, перемикання передач, вибір та прогнозування зміни швидкості, скорочення частоти та інтенсивності гальмування) забезпечує зниження витрати палива. Мінімальна витрата палива у автомобіля середньої вантажопідйомності відповідає швидкості, що дорівнює 25 км/год. Зі збільшенням швидкості руху та особливо на магістралях (міжміських) зростає продуктивність рухомого складу та знижується одночасно з цим собівартість транспортного процесу загалом. Оптимальна економічна (з урахуванням транспортної роботи та часу) швидкість руху вантажних автомобілів відповідає величині 60-65 км/год.

Під час руху автомобіля середньої вантажопідйомності з невисокими швидкостями (25-30 км/год.) витрата палива (з урахуванням фактора часу) на одиницю шляху збільшується в два-три рази в порівнянні з оптимальною економічною швидкістю руху автомобіля. У першому наближенні оптимальна економічна швидкість відповідає $\frac{2}{3}$ від максимальної її величини.

Збільшення витрати палива двигуном пояснюється погіршенням робочих процесів, викликаним зниженим тепловим режимом. Холодне повітря має підвищену щільність, тому зростає маса повітря, що засмоктується. Щільність холодного палива теж вища, але вища його в'язкість і нижча випаровуваність, тому в цілому горюча суміш виявляється збідненою. Холодна збіднена суміш горить недостатньо інтенсивно, паливо згоряє неповно, збільшується його витрата. У дизельних двигунах через недостатньої температури кінця такту стиснення паливо займається з великим запізненням. Це супроводжується підвищеною швидкістю наростання тиску та неповним згорянням палива.

Експлуатація автомобілів у зимовий час має низку специфічних особливостей. При негативних температурах навколишнього середовища пуск та прогрів двигуна утруднений у зв'язку з погіршенням випаровування палива та зростанням механічних втрат. Взимку автомобілі витрачають близько 50% палива при неоптимальних режимах роботи двигуна, а для коробки передач, заднього моста та шин ці режими взагалі не досягають оптимальних значень.

Експлуатація автомобілів зі зниженою температурою охолоджувальної рідини завжди пов'язана із збільшенням витрати палива, що у непрогрітого двигуна призводить до збагачення горючої суміші. Це відбувається через збільшені втрат на тертя, пов'язаних із підвищенням в'язкості моторного масла.

Паливна економічність для міського їздового циклу при холодному пуску та русі 4 км з непрогрітим двигуном погіршується на 50 % від паливної економічності повністю прогрітий автомобіль. Питома дорожня витрата палива легкового автомобіля при зміні температури повітря з 10 °С до – 30 °С при швидкості 60 км/год. збільшується на 12,3 %, а при швидкості 90 км/год. – на 24,2 %. Збільшення аеродинамічного опору повітря при низькій температурі та високій швидкості тут, швидше всього, впливає також збільшення потоку охолоджуючого повітря через підкапотний простір та пов'язана з цим зміна теплового балансу двигуна. На величину експлуатаційної витрати палива за низьких температурах навколишнього середовища значний вплив має процес прогрівання автомобільних двигунів на холостому ході та в русі. Підвищений опір трансмісії – обумовлено недостатньою температурою масла. Вказане підвищення практично повністю залежить від ведучих мостів, оскільки коробка передач значно краще захищена від низької температури повітря та підігрівається двигуном. Для легкових автомобілів, де кількість трансмісійної масла невелика, це підвищення незначне. Зі збільшенням кількості масла приріст опору зростає.

Підвищення опору шин є головним фактором збільшення витрати палива за низької температури навколишнього повітря. Так, при температурі повітря – 40 °С збільшений опір шин викликає збільшення витрати палива від 10 до 20 % і більше порівняно із загальним витратою при сприятливу температуру. На долю шин доводиться, як правило, більше половини загального збільшення цієї витрати, а деяких випадках більше 80 %. Підвищення аеродинамічного опору за низьких температур навколишнього середовища обумовлено підвищеною щільністю повітря, зміною його в'язкості та характеру обтікання автомобіля. При температурі повітря – 40 °С збільшений аеродинамічний опір збільшує витрату палива за порівняно із загальною витратою при оптимальній температурі у місті від 2 до 5 %, за містом – від 4 до 7%. У збільшенні витрати пального на частку аеродинамічного опору припадає у місті від 10 до 20 %, за містом від 20 до 30%. За низької температури кожна зупинка автомобіля викликає додаткова витрата палива, що складається із витрати палива на прогрів двигуна під час стоянки та витрати палива на прогрів агрегатів та шин на початку руху після стоянки. Конкретні значення названих складових залежать від марки та моделі автомобіля, що використовуються експлуатаційних матеріалів та утеплювальних засобів, тривалості стоянки, температури навколишнього повітря, швидкості та напрямки вітру тощо. При високій температурі навколишнього повітря витрата палива на рух автомобіля також зростає. Це зростання обумовлено в основним збільшенням споживання палива двигуном. Висока температура навколишнього повітря збільшує температурний режим двигуна. За високої температури повітря має знижену щільність, тому зменшується маса повітря, що засмоктується. У цих умовах щільність палива теж нижча, але нижча його в'язкість і вище випаровуваність, тому В цілому горюча суміш виявляється перезбагаченою. Така суміш вигоряє не повністю, що веде до втрат палива. Висока температура повітря та перезбагачена суміш викликають також випадки детонації палива, калільного запалення, парових пробок, що знову веде до перевитрати палива. Такі основні

прямі дії високої температури повітря на витрату палива двигуном Крім того, високі температури повітря збільшують витрату палива та опосередковано за рахунок прискореного погіршення технічного стану двигуна. Підвищені зноси погіршують робочі процеси та знижують їх ефективність, підвищене накипуутворення збільшує витрати палива на прокачування охолоджувальної рідини та ін..

Експлуатація автомобілів у спекотній сухій місцевості викликає зниження наповнення циліндрів та перезбагачення робочої суміші, перегрів двигуна та його систем. Внаслідок цього паливна економічність суттєво погіршується. Так, при підвищенні температури навколишнього повітря з 20 до 40°C питома витрата палива дизеля збільшується на 30%. При експлуатації автомобілів в умовах високогір'я також спостерігається погіршення паливної економічності. На кожні 100 м підйому над рівнем моря знижується в середньому на 12-13% потужність двигуна, а економічність погіршується на 14-15%.

Зіставляючи викладене щодо витрати палива при високих та низьких температурах навколишнього повітря, можна зробити такі висновки:

1. Діапазон температур, оптимальний за витратою палива, становить від +5 до +20°C і вище. Разом з тим діапазон реальних температур повітря, при яких експлуатуються автомобілі, значно ширші і складає від -60 до +50°C. Таким чином, підвищені температури можуть відхилитися від оптимального діапазону приблизно на 30 °C, а знижені – більш ніж на 60 °C. Крім того, при збільшенні відхилення температури навколишнього повітря від раціонального значення витрата палива зростає прогресивно.

2. При зниженні температури навколишнього повітря від оптимального діапазон витрат палива зростає дещо швидше, ніж при підвищенні. Це в багато в чому пояснюється впливом трансмісії, шин та аеродинамічного опору.

3. У реальних умовах за низьких температур частина палива додатково витрачається підтримки теплового стану двигуна.

У міських умовах тривалість роботи автомобіля на неусталених режимах досягає 67%. У годину пік частка режимів розгону додатково збільшується на 10-20%. На частку режимів розгону падає 45-51 % загальної кількості споживаного палива.

Список літератури:

1. Асмус Т., Боргнакке К., Кларк К. (1988). Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями. Под. ред. Д. Хиллиарда, Дж Спрингера; Пер. с англ. А. М. Васильева. М.: Машиностроение. 508 л.

2. Говорущенко Н.Я. (1990). Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте. М.: Транспорт. 135 с.

3. Глухарева Т.А., Горбанев Р.В. (1989). Организация движения грузовых автомобилей в городах. М.: Транспорт. 124 с.

4. Говорущенко Н.Я. (1979). Автомобильное топливо. Как его экономить? Харьков: Высшая школа. 144 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДІВ ТА СПОСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДВЗ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Гасенко Д.І., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто існуючі методи та способи безрозбірного діагностування ДВЗ. Визначено, що для розробки нового методу діагностування на підставі оцінки інформативності та економічної вигоди найбільш відповідним поєднанням є методи комп'ютерної діагностики та аналізу складу та кількості відпрацьованих газів.

Найбільш навантаженим у процесі експлуатації автомобіля є силовий агрегат, у більшості випадків це двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ). При експлуатації з часом відбувається зміна регульовальних параметрів, виникають несправності, що супроводжуються зменшенням потужності та збільшенням витрат палива.

Основною причиною виникнення несправностей деталей ДВЗ є зношування, внаслідок чого змінюється їх геометрія, збільшуються зазори між парами тертя. На збільшення зносу впливає безліч факторів: стиль водіння, умови експлуатації, невчасне чи некваліфіковане обслуговування, низька якість паливно-мастильних матеріалів, робота з детонацією, калільним запаленням, несправними системами змащення та охолодження та інші причини.

Як наслідок, зростають експлуатаційні витрати та проблеми у роботі. Експлуатація зношеного двигуна призведе до його пошкодження, а ремонт двигуна, що отримав пошкодження, вимагає великих капітальних вкладень.

У більшості випадків зміни характеристик дизельного двигуна викликається несправністю паливної апаратури, яку припадає 40-50% всіх відмов, що у дизельному двигуні.

Для виявлення несправностей потрібне проведення діагностичних робіт.

При проведенні діагностичних робіт важливим є виявлення всіх можливих причин несправностей, такий підхід дозволить скоротити час і витрати і уникнути помилок.

Існує безліч методів та способів безрозбірної діагностики ДВЗ:

1. Тепловий контроль – заснований на вимірі, моніторингу та аналізі температури контрольованих об'єктів.

Процес передачі теплової енергії, виділення та поглинання тепла в об'єкті призводить до того, що його температура змінюється щодо навколишнього середовища.

Розподіл температури по поверхні об'єкта є основним параметром у тепловому методі, оскільки несе інформацію про процес теплопередачі, його внутрішню структуру та наявність прихованих внутрішніх дефектів. Для отримання детальних теплограм працюючих агрегатів використовуються мобільні тепловізійні камери;

2. Комп'ютерне діагностування – підключення до електронного блоку управління зовнішнього комп'ютера (мотор-тестер та сканер). З його допомогою зчитуються коди помилок, значення сигналів з різних датчиків та процесора управління;

3. Аналіз складу та кількості відпрацьованих газів – дозволяє зробити висновок про характер та умови протікання процесу згоряння, а за значенням коефіцієнта надлишку повітря оцінити максимально допустиме зношування деталей циліндро-поршневої групи;

4. Технічне ендоскопування – перевірка технічного стану вузлів та деталей, що мають важкий доступ до них (наприклад, камеру згоряння через отвори свічок запалювання);

5. Замір компресії – призначений для вимірювання та контролю компресії в циліндрах бензинових двигунів внутрішнього згоряння легкових машин, вантажівок та мотоциклів. Вимірювання проводяться на прогрітому двигуні через отвори для свічок запалювання;

6. Аналіз хімічних елементів – визначення вмісту хімічних елементів у різних речовинах, що знаходяться у твердому, порошкоподібному або розчиненому стані, а також нанесених на поверхні та відкладених на фільтри;

7. Вібродіагностичний – фіксування та відповідна обробка параметрів вібрації, що виникають при роботі контрольної групи.

Методи технічного діагностування, що не потребують розбирання двигуна, зарекомендували себе як універсальні та оперативні, що дозволяють комплексно оцінити стан ДВЗ.

Більшість розглянутих методів мають малу інформативність, за деякими параметрами важко встановити точну причину несправності.

Відносне різноманіття методів пояснюється тим, що жоден з них не дозволяє врахувати всі вимоги, що пред'являються до формування діагнозу зі 100% достовірністю, оскільки вони мають специфічну інформацію різної цінності.

Жоден із методів не дозволяє оцінити стан двигуна з достатнім ступенем деталізації. За допомогою поєднання ряду методів можна здійснити більш глибокий контроль, проте це для цього потрібні спеціальні умови. Для розробки нового методу діагностування на підставі оцінки інформативності та економічної вигоди найбільш відповідним поєднанням є методи комп'ютерної діагностики та аналізу складу та кількості відпрацьованих газів.

Список літератури:

1. Келер К.А. (1977). Діагностика автомобільного двигателя. Ужгород: Изд-во «Карпати». 160 с.

2. Мигаль В.Д. (2012). Техническая диагностика автомобилей. В 6-х тт. Т. 2. Диагностические параметры и признаки. Х.: Майдан. 342 с.

3. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: учебник (1990). В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение. 288 с.

УДК 621.43

ЩОДО НАЙЧАСТІШИХ НЕСПРАВНОСТЕЙ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Гасенко Д.І., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті найпоширеніші відхилення у роботі дизельних двигунів, що вказують на його несправність. Визначено важливість своєчасного проведення діагностування можливих несправностей

Дизельні транспортні засоби сучасності характеризуються досить високим рівнем надійності всіх своїх компонентів та вузлів. При своєчасній заміні елементів дизельного двигуна, що вийшли з ладу і зносилися, ризик їхньої несподіваної відмови в процесі експлуатації практично зводиться до нуля. Тому дуже важливо своєчасно проводити точне діагностування можливих несправностей. Наведемо найпоширеніші відхилення у роботі дизельних двигунів, що вказують на несправність.

1) Запуск двигуна утруднений:

- зношування нагнітальних елементів насоса високого тиску;
- неправильний кут випередження подачі палива у двигуні;
- зношування розпилювачів, що викликає погане розпилення палива;
- занадто низький тиск впорскування;
- нестача палива перед насосом високого тиску через попадання повітря в систему подачі палива або засмічення паливопроводів та фільтрів;
- загустіння палива взимку;
- занадто мала доза палива при запуску, спричинена неправильною роботою регулятора;
- несправні свічки розжарювання.

2) Зниження потужності двигуна:

- зношування прецизійних елементів паливного насоса високого тиску або регулятора;
- неправильне регулювання насоса або всережимного регулятора;
- зношування або пошкодження розпилювачів;
- неправильний кут випередження впорскування;
- надмірне зниження тиску впорскування;
- недостатня кількість палива, що подається системою нагнітання, через засмічення паливного фільтра, недостатню продуктивність паливного насоса, що підкачує, або попадання повітря в паливну систему.

3) Підвищена витрата палива:

- неправильний кут випередження впорскування;
- зношування нагнітальних елементів насоса високого тиску;
- неправильне регулювання насоса високого тиску;
- зношування або пошкодження розпилювачів;
- занадто велике зниження тиску впорскування;

- забруднений повітряний фільтр;
- витік палива;
- недостатня компресія.

4) Чорний димний вихлоп.

- зайва подача палива секціями насоса високого тиску;
- пізніє впорскування палива;
- зниження тиску відкриття форсунок;
- заїдання голки та збільшення отворів розпилювача форсунок;
- погане сумішоутворення в камері згоряння через нагар або нещільне закриття клапанів;

- неправильні зазори в клапанах;
- недостатня компресія.

5) Сірий чи білий димний вихлоп.

- неправильне випередження впорскування;
- недостатня компресія;
- пробито прокладання головки блоку;
- переохолодження двигуна.

6) Жорстка робота двигуна.

- занадто раннє впорскування палива;
- велика різниця між дозами палива, що впорскується в різні циліндри двигуна;

- недостатня компресія.

7) Перегрів двигуна.

- неправильний кут випередження впорскування;
- погане розпилення палива форсунками (струмінь замість «факела»).

8) Не розвивається повна потужність.

- неправильно відрегульовано тягу педалі акселератора;
- забруднений повітряний фільтр;
- повітря в системі живлення;
- пошкоджено паливопроводи;
- несправні кріплення розпилювачів форсунок;
- розпилювачі несправні;
- збитий кут випередження впорскування палива;
- несправний паливний насос високого тиску.

9) Підвищений шум двигуна.

- забруднення в системі живлення, внаслідок чого не працюють розпилювачі;

- ущільнювальні шайби під розпилювачами відсутні або погано встановлені;

- повітря у системі живлення.

10) Нерівномірна робота двигуна на холостому ходу.

- не правильно встановлені обороти холостого ходу;
- утруднений перебіг педалі акселератора;
- ослабнув паливопровід подачі палива між паливним насосом високого тиску та паливним фільтром;

- пошкоджено опорну пластину насоса високого тиску;
- зависання нагнітальних клапанів;
- несправності у подачі палива;
- несправні розпилювачі, є відхилення у регулюванні форсунок або їх несправність;
- несправність всережимного регулятора частоти обертання колінчастого валу;

- неправильне випередження впорскування.

11) Коливання частоти колінчастого валу.

- зношування регулятора оборотів;
- розрегулювання або знос системи впорскування;
- надмірний опір переміщенню елементів у системі регулювання;
- попадання повітря до паливної системи;
- надлишковий тиск газів у картері.

12) Раптова зупинка двигуна.

- зміщення кута випередження нагнітання;
- засмічення паливного фільтра та нестача палива, що подається в насос;
- пошкодження трубопроводу впорскування;
- зношування та перекис поршня-розділювача, ротора або поршнів насоса високого тиску;

13) Часто виходять з ладу калільні свічки.

- несправні форсунки у відповідних циліндрах;

14) Неможливо заглушити двигун.

- несправний запірний електромагнітний клапан;

15) Підвищується рівень моторного масла у картері.

- витоки через ущільнювач ланцюгового або шестерного приводу насоса високого тиску;

16) Слабке гальмування двигуном.

- засмічені зливні паливопроводи;
- неправильно встановлено прискорені оберти холостого ходу.

Виходячи з даного опису ми бачимо широкий спектр можливих несправностей системи живлення дизельних двигунів, проте практично всі причини вивчені та відомі з цього випливає, що головною проблемою є точна діагностика несправності.

Список літератури:

1. Келер К.А. (1977). Діагностика автомобільного двигателя. Ужгород: Изд-во «Карпати». 160 с.
2. Мигаль В.Д. (2012). Техническая диагностика автомобилей. В 6-х тт. Т. 2. Диагностические параметры и признаки. Х.: Майдан. 342 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей: учебник (1990). В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. М.: Машиностроение. 288 с.

УДК 629.113.52

ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДИЗЕЛІВ ПРИ РОБОТІ НА БІОДИЗЕЛІ

Толмазов Д.А., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук

Державний біотехнологічний університет

Наведені результати застосування дизельних палив з вмістом біодизеля у ДВЗ. Розглянуті особливості планування ТО дизелів при використанні палив з вмістом біодизеля в умовах сільськогосподарського підприємства.

Забезпечення мінімальних затрат на ТО і ремонт тракторної техніки при використанні палив з вмістом біодизеля можливо при реалізації планово-запобіжної стратегії ТО і ремонту, доповненої раціональним використанням засобів діагностики [1].

На вітчизняних тракторах практично відсутні бортові електронні засоби, що виконують функції контролю, регулювання або автоматичного управління різними системами і механізмами трактора, у тому числі корекцію паливоподачі.

Тому перед початком сезону сільськогосподарських робіт потрібно провести планове обслуговування і ремонт машин за потребою, з урахуванням їх фактичного технічного стану, виявленого за допомогою засобів діагностування. При планово-попереджувальній системі обслуговування важливим є облік напрацювання машини.

Як відомо, для обліку напрацювання використовуються різні одиниці вимірювання: кілограми витраченого палива, фізичні гектари зібраної площі, а також мото-години. Лічильники мото-годин що встановлюються на всіх автомобілях з дизельними двигунами, тракторах і комбайнах по суті визначають сумарне число обертів колінчастого валу за певний період часу. Такий облік напрацювання є найбільш простим. Проте мото-година, як одиниця вимірювання напрацювання, далеко не повною мірою відображає реальний процес витрачання ресурсу основних агрегатів і вузлів трактора.

Перспективним є визначення витрачання ресурсу форсунок конкретного дизеля залежно від умов його експлуатації. Особливо актуальним це стало у зв'язку з роботою дизельних двигунів на паливах із вмістом біодизеля.

Стратегію технічного обслуговування дизельних двигунів на сільськогосподарських підприємствах розробляють згідно інструкцій з експлуатації машин. Проте у тракторній техніці не прийнято корегувати наробітку залежно від особливостей експлуатації машини, як це прийнято у технічній експлуатації автомобілів: коректування нормативів пробігу залежно від умов експлуатації, технічних характеристик машини і т.п.

У зв'язку з особливостями експлуатації паливної апаратури на паливах з вмістом біодизеля необхідне коректування нормативів напрацювання.

У першому наближенні таке коректування ("приведене напрацювання" $N_{\text{п}}$) може бути отримано діленням числа мото-годин T , відпрацьованих трактором,

на коефіцієнт прискорення витрачання ресурсу K , що враховує особливості роботи на паливах з вмістом біодизеля:

$$H_{\Pi} = \frac{T}{K}, \text{ м.-год} \quad (1)$$

де K - коефіцієнт прискорення витрачання ресурсу при роботі на паливі з різною концентрацією біодизеля у порівнянні з ресурсом при роботі на мінеральному дизельному паливі.

Коефіцієнт прискорення ресурсу може бути підрахований за формулою:

$$K = 1 + \left(\frac{k_{\bar{b}}}{100} \right)^{\alpha} \quad (2)$$

де $k_{\bar{b}}$ - відсоток біодизеля у сумішевому паливі;

α – емпіричний показник ступеню.

На початковому етапі «приведене напрацювання» можна розраховувати за умови $\alpha = 1$, оскільки поки що відсутні достовірні дані по величині показника ступеню. Для визначення α необхідне проведення тривалих експлуатаційних випробувань

Наприклад: відповідно до інструкції з експлуатації, технічне обслуговування форсунок проводиться при ТО-3 ($T=H_{\Pi}=1000$ м.-г), тоді на чистому біодизелі $k_{\bar{b}}=100$ % коефіцієнт прискорення витрати ресурсу

$$K = 1 + \left(\frac{k_{\bar{b}}}{100} \right)^{\alpha} = 1 + \left(\frac{100}{100} \right)^1 = 2. \text{ Приведене напрацювання } H_{\Pi} = \frac{T}{K} = \frac{1000}{2} = 500$$

м.-год., тобто ТО форсунок необхідно проводити при ТО-2.

Знання "приведеного напрацювання" форсунок у міру збільшення концентрації біодизеля дозволяє по-новому підійти до питань планування технічного обслуговування форсунок дизелів, прогнозування залишкового ресурсу і розробці заходів для відновлення працездатності (продовження) ресурсу.

Співвідношення "приведеного і нормативного напрацювань" може служити узагальненою характеристикою умов експлуатації агрегатів паливної апаратури при роботі на паливах з різним вмістом біодизеля для оцінки раціонального завантаження трактора і його агрегаткування з різними машинами.

Така узагальнена, а тим більше диференційована, оцінка умов реальної експлуатації також представляє безперечний інтерес для виробників машин, оскільки дозволить вибирати раціональніші рішення в ході проектування і доведення нових машин.

Список літератури:

1. Дубровін В. О. та ін. БЮДИЗЕЛЬ ТА БЮЕТАНОЛ Проект «Підвищення енергоефективності та стимулювання використання відновлюваної енергії в агрохарчових та інших малих та середніх підприємствах (МСП) України», URL: http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/5143/1/Biodizel_TM6.pdf. (дата звернення: 10. 09.2023).

ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ПРИСТРОЇВ АВТОМОБІЛІВ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Спасьонов М.Є., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті тягово-зчіпні пристрої (ТЗП), які масово застосовуються в автомобільному транспорті. Визначені їх переваги і недоліки.

Завданням тягово-зчіпного пристрою є забезпечення надійного та безпечного зчленування частин автопоїзда. Пристрій повинен мати високу надійність, забезпечувати достатні кути складання автопоїзда (мінімальний радіус розвороту), можливість швидкого та безпечного зчеплення-розчіплення, амортизацію динамічних навантажень під час руху автопоїзда.

ТЗП розраховані на передачу насамперед великих поздовжніх і відносно малих вертикальних сил, які зазвичай перебувають у діапазоні 10...15 кН для легкових автомобілів. Принципово ТЗП складаються з роз'ємно-зчіпного і іноді амортизаційно-поглинаючого механізмів, а також елементів кріплення. Конструктивне виконання тягово-зчіпних пристроїв істотно впливає на експлуатаційні якості автопоїзда: керованість, курсова стійкість, маневреність, плавність ходу, прохідність, надійність та безпека.

За типом роз'ємно-зчіпного механізму ТЗП поділяють на три основні типи: гакові (пара гачок-петля), вилкові або шворневі (пара шворень-петля) і кульові (пара куля-півсфера). На легкових автомобілях фактично стандартом є ТЗП кульового типу.

Тягово-зчіпні пристрої типу куля-півсфера (куля-петля) служать для буксирування транспортним засобом легких причепів повною масою до 3,5 т. Кульові ТЗП використовуються для буксирування одновісних причепів або причепів з центрально розташованим візком з двох або трьох колісних пар.

У ролі тягачів зазвичай виступають легкові автомобілі, пікапи, мікроавтобуси і малотоннажні вантажівки.

На автомобілі-тягачі встановлюється зчіпна куля (стандарт передбачає єдиний діаметр кулі – 50 мм), а на дишлі буксируваного прицепа монтується зчіпна головка у відповідь (сфера).

Важливим моментом для всієї конструкції ТЗП є кріплення його до таких елементів кузова або рами тягача, які витримують необхідну кількість циклів навантажень періодичними навантаженнями та граничні статичні навантаження.

Отже, достатня здатність ТЗП, що несе, визначається правильним вибором його конструктивних розмірів, тобто відповідністю міцності пристрою навантаженням, що впливає на нього в процесі експлуатації.

ТЗП кульового типу згідно з вимогами стандартів повинні випробовуватися на втомну міцність конструкції.

Крім механічного з'єднання тягово-зчіпний пристрій забезпечує електричне з'єднання електрообладнання тягового автомобіля з обладнанням

причепи, що буксирується.

Причепи, що буксируються, діляться на легкі і важкі – дозволеною максимальною масою відповідно не більше 750 і понад 750 кг. За типом кулі та кріплення ТЗП кульового типу розрізняються за виконанням – А, В, С, F, G, Н і N.

Кульові ТЗП набули такого поширення через сукупність своєї простоти та відповідної дешевизни, та порівняльної зручності використання. Також з явних переваг можна відзначити малі зазори в зачепленні, що забезпечує плавність ходу.

Недоліками ТЗП кульового типу є: порівняно менші граничні кути відхилення причепа у всіх площинах (при русі по рельєфу), демпфери, що рідко застосовуються, і, що є найважливішим у рамках нашої роботи – неможливість динамічного впливу на поведінку причепа; відсутність механізмів стабілізації причепа.

Пристрої типу «гак-петля» найбільш широко застосовують саме на вантажному транспорті. Такі ТЗП відрізняються простотою конструкції, легкістю у виготовленні, відносно малою масою та великими кутами гнучкості. Остання обставина робить їх незамінними під час руху автопоїздів у важких дорожніх умовах і на місцевості з різноманітним рельєфом.

Описана конструкція має на увазі наявність великих зазорів (до 10 мм) в з'єднанні гак-петля для полегшення зчіпки-розчіпки. Ці зазори призводять до підвищення динамічних навантажень та інтенсивного зношування деталей пристрою (сполученої пари), а також є причиною виходу зчіпки (гака та петлі дишла) з ладу [1].

Стандартне з'єднання гакового типу, з двосторонньою амортизацією, складається з тягового гака, встановленого на тягачі, і жорсткого дишла зі зчіпною петлею, пов'язаного з причепом. Тяговий гак зазвичай монтують на задній поперечці рами тягача, або на задній поперечці причепа (напівпричепа) для буксирування другого причепа.

Система «гак-петля» складається з власне гака, накидної клямки, запобіжного замку із запірним шплінтом. Наявність запобіжного замку та шплінту запобігають мимовільному розчепленню автопоїзда під час руху. На передньому кінці стрижня гака, встановленого у втулці, нагвинчена гайка, яка з втулкою забезпечує правильне поздовжнє переміщення гака. У середині корпусу вставлений гумовий пружний елемент у формі гіперболоїда, що обжимається шайбами.

При стисканні він змінює форму таким чином, що заповнює простір у корпусі. В інших конструкціях тягових гаків як пружні елементи використовуються кільцеві, гвинтові циліндричні або конічні пружини.

Незважаючи на притаманні зчіпним пристроям типу «гак-петля» недоліки, такі пристрої продовжують удосконалюватися та випускатися багатьма виробниками.

Гаківі пристрої відрізняються великою різноманітністю виконань як самого гака, так і замка.

Для здійснення беззазорного зчеплення були розроблені такі конструкції

ТЗП типу «гак-петля», в яких зазор може вибиратися автоматично за допомогою конічних роликів (фірма Coder Ture) або за допомогою пружин або пневматичних пристроїв за принципом «беззазорний гак» або «безсоромна петля» (фірма Utility Trailer) [1].

У багатьох зарубіжних країнах переважна більшість причіпних автопоїздів загальнотранспортного призначення обладнують зчіпними системами типу шворень-петля.

Конструкція вилкових або шкворневих тягово-зчіпних пристроїв (ТЗП) складається з вилки, до якої входить зчіпна петля причепа, яка фіксується шворнем. Для короткочасного використання на тягачах іноді застосовують буксирні пристрої спрощеної конструкції – пальцевого типу.

Відомі і складніші ТЗП, обладнані направляючим апаратом (уловлювачем) та напівавтоматичним або автоматичним затвором [1].

Вилкові ТЗП відрізняються малими зазорами з'єднань, забезпечують швидке та безпечне зчеплення-розчеплення автопоїзда, у них значний ресурс завдяки можливості заміни шворня та втулки зчіпної петлі.

ТЗП такої конструкції вигідно відрізняються від пари гак-петля за рахунок кращої ремонтпридатності.

Зазвичай при відновлювальному ремонті вилкових ТЗП достатньо замінити деталі шворня, його втулки та втулки зчіпної петлі. До недоліків вилкових ТЗП належать складність конструкції і донедавна труднощі забезпечення великих кутів гнучкості автопоїзда.

Вилкова зчіпка забезпечує можливість автоматичного зчеплення розчіпки ланок автопоїзда: при подачі тягача до причепа зчіпна петля вводиться в уловлювач зчіпного пристрою і шворінь автоматично замикає ТЗП.

Відповідно до стандарту шворневі пристрої повинні забезпечувати кути гнучкості щодо поперечної осі, що проходить через центр зчіпної петлі або шарнір вертикальної гнучкості, $\pm 25^\circ$, відносно вертикальної осі $\pm 75^\circ$, щодо поздовжньої осі $\pm 20^\circ$.

Шкворневі ТЗП виготовляють у чотирьох виконаннях: А, В – без шарніра вертикальної гнучкості; С – з шарніром вертикальної гнучкості; D – без шарніра з обмеженою рухливістю. Виконання В та D розраховані на застосування зчіпної петлі з отвором діаметром 40 мм, а виконання А і С – застосування зчіпної петлі з отвором діаметром 50 мм [2].

Список літератури:

1. Кисликов В.Ф., Луцик В.В. (2006). Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. К.: Либідь. 400 с.
2. ДСТУ 7818:2015. Сільськогосподарські та лісогосподарські колісні трактори. З'єднання механічні між трактором і причіпним устаткуванням. Загальні вимоги. Чинний від 2016–04–01. ДП «УкрНДНЦ», 2016. (Національний стандарт України).

УДК 621.436.038

СПОСОБИ І АДАПТЕРИ ДЛЯ ПРИЄДНАННЯ КОМПРЕСОГРАФА ДО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Ревуцький Ю.В., ЗВО, Сорокін С.П., доцент, кандидат технічних наук

Державний біотехнологічний університет

Досліджені конструктивні схеми адаптерів для приєднання діагностичних засобів до циліндра дизельного ДВЗ. Показано, що найбільш перспективним для забезпечення діагностичної процедури є адаптер, виготовлений на основі фальш – розпилювача дизельної форсунки.

Одним з визначальних параметрів технічного стану механіки ДВЗ є тиск у камері згоряння наприкінці такту стискання (компресія). Для вимірювання компресії використовуються спеціальні діагностичні прилади, у тому числі і компресометри [1]. До складу компресометра для дизелів обов'язково входить набір адаптерів, які призначені для його з'єднання з порожниною камери згоряння.

У зв'язку з різноманіттям конструктивних особливостей дизельних двигунів, їх систем живлення та паливно - упорскувальної апаратури застосовують три способи з'єднання компресометра з двигуном і відповідно три типи адаптерів [2]:

- свічковий – за формою свічок розжарювання з різьбленням;
- форсунковий – за формою форсунок з різьбленням;
- універсальний фальш-форсунковий,

Фальш-форсунка – це штатна форсунка (яка, зазвичай, виробила свій ресурс), пристосована до використання як адаптер.

Можливо три типи фальш-форсунок з наступною умовною комплектністю:

- без голки розпилювача;
- з голкою розпилювача;
- з голкою розпилювача та з заповнювачем.

У всіх фальш-форсунках отвір для приєднання дренажного трубопроводу герметизують болтом з кільцем ущільнювача, а на торці (або носіку) корпусу розпилювача при необхідності виконано отвір діаметром від 2 до 3 мм.

Фальш-форсунка «з голкою розпилювача та із заповнювачем» найбільш складна з підготовки до використання. Водночас у ній відсутні «паразитні» порожнини, і тому можна припустити, що така форсунка найбільше знижує похибку вимірювань.

Недоліками відомих пристроїв є те, що змінні втулки - адаптери мають складну і дорогую конструкцію. При цьому вони не володіють достатньою універсальністю і обмеженою пристосованістю до використання у якості адаптера у дизельних двигунах, що обладнанні форсунками різного конструктивного виконання. На базі кожного типу форсунок, потрібно готувати окремий форсунку - адаптер.

На кафедрі тракторів і автомобілів розроблена конструкція універсального адаптера з фальш - розпилювачем.

У розробленому адаптері для приєднання діагностичного приладу до дизельних двигунів що містить розпилювач з голкою, закріплений на корпусі форсунки, носок розпилювача разом з голкою зрізано на 0,5-1,0 мм вище основи запірного конуса голки, а сама голка герметично зафіксована у напрямному отворі корпусу розпилювача (рис 1).

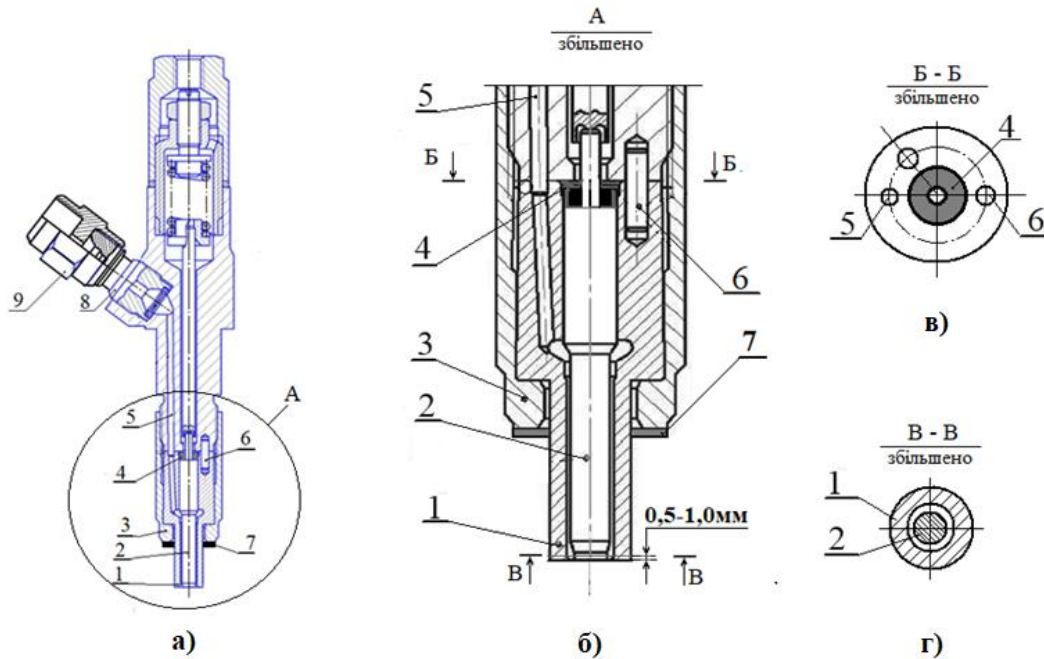


Рис.1 Адаптер з фальш розпилювачем: а) конструктивна схема адаптера з фальш – розпилювачем (адаптер у зборі); б) установка фальш – розпилювача на корпусі форсунки; в) вигляд фіксуючого і герметизуючого елемента; г) вигляд каналу для проходження повітря:

1 – корпус фальш – розпилювача; 2 – голка розпилювача; 3 – гайка; 4 – фіксуючо-герметезуючий елемент фальш – розпилювача; 5 – корпус форсунки; 6 – установочний штифт; 7 – ущільнююча прокладка; 8 – штуцер форсунки; 9 – перехідник для приєднання компресометра.

Форсунки дизельних двигунів мають різне конструктивне виконання, але відповідно до загальноприйнятої світової практики габаритні та приєднувальні розміри розпилювачів форсунок дизелів уніфіковані і згідно з конструкторською документацією виготовляються двох типів: типу S і тип Р. Це дає підстави стверджувати, що в більшості форсунок, укомплектованих розпилювачами типу S або Р можна встановити відповідно того ж типу фальш – розпилювачі спеціально підготовлені шляхом блокування та герметизації голки у напрямній частині розпилювача (наприклад, за допомогою холодного зварювання).

Після установки в штатну форсунку такого фальш – розпилювача (типу Р чи типу S) буде отримано необхідний адаптер для приєднання до циліндру дизеля діагностичного приладу.

Порядок використання адаптера для вимірювання тиску наприкінці такту стискання полягає в наступному. Демонтують штатні форсунки з усіх циліндрів двигуна. В одній зі штатних форсунок замінюють штатний розпилювач певного типу на аналогічний фальш – розпилювач. Розпилювач фіксують за допомогою установочного штифта 6 та гайки форсунки 3 на корпусі. На вільний кінець розпилювача встановлюють герметизуючи прокладку 7. Таким чином адаптер для приєднання діагностичних приладів до дизельних двигунів з використанням штатної форсунки підготовлений до використання.

Адаптер встановлюють у отвір для штатної форсунки циліндра двигуна і фіксують у спосіб, що реалізований на двигуні.

До штуцера 8 адаптера приєднують діагностичний прилад через перехідник 9. При цьому робоча порожнина діагностичного приладу з'єднується з порожниною циліндра дизеля, що діагностується, через розпилювач - адаптер. Далі обертають колінчастий вал пусковим пристроєм і виміряють тиск у кінці процесу стискання в циліндрі двигуна. Зафіксована і загерметизована у корпусі голка розпилювача 2 унеможливує перетікання повітря у порожнини адаптера, які розташовані вище розпилювача.

При цьому повітря вільно проходить через зазор між голкою і корпусом розпилювача (рис. 1г) що утворився після їхнього підрізання.

Висновки

На базі штатної форсунки дизеля, застосовуючи фальш – розпилювач відповідного типу, можливо створення адаптера для приєднання діагностичних приладів до порожнини циліндра різних типів дизельних двигунів при їх діагностуванні. Вплив шкідливих об'ємів при такому конструктивному виконанні адаптера на результати діагностування мінімальний.

Список літератури:

1. Сорокін С.П. Козаченко О.В. Шкрегаль О.М. Блезнюк О.В. Зозуля Д. Обґрунтування параметрів пневмотестера для контролю технічного стану циліндропоршневої групи двигуна. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів №15' 2019. С. 49-59. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/3245/1/7.pdf>. (дата звернення: 1.10.2023).
2. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник /О.В. Козаченко, С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль та ін.; За ред. проф. О.В. Козаченка. — Х.: Факт, 2013. –С. 96-123.

УДК 681.3

ПРИРОДА ПРОЯВУ ВІДМОВИ СИСТЕМИ РЕЦИРКУЛЯЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ (EGR) ДВЗ

Шевченко І.О., к.т.н., доцент, Погожин О.Р., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті прояви відмов та порушення роботи системи EGR – Exhaust Gas Recirculation (система рециркуляції відпрацьованих газів) ДВЗ.

З часом деталі системи EGR навіть у справному двигуні покриваються нагаром. Більше схильні до цього явища дизеля через сажі, що міститься в їх «вихлопі». Часті подорожі на короткі відстані прискорюють процес забруднення. А у несправному двигуні він посилюється багаторазово. Причинами можуть бути застосування неякісного палива, порушення в роботі системи живлення, загальне зношування двигуна, підвищений вміст масла у впускний тракт.

Надлишок масла з'являється при несправностях системи вентиляції картера, зношених маслознімних ковпачках або направляючих клапанів, несправностях турбокомпресора (знос підшипників, забита маслозливна магістраль), підвищеному рівні масла або застосуванні масла, що не відповідає двигуну. Від відкладень нагару насамперед страждає клапан EGR. Нагар заважає клапану щільно закриватися, порушує рухливість штока. Зрештою клапан у якомусь положенні заклинює, що призводить до порушень у роботі двигуна. Виявляються ці порушення по-різному, залежно від того, у якому положенні «завис» клапан. Крім того, наслідки заклинювання клапана різняться залежно від типу двигуна та особливостей конструкції самої системи EGR.

Найчастіше несправності системи EGR призводять до нерівномірного холостого ходу (плавання обертів, занижені або завищені оберти) і двигун часто глухне. Також можуть спостерігатися ривки та хлопки в глушнику при розгоні та сіпання та хлопки на впуску при скиданні обертів, падіння потужності, утруднений запуск. На бензинових двигунах з'являється детонація і пропуски займання, а робота дизелів стає «жорсткою».

На турбодизельних двигунах клапан EGR, що не закривається, знижує продуктивність турбіни. На деяких автомобілях блок керування при порушеннях роботи системи EGR переводить двигун в аварійний режим.

Іноді клапан EGR під впливом високих температур прогоряє, що рівнозначно його заклинювання у відкритому стані.

Причинами прогару можуть бути неправильна робота системи керування клапаном, високий протитиск вихлопних газів, несправний перепускний клапан турбокомпресора. Іноді до таких наслідків призводить тюнінг двигуна з метою підвищення тиску наддуву.

Слід зазначити, що це описані неприємності притаманні пневмоклапанам, керованих розрядженням. Електричні ж клапана набагато менше схильні до закоксування. Парадоксально, але їхній ресурс нижчий, ніж у пневмоклапанів через механічне зношування рухомих деталей. Збільшені зазори забиваються

сажею, причому очищенню клапан не піддається, необхідна тільки заміна.

Однак не у всіх проблемах, пов'язаних з пневмо-EGR, винен клапан. Іноді винні деталі вакуумної системи або елементи, що управляють. Тому не варто поспішати демонтувати клапан, спочатку потрібно перевірити, чи на нього подається розрядження. На більшості автомобілів вакуумом керуються не тільки клапан EGR, але і, наприклад, клапан регулювання тиску турбокомпресора, заслінки у впускному колекторі, заслінки кліматичної установки, підсилювач гальм тощо. Пошкодження будь-якої вакуумної трубки або заїдання клапана, підсмоктування повітря у впускному колекторі позначиться на роботі EGR.

До порушень може призводити і несправний електроклапан, що подає розрядження на пневмоклапан, і несправний датчик, що входить в систему управління EGR. Ресурс різних систем EGR складає від 70 до 100 тисяч кілометрів (у вітчизняних умовах близько 50 тисяч). Після цього її компоненти підлягають заміні. Це в ідеальних обставин.

Нескладне та своєчасне обслуговування системи допоможе продовжити її життя. У пневмоклапані EGR необхідно періодично очищати сідло та шток від нагару за допомогою рідини для очищення карбюратора. Робити це потрібно обережно, щоб рідина, агресивна до гуми, потрапляючи на діафрагму клапана не пошкодила її. У системах з керуючим електроклапаном у ньому, як правило, є фільтр, що захищає вакуумну систему від забруднення. Його потрібно очищати. Коли EGR починає давати збої, багато автовласників вважають за краще заглушити її. Як правило, це робиться з допомогою вирізаної з тонкої жерсті прокладки, що встановлюється під клапан. Серед фахівців думки щодо глушення системи розходяться. Одні вважають його абсолютно нешкідливим, а дехто навіть корисним. Другі вважають, що в результаті підвищується температура в камері згоряння, а це збільшує ризик появи тріщин в головці блоку циліндрів.

Просте механічне глушіння клапана та видалення вихрових заслінок (там, де вони є) не завжди призводить до бажаних результатів. На турбодизелях можливі проблеми з регулюванням тиску наддуву та підвищеним зносом турбіни. На сучасних двигунах клапан EGR необхідно «видаляти» і програмно перепрошивати блок управління. В іншому випадку контролер постійно видаватиме помилку або навіть переводити двигун у аварійний режим.

Список літератури:

1. Транспортна екологія: навчальний посібник (2017) . О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. К.: НАУ. 507 с.

2. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник (2006) . Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, Л. П. Мержисєвська. К.: Арістей. 292 с.

Секція 2

||| **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ
МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ
ТВАРИННИЦТВА**

УДК 631.366

ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЦИБУЛІ

Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Учасв М.П., студент, Перерва О.О.,
магістрант, Токар С.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуте питання застосування комплексу машин для повного та якісного збирання цибулі.

Збирання врожаю є найбільш складною технологічною операцією при вирощуванні цибулі. Збирання цибулі починають, коли відбувається масове вилягання листя у 60-80 % рослин. Терміни проведення збирання складають 10 діб. При ранньому збиранні цибулини, які недостиглі своєї зрілості, мають невеликий запас поживних речовин. При збільшенні термінів збирання у зрілих цибулинах утворюються молоді корінці, які поглинають вологу із ґрунту, що приводить до втрат смакових якостей і погіршуються умови зберігання.

Збирання цибулі здійснюється з використанням ручної праці на малих ділянках в особистих господарствах або спеціальними збиральними машина у великих овочевих господарствах.

В Україні для збирання цибулі застосовують машини виробництва фірм Asa-Lift, Simon, Krukowiak, Samon, Amac, Holaras, Nicholson, Jones Engineering, Keulmac, MacLouis та інші.

Компанія ASA-LIFT (Данія) виготовляє повний комплекс машин для збирання цибулі. Збирання цибулі відбувається у три фази - подрібнення бадилля, викопування цибулини з укладанням її у валок і підбирання валків з навантаженням купи в транспортний засіб. Така технологія дає можливість просушити цибулини і спрямувати їх в сховище з меншою кількістю вологи, що важливо для тривалого зберігання цибулі з мінімальними втратами.

Подрібнення бадилля здійснюється машиною зі спеціальними гичковідокремлювачами для цибулі. Робочі органи гичковідокремлювача мають форму лопатей вентилятора і розташовані горизонтально, що дозволяє завдяки створюваному розрядженню повітря піднімати і зрізати бадилля цибулі.

Для викопування цибулини і укладання її у валок використовують копачі цибулі **серії WR**. Викопування здійснюється активним валом спеціальної форми, який працює в парі з лопатевим валом. При такому викопуванні кількість ґрунту, яка надходить в машину є мінімальною. Копачі в залежності від комплектації можуть бути обладнані одним або двома просіваювальними транспортерами, вивантажувальною лійкою з регульовальною шириною валка, прикочувальним валиком. У районах з підвищеною вологістю можуть застосовувати перегортачі цибулі. Для підбирання цибулини з валків використовують підбирачі **модельного ряду SL**. Поролоновий валик в приймальній частині підбирача забезпечує дбайливе захоплення і подачу цибулі на просіювальний транспортер з обгумованими прутками. Транспортер виключає скочення цибулі. Перевантаження цибулі на транспортний засіб здійснюється вивантажувальним елеватором.

УДК:62-1/-9

ПАРАМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ БДЖОЛИНОГО ВОСКУ

Харченко О.М., Аспірант

Державний біотехнологічний університет

Запропоновано новий варіант параметричної моделі процесу витоплення воску з бджолиних стільників, яка складається із трьох основних блоків. Цілісність моделі визначається подачею воскової сировини в рамках, розпарюванням її парою, центрифугуванням та переміщенням у воскопрес з наступним віджимом.

Бджільництво є однією з найдавніших галузей сільського господарства [1, 2]. Нині бджільництво мало добру підтримку з боку держави, та завдяки роботі ННЦ «Інститут бджільництва ім. П.І. Прокоповича (Національна академія аграрних наук України), вчених та бджолярів продовжує розвиток [3, 4]. З'являється дедалі більше механізованого та удосконаленого обладнання [5, 6].

Процес витоплення бджолиного воску один із найбільш трудомістких у бджільництві, і існуючі парові агрегати для витопки не забезпечують повної механізації цього процесу [7, 8].

Виходячи з цього, було поставлено **завдання** - створити вдосконалену технологію отримання високосортного воску.

Аналіз існуючої інформації в галузі техніки та технологій переробки продукції бджільництва дає зрозуміти [9, 10], що з позиції комплексного підходу технологічний процес витоплення воску є параметричною моделлю, яка складається з трьох основних блоків [11]. Блок у моделі це симплекс операцій, об'єднаних єдиною йому технологічною спрямованістю із єдиною метою. Цілісність моделі визначається сукупністю операцій: подання воскової сировини в рамках, її розварювання паром, центрифугування та переміщення в воскопрес і подальшому віджиму.

У представленій моделі задані такі позначення: $T_{вс0}$, $T_{вс1}$ - температура воскової сировини на різних стадіях процесу витоплення; $T_{в0}$, - температура води, що заливається в бак для витоплення; $T_{вс12}$ - температура розвареної воскової сировини парою та відокремленої за допомогою центрифуги; $T_{вп1}$, $T_{вп2}$ - температура пари під час процесу витоплення; $T_{виж}$ - температура вичавки; $T_{вос}$ - температура отриманого воску; $m_{вс0}$, $m_{вс1}$ - маса воскової сировини на різних стадіях процесу витоплення; $m_{в0}$ - маса, що заливається в бак води; $m_{вс12}$ - маса воскової сировини розвареної парою та відокремленої за допомогою центрифуги; $m_{виж}$, $m_{вос}$, $m_{вп2}$ - маса вичавків, чистого воску, конденсату; $Q_{вс0}$, $Q_{вс1}$ - кількість теплоти, що передається воскосировиною на різних стадіях технологічного процесу; $Q_{вс0}$, - кількість теплоти надходить з восковою сировиною, що завантажується; $Q_{вп1}$, $Q_{вп2}$ - кількість теплоти, що переноситься паром; $Q_{виж}$, $Q_{вос}$ - кількість теплоти, що переноситься за межі агрегату вичавками та чистим воском; $Q_{вс12}$ - кількість теплоти, необхідне відділення парою воскової сировини і прогрів центрифуги; Q_0 - кількість

теплоти, передана ТЕНами для нагрівання води та корпусу відцентрового агрегату до необхідної температури.



Малюнок 1 – Параметрична модель технологічного процесу витоплення воску з рамок із восковою сировиною.

Вхідні параметри воскової сировини: температура $T_{вс0}$, маса $m_{вс0}$ та кількість теплоти $Q_{вс0}$, якою вона має під час завантаження в відцентровий агрегат. З цими параметрами воскова сировина надходить в агрегат для витоплення воску з рамок із восковою сировиною, бак якого заповнений водою (маса $m_{во}$, температура $T_{во}$, кількість теплоти $Q_{во}$, нагрітої до температури кипіння нагрівачем, що передає для нагрівання кількість теплоти Q_0 . В агрегаті для витоплення воску воскова сировина розварюється і набуває параметрів $T_{вс1}$, $m_{вс1}$, $Q_{вс1}$. Ця операція проводиться з метою цілеспрямованої зміни агрегатного стану воску. Після витоплення основної частини воскової сировини входить у роботу центрифуга відділення залишків воскової сировини з обох боків рамок. Воскова сировина набуває параметрів $T_{вс12}$, $Q_{вс12}$, $m_{вс12}$. Далі з цими параметрами надходить у воскопрес. Крім воскової сировини до воскопресу надходить і конденсат з параметрами ($T_{вп1}$, $Q_{вп1}$, $m_{вп1}$), де в процесі роботи воскопресу відбувається віджим з отриманням чистого воску з параметрами ($T_{вс0}$, $Q_{вс0}$, $m_{вс0}$) разом з конденсатом ($T_{вп2}$, $m_{вп2}$, $Q_{вп2}$), який на дні збираючої ємності через більшу щільність. Так само в процесі фільтрації виходять вичавки з параметрами ($T_{відж}$, $m_{відж}$, $Q_{відж}$) і збираються у відповідну ємність.

Список літератури:

1. Шабля В. П., Сиромятников Ю. М. Відновлення напрямку бджільництва у Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка. - 2021.
2. Сиромятников Ю. М., Шабля В. П., Медведєва Ю. В. Вплив акарицидів на масу пчелиних маток. - 2021.

3. Сиромятников Ю. М., Кучер В. О. Продуктивність пчелиних сімей у вуликах з пінополіуретану. - 2021.
4. Сиромятников Ю. М., Беліх О. В. Система моніторингу міського бджільництва. - 2023.
5. Шабля В. П. Конструктивні та технологічні проблеми уловлювачів для бродячих роїв. - 2021.
6. Семенцов В. В., Семенцов В. І., Сиромятников Ю. М. Дозувально-змішувальний пристрій для приготування кормових сумішей //XI-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» 3-22 жовтня 2022 року . - 2022. - С. 87.
7. Müller M. G. et al. On the properties and application of beeswax, carnauba wax and palm fat mixtures for hot melt coating in fluidized beds //Advanced Powder Technology. – 2018. – Т. 29. – №. 3. – С. 781-788.
8. Mallya A. S., Srinivasan P. Numerical simulations and experimental investigations to study the melting behavior of beeswax in a cylindrical container at different angular positions //Journal of Energy Storage. – 2021. – Т. 44. – С. 103435.
9. Sinha A. et al. Composite Coatings Delay Ripening and Maintain Postharvest Quality in Pear Stored Under Cold and Supermarket Conditions //Erwerbs-Obstbau. – 2023. – С. 1-11.
10. Putra N. et al. Preparation of beeswax/multi-walled carbon nanotubes as novel shape-stable nanocomposite phase-change material for thermal energy storage //Journal of Energy Storage. – 2019. – Т. 21. – С. 32-39.
11. Bucio A. et al. Characterization of beeswax, candelilla wax and paraffin wax for coating cheeses //Coatings. – 2021. – Т. 11. – №. 3. – С. 261.

УДК: 62-1/-9

ДИНАМІКА МОЛОТКА РОТОРА ЕКСТРАКТОРА ПЕРГИ У ПОЛІ ВІДЦЕНТРОВИХ СИЛ

Бєлих О.В., Аспірант

Державний Біотехнологічний Університет

Запропоновано новий варіант ротора, з шарнірно закріпленими на ньому молотками та змінним діаметром механічного впливу на сировину.

Така конструкція забезпечує мінімальну руйнацію пергових гранул при екстракції з бджолиних стільників і дає можливість максимального відокремлення від воскових стільників.

Отримано рівняння, що характеризує відносний рух молотка ротора в полі відцентрових сил залежно від прикладеного моменту удару.

Бджільництво є однією з найдавніших галузей сільського господарства. Нині бджільництво має добру підтримку з боку держави, та завдяки роботі вчених та бджолярів продовжує розвиток [1, 2]. З'являється все більше механізованого та вдосконаленого обладнання [3, 4].

Перга – це квітковий пилок рослин, зібраний бджолами, перероблений, покладений та законсервований в осередках бджолиних стільників. Бджоли використовують її для вирощування розпліду [5, 6]. Перга широко використовується в народній медицині для лікування багатьох захворювань людей, а також у медичній, вітамінній та косметичній промисловості.

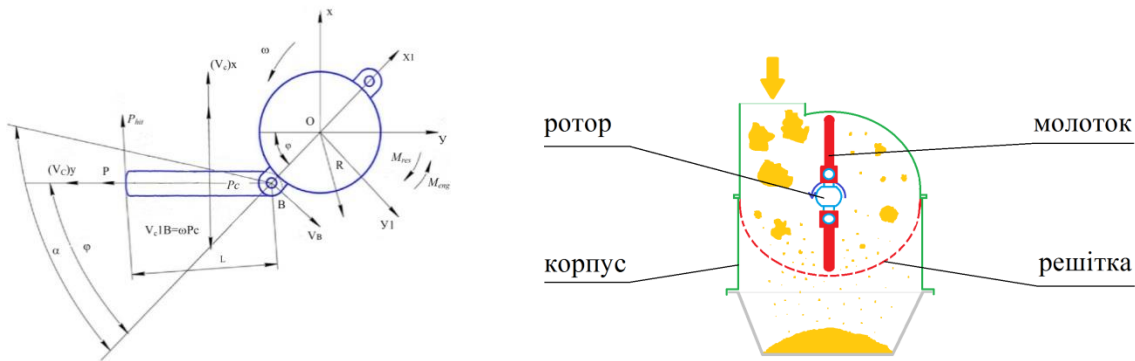
На сьогоднішній день найкращою для виробництва перги в промислових масштабах є технологія, що включає наступні операції: осушення пергових стільників від залишків меду за допомогою бджіл, сушіння, відділення воскопергової маси від рамки, охолодження, екстракція перги з бджолиних стільників - подрібнення та поділ на гранули перги та воскову сировину, пневмосепарування[7].

При невеликій кількості бджолосімей в основному використовуються малоефективні засоби отримання перги, що потребують значних витрат часу та енергії. Незважаючи на велику кількість наукових праць та досліджень, питання подрібнення пергових стільників, екстракції перги та отримання гранул вищої якості залишається актуальним та потребує більш детального вивчення.

Мета досліджень: підвищення ефективності процесу екстракції перги з бджолиних стільників шляхом розробки та застосування відцентрового способу та пристрою.

Нами запропоновано новий варіант ротора, шарнірно закріпленими на ньому молотками та змінним діаметром механічного впливу на сировину. Така конструкція забезпечує мінімальну руйнацію пергових гранул при витягуванні з бджолиних стільників і дає можливість максимального відокремлення від воскових осередків. Під час роботи екстрактора під дією імпульсного моменту удару молотки ротора відхиляються на різні за величиною кути від радіального положення. Після завершення одного оберта молотки ротора повинні зайняти вихідні радіальні положення. З метою визначення оптимальних параметрів

ротора розглянемо динаміку шарнірно закріплених елементів (молотків ротора) у полі відцентрових сил. Схема ротора представлена на малюнку 1



Мал.1 Схема ротора та екстрактора перги з бджолиних стільників

Для цього складемо диференціальне рівняння руху системи за методом Лагранжа, що складається з ротора та шарнірно закріпленого елемента. Виберемо нерухому систему координат XOY , що проходить через центр обертання ротора і рухому систему координат $X_1O_1Y_1$, що обертається разом з ротором і проходить через центр обертання ротора та вісь підвісу шарнірно закріпленого елемента.

До системи докладемо постійно діючий момент двигуна M_{eng} та момент опору M_{res} . Шарнірно закріплений елемент під дією сили удару P_{hit} відхилений на кут α , крім того на нього діє сила ваги P . Силою тертя в шарнірі ми нехтуємо тому, що вона, по-перше, є величиною дуже малою в порівнянні з відцентровою і, по-друге, під час роботи удар об бджолиний стіл молотком проводиться щоразу після того, як ротор здійснить один оборот і дію цієї сили за цей час несуттєво вплине на коливання молотка.

За узагальнені координати системи приймали кути відхилення ϕ і α , де ϕ – кут відхилення молотка ротора від вертикалі, а α – кут відхилення ротора молотка від рівноважного положення. Тоді Лагранжеві диференціальні рівняння руху, яким мають задовольняти узагальнені координати як функції часу, можуть бути записані у загальному вигляді

$$\frac{d(\partial T)}{dt(\partial \phi)} - \frac{\partial T}{\partial \phi} = Q_1$$

$$\frac{d(\partial T)}{dt(\partial \alpha)} - \frac{\partial T}{\partial \alpha} = Q_2$$

де T – кінетична енергія системи;

Q_1 і Q_2 – узагальнені сили;

ϕ і α – узагальнені координати.

Кінетичну енергію системи T обчислювали, представивши цю кінетичну енергію як функцію кутів повороту та їх похідних. Кінетична енергія системи дорівнює:

$$T = T_1 + T_2, \tag{1}$$

где T_1 – кінетична енергія ротора; T_2 – кінетична енергія молотка ротора.
Кінетичну енергію T_1 ротора визначали за формулою:

$$T_1 = I \frac{\omega^2}{2}, \quad (2)$$

де I – момент інерції ротора;

ω – кутова швидкість ротора.

Молоток ротора бере участь у плоскопаралельному русі, тому кінетична енергія його може бути визначена за теоремою Кеніга [8]:

$$T_2 = \frac{1}{2} m V_c^2 + \frac{1}{2} I_c \omega_r^2 \quad (3)$$

де V_c – швидкість (абсолютна) центру тяжіння молотка ротора;

ω_r – кутова швидкість молотка ротора по відношенню до осей, що рухаються поступально.

Переносна швидкість \bar{V}_B дорівнює:

$$\bar{V}_B = \omega R, \quad (4)$$

де ω – углова швидкість обертання ротора; R – відстань від центру обертання ротора до осі підвісу ротора молотка. А відносна швидкість \bar{V}_{c1B} будет равна:

$$\bar{V}_{c1B} = \omega r_c \quad (5)$$

$$\text{Тоді: } \bar{V}_c = \bar{V}_B + \bar{V}_{c1B} + \bar{V}_r \quad (6)$$

Подставив знайдені значення в (6), спроекуємо векторну рівність (9) на нерухомі осі XOY , отримаємо:

$$(v_c)_x = -\omega R \cos\varphi - \omega r_c \cos(\alpha - \varphi) - \dot{\alpha} r_c \cos(\alpha - \varphi), \quad (7)$$

$$(v_c)_y = -\omega R \sin\varphi - \omega r_c \sin(\alpha - \varphi) - \dot{\alpha} r_c \sin(\alpha - \varphi), \quad (8)$$

$$V_c^2 = (V_c)_x^2 + (V_c)_y^2, \quad (9)$$

Підставивши значення в рівність $(V_c)_x^2$ и $(V_c)_y^2$ (11) і здійснивши відповідні перетворення, знайшли:

$$V_c^2 = \omega^2 R^2 + \omega^2 r_c^2 + \dot{\alpha}^2 r_c^2 + [\cos\varphi \cos(\alpha - \varphi) - \sin\varphi \sin(\alpha - \varphi)] \cdot [2\omega^2 R r_c - 2\omega \dot{\alpha} R r_c] - 2\omega \dot{\alpha} r_c^2 \quad (10)$$

Вираз $\cos\varphi \cos(\alpha - \varphi) - \sin\varphi \sin(\alpha - \varphi)$ являє собою розкладений косинус різниці двох кутів $\cos[(\varphi + \alpha) - \varphi] = \cos\alpha$.

Таким чином, остаточно вираз (10) набуде вигляду:

$$V_c^2 = \omega^2 R^2 + \omega^2 r_c^2 + \dot{\alpha}^2 r_c^2 + 2\omega^2 R r_c \cos\alpha - 2\omega \dot{\alpha} R r_c \cos\alpha - 2\omega \dot{\alpha} r_c^2 \quad (11)$$

Тоді кінетична енергія системи буде виражена як:

$$T = \frac{1}{2} m \dot{\varphi}^2 R^2 + \frac{1}{2} m \dot{\varphi}^2 r_c^2 + \frac{1}{2} m \dot{\alpha}^2 r_c^2 + m \dot{\varphi}^2 r_c \cos\alpha - m \dot{\varphi} \dot{\alpha} R r_c \cos\alpha - m \dot{\varphi} \dot{\alpha} r_c^2 + \frac{1}{2} I_c (\dot{\varphi} \pm \dot{\alpha})^2 + \frac{1}{2} I \dot{\varphi}^2, \quad (12)$$

Перейдемо до обчислення складових рівняння (малюнок 1):

$$\frac{\partial T}{\partial \varphi} = m \dot{\varphi} R^2 + m \dot{\varphi} r_c^2 + 2m \dot{\varphi} R r_c \cos\alpha - m \dot{\alpha} r_c \cos\alpha - m \dot{\alpha} r_c^2 + I_c (\dot{\varphi} \pm \dot{\alpha}) + I \dot{\varphi} \quad (13)$$

$$\frac{d(\partial T)}{dt(\partial \varphi)} = m R^2 \ddot{\varphi} + m r_c^2 \ddot{\varphi} + 2 m R r_c \cos\alpha \dot{\varphi} - 2 m R r_c \dot{\varphi} \dot{\alpha} \sin\alpha - m \ddot{\alpha} R r_c \cos\alpha + m R r_c \dot{\alpha}^2 \sin\alpha - m \ddot{\alpha} r_c^2 + I_c (\ddot{\varphi} \pm \ddot{\alpha}) + I \ddot{\varphi}, \quad (14)$$

Здобули два диференціальних рівняння другого порядку, які повністю характеризують рух системи: ротор – молоток [9, 10].

Кутову швидкість обертання ротора прийняли постійну, т.е. $\omega = \text{const}$ отримали:

$$(B + C \cos\alpha) \ddot{\alpha} + (\dot{\alpha} - 2\omega) C \dot{\alpha} \sin\alpha = M_{eng} - M_{res} - P_{PR} \sin\varphi - P_{hit} R \cos\alpha, \quad (15)$$

$$B\ddot{\alpha} + C\omega^2 \sin\alpha = P_p \sin(\varphi - \alpha) + P_{hit} L \quad (16)$$

рівняння (16) повністю характеризує відносний рух молотка ротора у полі відцентрових сил залежно від прикладеного моменту удару.

Таким чином, остаточне рівняння руху молотка ротора набуло вигляду:

$$I_B \ddot{\alpha} + m R_p c \omega^2 \sin\alpha - P_{hit} L = 0 \quad (17)$$

Аналіз рівняння (17) показує, що коливання молотка ротора залежать від відцентрової сили, що діє на молоток, параметрів молотка m , L (маси та довжини), кутової швидкості обертання ротора ω та сили удару P_{hit} .

Список літератури:

1. Шабля В. П., Сиромятников Ю. М. Відновлення напрямку бджільництва в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка. – 2021.
2. Сиромятников Ю. М., Шабля В. П., Медведєва Ю. В. Вплив акарицидів на масу бджолиних маток. – 2021.
3. Сиромятников Ю. М., Кучер В. О. Продуктивність бджолиних сімей у вуликах з пінополіуретану. – 2021.
4. Сиромятников Ю. М., Белих О. В. Система моніторингу міського бджільництва. – 2023.
5. Шабля В. П. Конструктивні та технологічні проблеми уловлювачів для бродячих роїв. – 2021.
6. Семенов В. В., Семенов В. І., Сиромятников Ю. М. Дозувально-змішувальний пристрій для приготування кормових сумішей // XI-ї Науково-технічної конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві» 3-22 жовтня 2022 року. – 2022. – С. 87.
7. Brovarskyi V. et al. Development and Testing of the Technology of Production of the Beebread // Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. – 2017. – №. 1.
8. Bowen M., Weilacher F. Definable König theorems // Proceedings of the American Mathematical Society. – 2023. – Т. 151. – №. 11. – С. 4991-4996.
9. Sayed H., El-Sayed T. A. Nonlinear dynamics and bifurcation analysis of journal bearings based on second order stiffness and damping coefficients // International Journal of Non-Linear Mechanics. – 2022. – Т. 142. – С. 103972.
10. Li Y. et al. Dynamic modeling and stability analysis of a rotor-bearing system with bolted-disk joint // Mechanical Systems and Signal Processing. – 2021. – Т. 158. – С. 107778.

УДК 631.367.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КОМПОНЕНТІВ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ

Сиром'ятніков П.С., доцент, Геворкян Г.Л., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Одним з перспективних шляхів розвитку кормоприготування є зниження енергоємності приготування кормів і супутніх технологічних процесів, у тому числі і дозування зернових компонентів кормів. Одним з шляхів досягнення цієї мети є використання в технологічних процесах дозування вібрації, як чинника, який знижує енерговитрати. Була розроблена конструкція та визначенні раціональні параметри і режими роботи вібраційного дозатора з пониженим тиском матеріалу на робочий орган.

Сучасний стан механізації тваринництва в Україні досить об'єктивно відображає загальний рівень механізації сільського господарства в цілому. В даний час тваринництво опинилося в достатньо складному положенні. Це відбулося у зв'язку з розформуванням крупних тваринницьких комплексів і появою великої кількості малих ферм і фермерських господарств, що займаються тваринництвом. Система машин [1], розроблена для тваринництва, виявилася застарілою і непридатною для невеликого поголів'я тварин. У зв'язку з цим виникла потреба у розробці нових машин, які враховують обстановку, що склалася, і нові вимоги до засобів механізації тваринництва.

Аналіз основних напрямів розвитку техніки кормоприготування показує, що в даний час найбільш перспективним напрямом є зниження енергоємності приготування кормів і супутніх технологічних процесів. У тому числі і дозування компонентів кормів. Зокрема одним з шляхів досягнення цієї мети є використання в технологічних процесах вібрації, як чинника, який знижує енерговитрати [2].

Аналоги зарубіжних мобільних машин для приготування комбікормів на фермах відрізняються продуктивністю, якістю і надійністю роботи, але мають високою вартістю. Ці агрегати переважно обладнані дозуючими системами вагового типу, вартість яких складає 25...40 % від вартості всього агрегату[3]. Вітчизняне тваринництво не має подібних засобів механізації, а існуючі кормоцехи укомплектовані дозуючим устаткуванням яке не відповідає зоотехнічним вимогам [4], тому розробка мобільного агрегату для приготування комбікормів з надійною системою дозування компонентів є актуальним завданням.

Було проведено дослідження по підвищення ефективності технологічного процесу дозування зернових компонентів комбікормів шляхом розробки конструкції і визначення раціональних параметрів і режимів роботи вібраційного дозатора з пониженим тиском матеріалу на робочий орган [5,6].

За результатами досліджень запропонована конструктивно-технологічна схема вібраційного дозатора сипких матеріалів для мобільного агрегату приготування кормів, яка забезпечує більшу продуктивність при менших енерговитратах, отримана математична модель процесу дозування зернових матеріалів запропонованим вібраційним дозатором, що дозволяє визначити його раціональні параметри та визначений їх вплив на ефективність технологічного процесу вібраційного дозування сипких матеріалів.

Список літератури:

1. Піщелка В.А. Стан та перспективи розвитку комбікормової галузі в Україні. Ефективні корми та годівля. – 2006. №3. – С. 5-82.
2. Брагінець М.В., Нанка О. Науменко О.А., Брагінець Т.М. Практикум з дисципліни Інноваційні технічні системи у тваринництві. –Харків, 2021. – 378 с.
3. Семенцов В.В. Розробка нових енергозберігаючих конструкцій дозаторів сипких матеріалів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 192. 2018. – С. 227-233
4. Вольвак С. Ф., Богданов Е. В. К обоснованию параметров дозатора мобильного комбикормоприготовительного агрегата/ Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Випуск 42: Вдосконалення технологій та обладнання виробництва продукції тваринництва. – Харків: Видавництво ХНТУСГ, 2005. – С. 154 – 159.
5. Брагінець Н.В. К обоснованию значимости дозирования кормов. / Н.В.Брагінець, С.Ф. Вольвак, В.В. Лангазов// - Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.- Луганськ.: Видавництво ЛНАУ, 2002. - №17. – С.29-33
6. Брагінець Н.В., Вольвак С.Ф., Лангазов В.В. Выбор дозатора концентрированных кормов для малых ферм / Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2003. - № 31 (43). – С. 65 - 69.

УДК 631.367.7

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РЕШІТНОГО ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Сиромятніков П.С., доцент, Бессарабов Д.А., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Основними технологічними операціями при приготуванні комбікормів є дозування компонентів комбікорму, і подальше їх змішування. Представлені результати дослідження технологічної лінії дозування концентрованих кормів решітним дозатором та теоретично обґрунтовані його оптимальні параметри.

Концентровані корми є найбільш цінними і дорогими в раціонах тварин і птаха. Це пояснюється тим, що вони володіють високою кормовою цінністю (0,97...1,09 кормових одиниць в 1 кг продукту) при малому питомому об'ємі. Крім того, концентровані корми збалансовані за змістом білків, жирів і вуглеводів, містять велику кількість природних вітамінів і мікроелементів. Концентровані корми використовуються по двох напрямках: коли вони є основою раціону (у свинарстві і птахівництві), і коли їм відводиться роль компоненту, що балансує раціон по найважливіших елементах живлення або що створює певний фон для ефективного використання інших кормів [1].

У сучасних раціонах частка концентрованих кормів по поживності складає: для великої рогатої худоби – 20.50 % (у складі кормосуміші), для свиней – 60.90 %, для птаха – 80.100 % [1]. Проте ефективніше використання концентрованих кормів буде у тому випадку, коли їх згодовують в складі з вітамінами, мікроелементами і біологічно активними кормовими добавками у вигляді комбікормів [2].

Основними технологічними операціями при приготуванні комбікормів є дозування компонентів комбікорму, і подальше їх змішування. Проте введення в концентровані корми вітамінів, мікроелементів і біологічно активних кормових добавок вельми скрутний, оскільки норми їх введення складають від 0,5 % до 5 %. Тому для рівномірного розподілу кормових добавок в масі концентрованих кормів їм необхідно додати такі властивості, щоб добавки, що вводяться, мали можливість, безперешкодно розподілятися у всій масі концентрованого корму.

Враховуючи досвід раніше виконаних досліджень [3] процес збагачення концентрованих кормів доцільно виконувати в безперервному технологічному режимі, забезпечивши при цьому дозовану їх подачу в розрідженому стані, що створить умови рівномірного перерозподілу концентрованих кормів і кормових добавок.

Аналізом досліджень технологічного процесу дозування концентрованих кормів дозаторами різних типів встановлено, що технічні питання дозування з одночасним розрідженням матеріалів, що дозуються, мало вивчені і вимагають подальшої розробки[4].

Таким чином, дослідження технологічної лінії дозування концентрованих кормів решітним дозатором та теоретичне обґрунтування його оптимальних параметрів, є актуальним і перспективним науковим завданням[5].

Під час досліджень було проведено аналіз існуючих конструкцій дозаторів сипучих матеріалів та результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесу дозування і визначені напрями удосконалення їх конструкцій. Розроблено математичну модель процесу дозування концентрованих кормів решітним дозатором і отримали математичні залежності продуктивності дозатора від його конструктивно-кінематичних параметрів. Спроековано та виготовлено експериментальну установку для визначення висоти склепінь концентрованих кормів. Встановлені закономірності висоти склепінь в залежності від діаметрів отворів та механіко-технологічних властивостей кормів. Доведено економічну ефективність застосування дозатора концентрованих кормів.

Список літератури:

1. Піщелка В.А. Стан та перспективи розвитку комбікормової галузі в Україні. Ефективні корми та годівля. – 2006. №3. – С. 5-82.
2. Брагінець М.В., Нанка О. Науменко О.А., Брагінець Т.М. Практикум з дисципліни Інноваційні технічні системи у тваринництві. Харків, 2021. – 378 с.
3. Семенцов В.В. Розробка нових енергозберігаючих конструкцій дозаторів сипких матеріалів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 192. 2018. – С. 227-233
4. Брагінець Н.В. К обоснованию значимости дозирования кормов. / Н.В.Брагінець, С.Ф. Вольвак, В.В. Лангазов// - Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.- Луганськ.: Видавництво ЛНАУ, 2002. - №17. – С.29-33
5. Брагінець Н.В., Вольвак С.Ф., Лангазов В.В. Выбор дозатора концентрированных кормов для малых ферм / Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2003. - № 31 (43). – С. 65 - 69.

УДК 631.37 + 631.3.004.65

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ СТАБІЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПЛУГА БЕЗ ОПОРНОГО КОЛЕСА

Петров Г.А., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного

Обґрунтовано конструктивні параметри фронтального плуга без опорного колеса, який жорстко приєднаний у горизонтальній площині до трактора.

Спроба використання вертикальної складової тягового опору плуга для довантаження керованих коліс трактора спричинила створення орних агрегатів за схемою «push-pull». Алгоритм фронтального агрегування плуга є таким:



Суть цієї графічної інформації трактується наступним чином. Із-за наявності фронтально агрегатованого плуга на передні рушії трактора діє додаткова, вертикально направлена сила ΔN . Її поява обумовлена дією маси фронтального навісного орного знаряддя і вертикальної складової його тягового опору. Наслідком цієї дії є відповідне зростання зчіпної маси ($\Delta G_{зч}$) і тягового зусилля ($\Delta P_{кр}$) енергетичного засобу. Збільшення тягових властивостей останнього (через збільшення показника $\Delta P_{кр}$) створює потенційні можливості для зростання робочої ширини захвату (ΔB_p) орного МТА. Унаслідок цього з'являється реальна можливість збільшення продуктивності його роботи (ΔW).

У більшості фронтальних плугів під час руху опорного колеса дном борозни має місце обмеження глибини оранки. Крім того, це колесо виконує роль елемента, який копіює траєкторію попереднього суміжного проходу орного агрегату. У тих ґрунтових умовах, де проблематично забезпечити дно борозни, вільне від грудок ґрунту, опорне колесо фронтального плуга розміщують поза борозною. У цьому випадку фронтальний плуг приєднується до трактора без можливості їхньої взаємної поворотності у горизонтальній площині.

Серед схем агрегування фронтального плуга певний інтерес становить варіант його функціонування без опорного колеса. При такому виконанні орного знаряддя обмежувачем глибини обробітку ґрунту виступає регульований обмежувальний ланцюг. Одним кінцем він кріпиться до рами трактора, а іншим – до однієї із нижніх тяг переднього навісного механізму трактора. За оцінювальний показник функціонування фронтального плуга прийнято вертикальне довантаження переднього моста трактора. Здійснюється воно силами, які діють у центральній та нижній тягах, а також у обмежувальному ланцюгу переднього навісного механізму (ПНМ) енергетичного засобу.

Для забезпечення вертикального довантаження передніх коліс трактора до 6-7 кН кут нахилу нижніх тяг його ПНМ повинен знаходитися у діапазоні 0-5°. Кут нахилу центральної тяги цього механізму може змінюватися в межах 25-30°. Для зменшення довжини фронтального плуга поздовжня координата його центру мас має бути якомога меншою.

УДК 621.929.7

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СПІРАЛЬНО-ГВИНТОВОГО ДОЗАТОРА МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Юзовицький С.І., Чернов О.Ю., Вернигора В.С., Сметана А.Ю., Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Семенцов В.В.

Державний біотехнологічний університет

У статті на основі аналітичних досліджень визначено напрямки вдосконалення засобів дозування та запропоновано нову конструкцію спіраль-гвинтового дозатора, яка забезпечить більш якісне дозування елементів кормів.

Важливою умовою вискоефективного використання кормів при виробництві продукції тваринництва є годування тварин і птиці повноцінними кормами збалансованими за поживними речовинами, вітамінами і мікроелементами у відповідності до запланованої продуктивності. Особливого значення набуває збагачення кормів мікроелементами при промисловому утриманню тварин і птиці, коли вони ізольовані від навколишнього середовища і корм стає головною ланкою, яка зв'язує тварин з навколишнім середовищем. Тому подальше удосконалення конструкції дозаторів безперервної дії має велике значення, так як процентне співвідношення мікроелементів в кормовій суміші складає менше 1-го процента.

Виходячи з вимог до процесу дозування сипучих кормів, на наш погляд, основними напрямками удосконалення конструкцій дозаторів будуть - покращення умов заповнення робочого органа сипучим кормом та створення робочих органів дозаторів, здатних перетворити погано текучі корми в текучі.

Зважаючи на вказане, нами розроблена нова конструкція дозатора мікроелементів, яка представлена на рисунку 1.

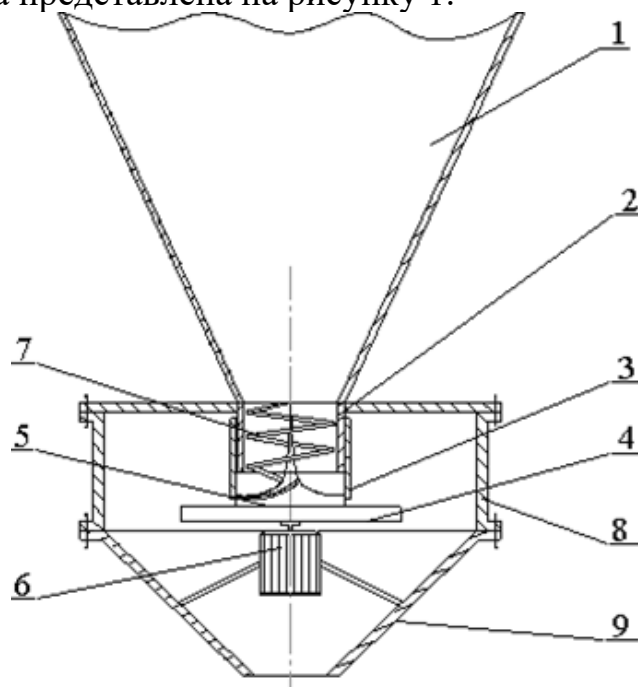


Рис.1 Схема дозатора

Запропонований спірально-гвинтовий дозатор сипучих матеріалів складається з наддозаторного бункера 1, двох телескопічних стаканів 2 і 3, перший жорстко зв'язаний з бункером, а другий може вільно переміщатися щодо першого. Під стаканом 3 розташований обертовий диск 4 з направляючим конусом 5, які закріплені на валу електродвигуна 6. Пристрій для стабілізації щільності в зоні формування дози виконаний у вигляді гвинтової спіралі 7, яка розташована в стакані 2 і жорстко зв'язана з обертовим диском 4 і направляючим конусом 5. Робочі органи дозатора розташовані у циліндричному корпусі 8, який з'єднаний з вивантажувальною горловиною 9.

Список літератури:

1. Семенцов В.В. Розробка нових енергозберігаючих конструкцій дозаторів сипких матеріалів. // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2018. - Вип. 192: Проблеми надійності машин. - С. 227-233.
2. Дослідження механіко-технологічних властивостей кормових домішок [Текст] / В. В. Семенцов // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. - 2018. - № 11. - С. 68-75. - Бібліогр.: с. 73-74. - ISSN 2311-441X

УДК 631.367.7

ДО ПИТАННЯ ДОЗУВАННЯ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАДДОЗУЮЧОГО БУНКЕРУ

Сиромятніков П.С., доцент, Криворучко Т.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Дослідження технологічної лінії дозування концентрованих кормів та теоретичне обґрунтування параметрів наддозуючого бункера з кільцевим випускним отвором є актуальним і перспективним науковим завданням. Визначені математичні залежності рушійної сили і сили опору руху концентрованих кормів в бункері від його геометричних параметрів і механіко-технологічних властивостей концентрованих кормов та встановлені параметри випускного отвору бункера.

Сучасний етап виробництва продукції тваринництва в Україні характеризується перетвореннями в економічній сфері і це, перш за все, перехід до ринкової економіки і вступ до СОТ, які вимагають від виробників нових підходів і забезпечення конкурентоспроможності продукції, зниженні її собівартості і підвищення продуктивності тварин.

Вагомим резервом підвищення продуктивності тварин і зниження їх собівартості є повноцінне годування, яке забезпечується використанням концентрованих кормів, збалансованих по енергетичній цінності, по співвідношенню основних живильних речовин (протеїн, жир, клітковина, БВД), амінокислотному складу, кальцію і фосфору, вітамінам і мікроелементам, а також збагаченням концентрованих кормів біологічно активними кормовими добавками [1, 2].

Введення в концентровані корми кормових добавок процес доволі складний, оскільки норми по відношенню до основних компонентів комбикормів складають від 0,5 % до 5 %. Тому для рівномірного розподілу кормових добавок в масі концентрованих кормів їм необхідно додати такі властивості, які давали б можливість безперешкодно розподілятися у всій масі концентрованого корму.

Враховуючи досвід раніше виконаних досліджень [3] процес збагачення концентрованих кормів доцільно виконувати в безперервному технологічному режимі, забезпечивши при цьому дозовану розріджену їх подачу, що створить умови рівномірного перерозподілу концентрованих кормів і кормових добавок.

Аналізом досліджень технологічного процесу дозування концентрованих кормів дозаторами різних типів встановлено, що технічні питання дозування з одночасним розрідженням матеріалів, що дозуються, мало вивчені і вимагають подальшої розробки.

Таким чином, дослідження технологічної лінії дозування концентрованих кормів та теоретичне обґрунтування параметрів наддозуючого бункера з кільцевим випускним отвором є актуальним і перспективним науковим завданням [4,5].

Метою дослідження було визначення параметрів наддозуючого бункера з кільцевим випускним отвором в технологічній лінії дозування концентрованих кормів.

Проведено аналіз існуючих конструкцій бункерів дозаторів сипучих матеріалів, результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесу витікання концентрованих кормів з наддозуючого бункера і визначені напрями удосконалення їх конструкцій. Розроблено математичну модель витікання концентрованих кормів з наддозуючого бункера з кільцевим випускним отвором з урахуванням його конструктивних параметрів і механіко-технологічних властивостей концентрованих кормів. Визначені математичні залежності рушійної сили і сили опору руху концентрованих кормів в бункері від його геометричних параметрів і механіко-технологічних властивостей концентрованих кормів та встановлені параметри випускного отвору бункера. Доведена техніко-економічну ефективність застосування дозатора концентрованих кормів.

Список літератури:

1. Піщелка В.А. Стан та перспективи розвитку комбикормової галузі в Україні. Ефективні корми та годівля. – 2006. №3. – С. 5-82.

2. Брагінець М.В., Нанка О. Науменко О.А., Брагінець Т.М. Практикум з дисципліни Інноваційні технічні системи у тваринництві. –Харків, 2021. – 378 с.

3. Семенцов В.В. Розробка нових енергозберігаючих конструкцій дозаторів сипких матеріалів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 192. 2018. – С. 227-233

4. Брагінець Н.В. К обоснованию значимости дозирования кормов. / Н.В.Брагінець, С.Ф. Вольвак, В.В. Лангазов// - Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.- Луганськ.: Видавництво ЛНАУ, 2002. - №17. – С.29-33

5. Брагінець Н.В., Вольвак С.Ф., Лангазов В.В. Выбор дозатора концентрированных кормов для малых ферм / Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2003. - № 31 (43). – С. 65 - 69.

УДК 621.929.7

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗМІШУВАЧ СИПУЧИХ КОРМІВ

Астапов В.Г., Перепелиця О.О., Кучма К.В., Козел А.І.
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Семенцов В.І.

Державний біотехнологічний університет

Одним із засобів розвитку кормоприготування є застосування альтернативних джерел енергії при приготуванні кормосуміші. Запропонована конструкція гравітаційного змішувача дозволяє здійснювати технологічний процес змішувача за рахунок сил тяжіння.

Приймаючи до уваги те, що приготування кормів є однією з найбільш трудомістких операцій, а на процес змішування однієї тони кормів витрачається одна кіловат година електроенергії, то розробка енергозберігаючих технологій приготування кормів є однією з задач енергозбереження. Альтернативними джерелами енергії при цьому, можуть бути використана гравітаційні сили. Виходячи з сказаного нами розроблена конструкція змішувача сипучих кормів процес змішування в якому відбувається під дією сили тяжіння.

Гравітаційний змішувач сипучих кормів (рис.1) безперервної дії складається з ємкості готової суміші 1, накопичувальних бункерів 2, розподільчих пристроїв 3, рухомої рами 4.

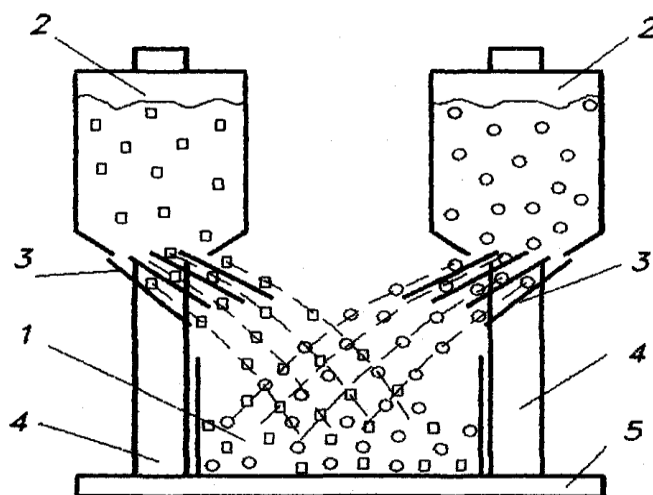


Рис.1. Схема гравітаційного змішувача сипучих кормів.

Гравітаційний змішувач сипучих кормів працює наступним чином. Зернові корми, які підлягають змішуванню загрузаються в накопичувальні бункери. Дозування сипучих кормів при цьому виконується зміною площин випускних отворів. Сипучі корми, які попадають на відповідні розподільчі пристрої, створюють ряд віялів кожного компоненту, причому їх кількість відповідає числу направляючих. Збільшення числа віялів сприяє збільшенню зон перетину потоків, що збільшує ефективність змішування за рахунок рівномірного

розподілення сипучих кормів в горизонтальному перетині зони змішування.

Зміна геометрії окремого потоку визначається кутом нахилу направляючої в пакеті розподільчого пристрою. Падіння окремої частинки сипучого корму в ємкість готової суміші відбувається в полі гравітації з похилим вектором швидкості, яка дорівнює швидкості відриву частинки від направляючої, що веде до розпушеності потоку. В результаті збільшення відстані між частинками сипучого корму збільшується об'єм віяла і можливість об'єднання віялів і створення суміші.

Список літератури:

1. Семенцов В. І., Кобзар В. А., Міхєєв Ю. Р. Про необхідність збагачення комбінованих кормів біологічно активними кормовими домішками. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 192 «Проблеми надійності машин». 2018. С. 142-150.
2. Семенцов В. В. Теоретичне дослідження руху сипких матеріалів в бункерах. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 205 «Проблеми надійності машин». 2019. С. 249-256.

УДК: 635-151 635-18

СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНИЙ СКЛАД ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ БУРЯКІВ

Сиромятников Ю.М, к.т.н.

Державний біотехнологічний університет

В умовах використання мінеральної системи живлення значення коефіцієнта структурності не зазнавали істотних змін порівняно з варіантом контролю незалежно від виду сівозміни та способу основного обробітку ґрунту. Спільне внесення органічних та мінеральних добрив дозволило домогтися визначення коефіцієнта структурності на досить високому рівні 3,9 - 5,4 одиниць із збереженням тенденції кращої структурованості в середній частині орного горизонту ґрунту.

Загальновідома роль ґрунтової структури у створенні сприятливого водно-повітряного режиму у ґрунтах середнього та важкого гранулометричного складу. Чим більше у ґрунті структурних агрегатів агрономічно цінної крупності від 10,0 до 0,25 мм, досить пористих і водостійких, тим більшою мірою такий ґрунт здатний поглинати та зберігати вологу з атмосферних опадів та економити на її випаровуванні. Тим більшою мірою ґрунтздатний чинити опір ерозії, тим вище, зрештою, його родючість [1, 2]. Водночас уявлення про агрономічно цінну будову розроблено недостатньо. Є дані про оптимальні розміри структурних агрегатів, їх вплив на ефективність використання рослинами ґрунтової вологи та елементів живлення [3, 4]. Також відомі вимоги польових культур до розмірів агрономічно цінних грудочок ґрунту, або, іншими словами, до ступеня підготовки насінневого шару внаслідок передпосівної обробки. Зокрема, у застосовуваних методиках враховується та обставина, що у шарі, що реально обробляється, присутні не окремі агрегати, а складні поєднання (суміші) структур різного розміру [5, 6].

Різні рівні інтенсивності землеробства та пов'язаний з цим діапазон польових робіт створюють особливі можливості для досліджень. Аналіз структури ґрунту при вирощуванні цукрових буряків міг би розширити вищезгадану інформацію, дозволить поглибити інтерпретацію та розуміння процесів, що відбуваються у ґрунті.

Таким чином, **метою** цього дослідження було виявити результат та наслідки застосування різних поєднань елементів агротехнологій на зміну фізичного стану чорнозему типового при вирощуванні цукрових буряків.

Матеріали і методи. 16 варіантів багатofакторного польового дослідження, включали контроль без добрив, мінеральну систему живлення (170NPK), органічну (70 т /га гною) і органомінеральну в п'ятипільній плодозмінній і зернопросапній сівозмінах на тлі оранки і обробки ґрунту стратифікатором. Ґрунт дослідного поля на початку закладання стаціонарного дослідження представлений чорноземом типовим малогумусним важкосуглинковим на лесовидному суглинку [7, 8]. Повторність варіантів дослідження потрібна. Розмір дослідної ділянки 40 м², облікової – 28 м². Добрива вносили в ручну під усі

культури перед основним обробітком ґрунту. Застосовували дві сівозміни з наступним чергуванням культур[9, 10]:

1) зернопросапну – горох, озима пшениця, цукрові буряки, ячмінь, кукурудза на зерно

2) плодозмінну – люцерна 1-гороку, люцерна 2-го року, озима пшениця, цукрові буряки, ячмінь + багаторічні трави.

(Чинник А) – два способи основного обробітку ґрунту:

1) оранка на глибину 30-35 см плугом ПЛН-5-35;

2) обробіток ґрунтообробною розпушувально-сепаруючою машиною «Докучайвська» ПРСМ-5 (стратифікатор) [11, 12] на глибину 12-15 см, без обертання скиби ґрунту.

Результати та обговорення. Однією з основних характеристик будь-якого ґрунту, є його здатність зберігати в процесі вегетації культурних рослин оптимальний структурний стан, що виражається щодо агрономічно цінних ґрунтових агрегатів до глибинної та пилюватої фракцій. Даний показник визначається коефіцієнтом структурності та показує ступінь стійкості ґрунтового профілю до впливів антропогенного характеру при вирощуванні культур в експериментальних сівозмінах. Ми у своїх дослідженнях проаналізували цей показник у період вегетації цукрових буряків за різних умов його обробітку.

Як свідчать дані таблиці 1, коефіцієнт структурності шарів ґрунту на контрольному варіанті без внесення добрив за глибокої полицевої обробки ґрунту мав більш високі значення в середині орного горизонту в шарі 10-20 см і склав 3,5 одиниці. З поглибленням профілю дана величина мала тенденцію до зниження, хоч і не на критичну величину. Зафіксоване значення коефіцієнта структурності становило 3,3. У верхньому шарі до 10 см відзначається зниження коефіцієнта структурності ґрунту до величин 2,4 - 2,7 з найкращими значеннями в сівозміні з багаторічними травами.

В умовах використання мінеральної системи живлення значення величини коефіцієнта структурності не зазнавали істотних змін порівняно з варіантом абсолютного контролю незалежно від виду сівозміни та способу основного обробітку ґрунту[13, 14].

2. Коефіцієнт структурності ґрунту в посівах цукрових буряків залежно від технологічних заходів. Середні дані за 2019-2021 роки.

Варіант досліджу	Шари ґрунту	Плодозмінна сівозміна		Зерно-просапна сівозміна	
		ПЛН-5-35	ПРСМ-5	ПЛН-5-35	ПРСМ-5
Без добрив	0-10	2,7	2,5	2,4	2,4
	10-20	3,5	3,4	3,3	3,2
	20-30	3,3	3,0	2,8	2,6
N ₁₇₀ P ₁₇₀ K ₁₇₀	0-10	2,8	2,7	2,5	2,6
	10-20	3,2	3,6	3,3	3,3
	20-30	3,4	3,1	2,8	3,0
70 т/га гною	0-10	4,1	3,7	3,9	3,7
	10-20	5,1	5,5	5,0	4,8

	20-30	5,3	4,7	5,4	5,0
70 т/га + N 170 P 170 K 170	0-10	4,3	3,9	4,1	3,9
	10-20	5,1	5,4	4,9	4,5
	20-30	4,8	4,6	5,1	4,9
НСР ₀₅ (обробка А)		0,14	0,16	0,12	0,11
НСР ₀₅ (добрива В)		0,21		0,18	

Інша картина складається при введенні в технологію вирощування цукрових буряків органічних добрив у вигляді напівперепрілого гною. У цьому випадку спостерігається значне покращення структурності навіть у верхньому шарі орного горизонту ґрунту до величин 3,7 - 4,1 з перевагою глибокої полицевої обробки ґрунту та майже за рівної ефективності типів сівозмін. Зі збільшенням глибини коефіцієнт структурності помітно покращується, досягаючи значень 5,1 - 5,5 у плодозмінній сівозміні та 4,8 - 5,0 у зернопросапній сівозміні. У нижньому шарі орного горизонту ґрунту, 20-30 см дана тенденція зберігається при деякому вирівнюванні значень з сівозмін, що вивчаються. Очевидно, цю обставину можна пояснити перемішуванням ґрунту з великою масою органічної речовини, що має у своєму складі соломисту фракцію з щільністю, що не перевищує 1г/см³.

Такий агрохімічний прийом, як спільне внесення органічних і мінеральних добрив дозволив досягти певної стабілізації структурного стану чорнозему. Значення коефіцієнта структурності дещо поступалися варіантом із внесенням однієї органіки, проте залишалися на досить високому рівні 3,9 - 5,4 одиниць із збереженням тенденції кращої структурованості в середній частині орного горизонту ґрунту [15, 16].

Висновки. Узагальнюючи аналіз змін структурного стану чорнозему під впливом диференціації системи живлення цукрових буряків, що обробляється у різних сівозмінах, дійшли до висновку про загальне сприятливе становище орних ґрунтів за цим показником [17]. При аналізі структурних окремоостей привертає увагу факт незначної кількості глибинної фракції. Майже вся частина ґрунту, що не входить до агрономічно цінного агрегатного асортименту, представлена пилюватою фракцією, яка, хоч і не враховується при розрахунку коефіцієнта структурності, проте, є вагомою обставиною у підвищенні ролі ґрунтових колоїдів, збільшенню поглинальної здатності ґрунту за рахунок значного збільшення площі поверхні ґрунтових агрегатів.

Список літератури:

1. Hanhur V. V., Len O. I., Hangur M. V. Impact of different tillage systems on soil nutrient regime in the field of winter wheat and spring barley in the left-bank forest-steppe zone of Ukraine // Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. – 2022. – Т. 1. – Р. 38-44.
2. Hanhur V. V., Kosminskyi O. O., Mishchenko O. V. Influence of mineral fertilizers on the content of nutrients in the soil and the yield of sunflower hybrids of

different maturity groups //Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. – 2021. – Т. 1. – Р. 116-121.

3. Hanhur V. V., Len O. I., Hanhur N. V. Effect of minimizing soil tillage on moisture supply and spring barley productivity in the zone of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine //Bulletin of Poltava State Agrarian Academy. – 2021. – Т. 1. – С. 128-134.

4. Kuts O. et al. Influence of the fertiliser system on the soil nutrient regime and onion productivity //Plant and Soil Science. – 2022. – Т. 13. №. 4. – С. 16.

5. Vircava I. et al. Origin and paleoenvironmental interpretation of aluminum phosphate–sulfate minerals in a Neoproterozoic Baltic paleosol //Sedimentary Geology. – 2015. – Т. 319. – С. 114-123.

6. 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.

7. Сиромятников Ю. М. и др. Процесс подъому грунта рабочими органами грунтообработной разрыхлительно-сепарующей установки. – 2020.

8. Нанка О. В., Сиромятников Ю. М. Влияние частоты обороты ротора грунтообработной экспериментальной установки на показатели качества. – 2019.

9. Syromyatnikov Yu N. Ways to reduce the specific pressure of wheel propellers on the soil //Selskoe Khozyaistvo. – 2017. – Т. 4. – С. 95-103.

10. Сиромятников Ю. М. Вдосконалення робочих органів для підрізання та підйому ґрунту розрыхлювально-сепаруючою машиною. – 2017.

11. Пащенко В. Ф., Нанка О. В., Сиромятников Ю. М. Конструкція ножа ротора розрыхлювально-сепаруючого пристрою ґрунтообработної машини. – 2019.

12. Syromyatnikov Y. N. et al. Влияние непрерывной традиционной обработки грунта в овощево-кормовой севозмине на плотность чернозему //Vegetable and Melon Growing. – 2021. – №. 70. – С. 66-79.

13. Syromyatnikov Y. et al. Influence of local soil loosening on soy yield //Știința Agricolă. – 2019. – №. 1. – С. 117-124.

15. Пащенко В. Ф. и др. Обґрунтування доцільності державної підтримки вітчизняного сільгоспмашинобудування. – 2016.

16. Пащенко В. Ф., Сиромятников Ю. М., Храмов М. С. Якісні показники роботи грунтообработної установки при вирощуванні цукрових буряків //Овочівництво і баштанництво. – 2019. – №. 65. – С. 39-49.

17. Kuts O. V. et al. Ефективність стимуляції росту овочевих рослин в ювенільний період //Vegetable and Melon Growing. – 2021. – №. 69. – С. 89-98.

ПЕРЕДУМОВИ ДО РОЗРОБКИ ПІДБИРАЧА МУЛЬЧІ З РЯДКІВ КАРТОПЛІ, ЯКА ВИРОЩУЄТЬСЯ ПІД СОЛОМОЮ

Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лубченко О.В., аспірант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуте питання до розробки конструкції підбирача мультчі для енергозберігаючої екологічної технології вирощування картоплі. Для повного підбирання мультчі, без пошкодження бульб картоплі, складовими елементами підбирача повинні бути: подільник, горизонтальні підрізні ножі, стебленіднімачи, підбиральний барабан та опорні колеса.

При вирощуванні картоплі за технологією під шаром соломи бульби висаджуються в рядки на поверхню поля без заробки їх у ґрунт і накриваються суцільним шаром мультчі соломи озимої пшениці або ячменю висотою 20 см [1]. Шар соломи захищає молоді бульби від низьких весняних та високих літніх температур і одночасно зберігає ґрунтову вологу та дощову воду від випаровування. При такому способі вирощування коріння картоплі, висадженої на поверхню поля, проникає у ґрунт і забезпечує ріст як самої рослини картоплі - бадилля, яке проростає через шар соломи у вигляді куца стебел, так і столонів, на яких виростають нові бульби картоплі, які теж знаходяться на поверхні поля під шаром соломи [2]. Збирання бульб картоплі здійснюється двома операціями. Перша - підбирання мультчі, друга – викопування бульб.

Для підбирання мультчі соломи можна використовувати граблі для згрібання трав. Зубові поперечні граблі згрібають солону у валки, які розміщені впоперек до напрямку руху агрегату. Зубові граблі прості в експлуатації і надійні, але при згрібанні мультчі з рядків картоплі, що вирощується на поверхні поля, велика частина бульб картоплі згрібається у валок, що приводить до значних втрат врожаю. Роторні та колісно-пальцьові граблі згрібають солону у валок, паралельний напрямку руху. Такі граблі більш продуктивні, але при згрібанні мультчі з рядків не лише захватують частину клубнів, а ще й пошкоджують значну їх кількість.

Також для підбирання валків соломи можливо застосовувати прес-підбирачі барабанного типу (ППЛ-Ф-1,6М, К-454В та інші). Такі підбирачі забезпечують ефективно підбирання сипких матеріалів з поверхні поля, особливо коли вони знаходяться на стерні скошених рослин. Але при використанні їх для підбирання мультчі з рядків картоплі, що вирощується на поверхні поля, повноцінне підбирання супроводжується значним захватом бульб разом з мультчою та пошкодженням великих клубнів граблями на поверхні поля. При підніманні барабаном з граблями над поверхнею поля травмування клубнів зменшується, але кількість мультчі на поверхні поля суттєво зростає, що ускладнює збирання врожаю картоплі.

Для підвищення повноти підбирання мультчі з рядків картоплі, що вирощується на поверхні поля, без пошкодження її бульб пропонується використання удосконаленого прес-підбирача на якому встановлюються стеблоріднімачі, що застосовуються для збирання зернових культур.

Стеблепіднімачі рухаються по поверхні поля, піднімають шар соломи, який захоплює пружні граблини підбирача і подають її в приймальну камеру. При цьому пружні граблини підбирача не торкаються бульб і відповідно усувається можливість травмування картоплі.

Структура і параметри шару мульчи впливають на температурний режим та накопичення вологи, що в свою чергу позначається на вегетації, росту рослин і формуванні урожаю картоплі [3]. На час збирання картоплі параметри шару мульчи відрізняються від параметрів, коли відбувалося накриття соломомою посаджених бульб. Шар соломи зменшується, значно ущільнюється, і знизу, за рахунок накопичення вологи, підвищується вологість мульчі. Ці показники суттєво впливають на роботу робочих органів машин для підбирання мульчі.

При підбиранні ущільненої та вологої мульчі з рядків картоплі прес-підбирачем з стеблепіднімачами для збирання зернових культур, шар соломи не піднімається стеблепіднімачами, а накопичуються на їх робочих поверхнях і відповідно пружні граблини підбирача не захоплюють соломку. Крім того, на боковинах прес-підбирача нагромаджуються стебла соломи, тому що суцільна ширина шару мульчі, яка накриває картоплю, більша ніж ширина барабана прес-підбирача. Це приводить к порушенню технологічного процесу. Машину потрібно зупинити і проводити очищення стеблепіднімачів і боковин прес-підбирача.

Висновок. Підбирач мульчі повинен повністю підбирати мульчу з рядків картоплі, що вирощується на поверхні поля, без пошкодження її бульб. Складовими елементами підбирача мульчі повинні бути ті елементи, які створюють позитивний ефект, а саме:

- подільник для розділення мульчи соломи у вертикальній площині;
- горизонтальні підрізні ножі для підрізання бадилля картоплі та бур'янів,
- стеблепіднімачи для повного піднімання всього шару мульчі з усієї поверхні поля і вводу його в зону дії граблини підбирача;
- підбиральний барабан, який подає підібрану мульчу до пристрою для формування валка або тюків з підібраної мульчі;
- опорні колеса для зміни положення підбирального барабана по висоті, щоб його пружні граблини не могли зачіпати бульби картоплі, які знаходяться під мульчею.

Список літератури:

1. V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, O. Melnyk, I. Grabar, R. Kyrychenko, M. Krekot, H. Tesliuk, V. Voiko, I. Sysenko. Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch / Ukrainian Journal of Ecology, 317–324, DOI: 10.15421/2020_50.

2. 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.

3. Potato growth in moisture deficit conditions [Text] / 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. (Web of Science).

УДК 631.316.2

**ДО ПИТАННЯ СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ
ПОДРІБНЕННЯ ТА РОЗКИДАННЯ ВАЛКІВ СОЛОМИ**

**Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Назаренко В.І., магістрант, Носов В.В.,
магістрант Письмак В.В., магістрант**

Державний біотехнологічний університет

Розглянуте питання подрібнення стебел валків соломи та одночасне розкидання подрібненої маси по поверхні поля для формування мульчуючого шару або послідууючої заробки у ґрунт.

Традиційні способи збирання врожаю зернових культур передбачає увесь біологічний врожай (як зернову так і листостеблову частини) скошувати і вивозити з поля при збиранні врожаю спеціальними збиральними комплексами.

Сучасне сільськогосподарське виробництво вимагає для збереження родючості ґрунтів, в більшості випадків, залишати пожнивні залишки у подрібненому стані на поверхні поля для формування мульчуючого шару для послідууючої заробки у ґрунт.

При збиранні високоврожайних посівів зернових-колосових культур для забезпечення високої продуктивності комбайнів від'єднують привод подрібнювального пристрою і встановлюють валкоутворювачі, які укладають незернову частину врожаю у валок на полі [1]. Частина зернозбиральних комбайнів не мають в своєму комплекті подрібнювачів соломи і теж залишають соломку у валках на полі.

Найефективніше використання валків соломи полягає в подрібненні і розкиданні по поверхні поля для формування мульчуючого шару або заробки у ґрунт. Для виконання такої операції використовуються різні подрібнювачі як вітчизняного так і зарубіжного виробництва.

Меншу енергоємність і високу якість та повноту зрізання пожнивних залишків забезпечують ротаційні косарки-подрібнювачі пожнивних решток, які складаються з рами на якій закріплені горизонтальні ротори з шарнірно закріпленими, під кутом до вертикалі за напрямком їх руху, ножами-подрібнювачами, механізмом приводу роторів та верхній щит-обмежувач. Недоліком таких подрібнювачів є низька повнота подрібнення скошених пожнивних решток та розкидання стебел з валка по полю за рахунок повітряних потоків створюваних роторами, що обертаються з високою частотою.

Підвищити повноту подрібнення стебел валків соломи можливо удосконаленням конструкції подрібнювача валків за рахунок комбінованого різання матеріалу, безпідпирного перерізання нахиленими ножами та підпирним перерізанням стебел які заклинюються між рухомими ножами і нерухомими протиризальними пластинами. Це дозволить забезпечити якісне подрібнення всіх стебел валків соломи та одночасне розкидання подрібненої маси по поверхні поля для формування мульчуючого шару або послідууючої заробки у ґрунт.

Список літератури:

1. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини [Текст] / Д.Г. Войтюк. – К: Урожай, 1994. – 446 с.

УДК 631.331

ТЕХНОЛОГІЧНІ УМОВИ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ MINI-TILL

**Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лубченко Є.В., аспірант,
Калашник В.В., магістрант**

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті технологічні умови сівби зернових культур за ресурсозберігаючою технологією mini-till. Посів за технологією Mini-till можливо виконати дисковими, долотоподібними та лаповими сошниками.

Якість сівби визначається рівномірним розподілом насіння по довжині рядка та глибині їх загортання, відповідно до агротехнічних вимог [1]. Зернові сівалки з дводисковими сошниками застосовуються для посіву зернових культур як з традиційною, так і за ресурсозберігаючою технологією обробки ґрунту [2]. Ресурсозберігаюча технологія полягає в заміні основного обробітку ґрунту поверхневим на глибину дещо більшу, ніж глибина заробки насіння. Ця технологія має два різновиди: технологія мінімальної поверхневої обробки ґрунту Mini-till та технологія прямого посіву по стерні No-till.

Обробіток ґрунту є складною та енерговитратною операцією при виробництві сільськогосподарської продукції і відповідно перед кожним сільгоспвиробником стає питання мінімізації її витрат. Одним із способів зниження витрат є технологія мінімальної поверхневої обробки ґрунту Mini-till.

У далекому минулому наші предки для обробітку ґрунту використовували соху. Застосування сохи є предтеchoю мінімального обробітку ґрунту. Обробляли вузьку полосу, куди висівалося насіння. Можна сказати, що ця система обробітку ґрунту на сьогодні трансформувалася та має ряд основних принципів. По перше – це обробка ґрунту без обертання пласта, яка виконується двома типами машин: дисковими боронами або дискаторами і глибокорозпушувачами. Дискаторами проводять суцільний обробіток ґрунту на глибину до 10 см. Використовуючи глибокорозпушувачі знищують плужну підшву і розпушують ґрунт на глибину до 40 см. Застосування цих машин надає ряд переваг: збереження рослинних залишків, зменшення технологічних витрат та зниження ризиків вітрової та водної ерозії. Однак при тривалому застосуванні дискових знарядь відбувається порушення структури поверхневого шару ґрунту, що повністю нівелює переваги даного способу обробітку. Тому необхідно використовувати як дискові знаряддя так і глибокорозпушувачі. По друге, в поверхневих шарах ґрунту відбувається локалізація фосфору та калію і відповідно ці елементи перестають бути доступними для рослин в період від середини до кінця вегетації у випадку пересихання ґрунту, що призводить до суттєвого зниження врожайності. Вирішити проблему живлення сільськогосподарських рослин за мінімальною обробкою ґрунту можливо завдяки застосуванню глибокорозпушувачів з розташуванням добрив на різних горизонтах в ґрунті. Сучасні глибокорозпушувачі рівномірно зароблюють добрива в трьох-чотирьох горизонтах шару ґрунту,

забезпечуючи при цьому повне розчинення засвоєння усіх елементів живлення для сільськогосподарських рослин у різні періоди вегетації.

На агротехнічних фонах із мінімальним обробітком ґрунту інтенсивніше, ніж на оранці, відбувається фіксація атмосферного азоту азотобактером та іншими мікробами, які вільно живуть у ґрунті, що поліпшує режим азотного живлення рослин.

Тому можна зробити висновок, що технологія мінімального обробітку ґрунту (Mini-till) - це є безплужний обробіток ґрунту, який виконується шляхом змішування лише поверхневих його шарів. При застосуванні Mini-Till технології передбачається: подрібнення рослинних залишків комбайнами одночасно із збиранням врожаю, луцення стерні відразу після збирання попередника на глибину 6-8 см, осінню обробку дисковими боронами на глибину 15-18 см та глибоке розпушування ґрунту на глибину 35-40 см один раз в три роки. Висів насіння зернових культур проводиться універсальними рядковими зерновими сівалками.

Аналіз конструкцій сошників зернових сівалок свідчить, що посів за технологією Mini-till можливо виконати трьома типами сошників: дисковими, долотоподібними та лаповими [3]. Основною перевагою дискових сошників є висока здатність перерізання товстих стебел кукурудзи, соняшнику та великих грудок ґрунту.

Однак використання зернових сівалок з дводисковими сошниками, що застосовуються для посіву по технології Mini-till, призводить до осипання ґрунту зі стінок борозни до розташування насіння на дні борозни, утворення між дисками сошників ґрунтового прошарку з похилою поверхнею вперед у напрямку руху, нерівномірності швидкості руху сошника та швидкості падіння насіння в борозну. Ці недоліки приводять до нерівномірності розподілу насіння як по довжині рядка так і по глибині їх заробки, що позначається на зниженні якості посіву та зменшенні врожайності. Удосконалення конструкцій сівалок та їх робочих органів усуває ці недоліки лише частково і не вирішує проблему в повній мірі. Тому можна зробити висновок, що дослідження, які спрямовані на підвищення якості посіву насіння зернових культур шляхом розробки дводискового сошника зернової сівалки для технології Mini-till є актуальними та мають важливе економічне та господарське значення.

Список літератури:

1. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Посівні машини / [Бакум М.В., Бобрусь І.С., Морозов І.В., Нікітін С.П. та ін.]; за ред. М.В. Бакума. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – 332 с.

2. Пастухов В.І., Кириченко Р.В., Бакум М.В., Михайлов А.Д., Абдуєв М.М., Крохмаль Д.В. Зернові сівалки ASTRA виробництва ПАТ «ELVORTI». Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з дисципліни «Сільськогосподарські машини» для спеціальності 208 «Агроінженерія» і 133 «Галузеве машинобудування». Х: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2019. – 91 с.

3. Лубченко Є.В., Цюрюпа Р.О. Огляд сошників посівних машин для ресурсозберігаючих технологій сівби зернових культур. Матеріали «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» Харків, 2022. С. 240-242.

УДК 631. 362

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІБРОСЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Піх Є.О., асп., Іващенко А.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто перспективні напрямки конструктивного удосконалення фіброфрикційних сепараторів насінневих сумішей сільськогосподарських культур.

Зерновий ворох після збирання сільськогосподарських культур містить значну кількість щуплого, невиповненого насіння, яке суттєво відрізняється за посівними якостями. Крім того на посівах сільськогосподарських культур з різних причин з'являються як падалишні сходи культур, що вирощувались у попередні сезони, так і бур'яни, характерні для конкретних полів. В результаті зростає засміченість не лише посівів, а й зібраної частини урожаю, що суттєво ускладнює її післязбиральну обробку, особливо підготовку посівного матеріалу. Тому однією із обов'язкових задач післязбиральної обробки насінневих матеріалів є додаткове сортування з відокремленням в посівну фракцію виповненого, повністю сформованого насіння, яке забезпечить отримання високих урожаїв.

Для підготовки високоякісного посівного матеріалу сільськогосподарських культур необхідно вдосконалювати існуючі технологічні лінії, що включають повітряно-решітно-трієрні насіннеочисні машини, в тому числі і за рахунок доповнення їх спеціальними насіннеочисними машинами, спроможними виконувати сепарацію насінневих сумішей за новими ознаками розділення, зокрема, віброфрикційними сепараторами, які забезпечують високу якість процесу очищення та сортування насіння [1, 2].

Аналізом результатів наукових досліджень М.В Бакума, О.І Завгороднього, О.В. Богомолова та інших авторів в напрямку вивчення та обґрунтування параметрів процесу вібросепарації насінневих сумішей сільськогосподарських культур встановлено, що одним з чинників неефективності роботи віброфрикційних сепараторів є нерівномірність подачі вихідного матеріалу на сепарувальні поверхні завантажувальним пристроєм.

Тому метою роботи стало підвищення ефективності процесу вібросепарації шляхом упорядкування надходження компонентів вихідних насінневих сумішей на робочі поверхні сепаратора за ознаками їх розділення.

Поставлена задача вирішується способом подачі сипкого матеріалу на робочі поверхні фрикційного сепаратора, що включає завантаження сипкого матеріалу до бункера сепаратора, дозування матеріалу та спрямування його на кожну робочу поверхню, коли в процесі спрямування насінневий матеріал попередньо розділяють за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів, таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини.

Запропонований спосіб подачі насінневого матеріалу на робочі поверхні віброфрикційного сепаратора реалізується наступним чином. Вихідний сипкий матеріал завантажується до бункера фрикційного сепаратора, дозувальним пристроєм матеріал забирається і окремо заданою кількістю неперервно дозується та спрямовується на кожну робочу поверхню спеціальними напрямниками. Причому, напрямники виконані таким чином, що в процесі спрямування сипкий матеріал попередньо розділяється за ознаками розділення на робочих поверхнях, наприклад, за формою його компонентів таким чином, що до нижньої частини робочих поверхонь надходять округлі компоненти, до верхньої – плоскі, а проміжної форми – до середньої частини. При такій подачі округлі компоненти потрапляють на робочі поверхні і прискорено транспортуються до нижніх приймачів продуктів розділення і майже не завантажують робочу поверхню. Аналогічно плоскі компоненти транспортуються до верхніх приймачів, для компонентів проміжної форми залишається практично переважна більшість робочої поверхні, на якій за іншими ознаками розділення – відмінність в шорсткості поверхні компонентів та їх пружності, вони розділяються до вимог стандартів на відповідні фракції.

Так як повноцінне насіння цих господарських культур має правильну геометричну форму, наприклад, округлу: горох, просо, мак, ріпак, капуста, редиска та багато інших, або плоску: кукурудза, помідори, огірки, дині, кріп, кавуни та багато інших або наближену до них форму, що при сепарації на робочих поверхнях, за такої подачі, значна частина вихідного матеріалу зразу відокремлюється у відповідні приймачі, що розвантажує робочі поверхні. Це дозволяє значно збільшувати величину подачі вихідного матеріалу на робочі поверхні без зниження якості сепарації, наприклад, при очищенні насіння гороху від його половинок продуктивність вібраційного фрикційного сепаратора, обладнаного пристосуванням для попереднього розподілення компонентів за їх формою, можна збільшити майже в два рази продуктивність при підготовці кондиційного посівного матеріалу.

Таким чином одним із напрямків підвищення ефективності функціонування віброфрикційних сепараторів слід вважати обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів завантажувальних пристроїв для використання як на нових віброфрикційних сепараторах, так і для модернізації сепараторів, які використовуються на виробництві.

Список літератури:

1. Козаченко О.В. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насінневого матеріалу гірчиці/ О.В. Козаченко, Е.Б. Алієв, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов, М.М. Кречот// Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.

2. 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, бюл. № 42.

УДК 631.17; 633.521

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Засуха Д.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Досліджено вплив конструктивно-режимних параметрів пристрою для обчисування сільськогосподарських рослин на корені та енергоємність технологічного процесу в лабораторних умовах

Раціональне використання енергії в сучасних сільськогосподарських машинах і агрегатах, які застосовують в технологічних процесах виробництва продукції рослинництва, на сьогодні являє собою актуальну задачу. Насамперед це стосується енергоємної техніки, зокрема, для збирання зернових культур методом обчисування рослин на корені. Такий спосіб збирання використовують у сучасних прогресивних технологіях виробництва сільськогосподарських культур завдяки перевагам у порівнянні із традиційними підходами, а саме, підвищенню продуктивності та зменшенню енерговитрат на виконання процесу. При цьому характерною особливістю процесу збирання врожаю є можливість залишати на полі стеблову частину рослин, що дозволяє вирішувати проблему вітрової та водної ерозії та накопичення вологи у поверхневих шарах ґрунту.

Метою даного дослідження стало вивчення процесу обчисування рослин льону олійного двобарабаним обчисувальним пристроєм в лабораторних умовах та аналіз витрат енергії на виконання технологічного процесу. Обраний методологічний підхід можна пояснити наступним чином. Необхідною умовою при створенні та удосконаленні жниварок обчисувального типу є їх випробування в умовах реальної експлуатації. Для сільськогосподарської техніки, в тому числі й обчисувальних жниварок, які використовуються сезонно впродовж невеликого проміжку часу, отримання результатів необхідної точності є можливим тільки за період двох-трьох сезонів. Це значно подовжує строки випробувань і уповільнює впровадження у виробництво перспективної техніки. Такий стан зумовлює необхідність розробки методичного супроводження та створення технічних пристроїв, що дозволяють здійснювати фізичне моделювання процесу обчисування рослин сільськогосподарських культур в лабораторних умовах.

З метою вивчення робочого процесу жниварки обчисувального типу була розроблена і виготовлена лабораторна експериментальна установка, яка дозволяла вивчати сутність технологічного процесу, якість роботи та енергомісткість виконання технологічного процесу обчисування рослин.

Дослідження витрат енергії на процес обчисування насіння рослин льону олійного на лабораторній установці проводилась за чотирма факторами: частоти обертання бітера-відбивача n_1 та обчисувального барабана n_2 , положення повітряної сітки L , ширина повітряної сітки B . Діапазони та рівні варіювання факторів представлені в таблиці 1. Експериментальні дослідження були проведені із застосуванням D-оптимального плану Бокса-Бенкіна другого порядку для 4 факторів із загальною кількістю дослідів – 27, повторність була прийнята триразова.

Таблиця 1 - Рівні варіацій факторами експериментальних досліджень

Рівні варіацій факторів	Фактори			
	Частота обертання бітера-відбивача n_1 , об/хв. (x_1)	Частота обертання обчисувального барабана n_2 , об/хв. (x_2)	Положення повітряної сітки L , м (x_3)	Ширина повітряної сітки B , м (x_4)
Верхній рівень (+)	960	920	1	0,6
Основний рівень (0)	780	670	0,8	0,4
Нижній рівень (-)	600	180	0,6	0,2
Інтервал варіацій факторів	180	250	0,2	0,2

Для кожного варіанту досліду було визначено середню потужність, що споживається установкою P та з використанням програмного пакету Wolfram Mathematica проведено апроксимацію отриманих даних, в результаті якої встановлено залежність від факторів досліджень у наступному вигляді:

$$\delta_s = -3,23992 - 0,45B + 3,14757L - 1,45833L^2 + 0,00462077n_1 - 1,78586 \cdot 10^{-6}n_1^2 + 0,00762877n_2 - 0,00104167Bn_2 - 0,00121528Ln_2 - 1,54321 \cdot 10^{-6}n_1n_2 - 2,55824 \cdot 10^{-6}n_2^2. \quad (1)$$

З врахуванням мінімізації середньої потужності, що споживається установкою P отримано раціональні параметри першого наближення:

$$P = 1,98 \text{ Вт}, n_1 = 600 \text{ об/хв.}, n_2 = 490 \text{ об/хв.}, L = 0,6 \text{ м.}, B = 0,6 \text{ м.} \quad (2)$$

Вирішуючи задачу мінімізації споживаємої потужності P отримані раціональні конструктивно-технологічні параметри обчисувального пристрою: частота обертання бітера-відбивача $n_1 = 892$ об/хв., частота обертання обчисувального барабана $n_2 = 652$ об/хв., положення повітряної сітки $L = 0,62$ м і її ширина $B = 0,56$ м. При цьому потужність, що споживається експериментальною установкою, дорівнює $P = 2,7$ кВт.

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.

УДК 631.316.

АНАЛІЗ ТА НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КУЛЬТИВАТОРІВ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Нестерцов О.Ю., магістрант, Ніколаєнко О.Є.
магістрант

Державний біотехнологічний університет

Виконаний аналіз технічного забезпечення технологічного процесу культивування ґрунту та означено напрямки підвищення ефективності їх функціонування.

Сучасні системи поверхневого обробітку ґрунту передбачають застосування культиваторів різного призначення та конструктивного виконання робочих органів. При цьому актуальними залишаються питання підвищення якості та зменшення енергоємності виконання технологічного процесу [1, 2].

Аналіз досліджень культиваторів вказує на те, що зменшення тягового опору робочих органів культиваторів може бути досягнуте шляхом визначення раціональної форми леза та застосування локального зміцнення леза. Крім того проведений аналіз показав, що сучасні напрямки підвищення зносостійкості лап культиваторів направлені, в основному, на пошук нових матеріалів для їх виготовлення, використання методів термічної і хіміко-термічної обробки, застосування зміцнюючих покриттів, що сприяє уповільненню зношування поверхонь тертя. При цьому, такі підходи не усувають проблему нерівномірності зношування по окремих ділянках поверхонь ґрунтообробних робочих органів і втрати їх початкової геометрії, що в першу чергу стосується різальних елементів лап культиваторів. Встановлено, що уповільнення інтенсивності зношування робочих поверхонь може бути досягнуто обґрунтуванням раціональної форми леза лап культиваторів та параметрів його локального зміцнення.

За мету досліджень обрано напрямок пошуку раціональної форми культиваторних робочих органів та застосування локального зміцнення леза твердосплавними матеріалами, що зумовлюють збільшення ресурсу роботи лап.

На основі теоретичних досліджень з урахуванням умов досягнення критерію міцності Мора, мінімальної швидкості зношування лапи культиватора і рівномірних деформацій у всіх напрямках встановлено вплив фізико-механічних та реологічних властивостей ґрунту: вологості W , щільності ζ , коефіцієнту бокового тиску ξ_0 і швидкості руху лапи V на геометричну форму її поверхні у вигляді неявної функції [1].

Математичним моделюванням взаємодії лапи з ґрунтом одержано залежність зношування леза від кута розхилу γ за умови мінімізації нормального напруження σ_y в ґрунті до форми лапи від характеристик ґрунту та швидкості руху. Встановлено, що: збільшенням швидкості переміщення лапи культиватора від 0,5 м/с до 2,5 м/с кут її розхилу збільшується і, відповідно, складає $\gamma_{V=0,5}=17,2^\circ$; $\gamma_{V=1,5}=19,9^\circ$; $\gamma_{V=2,5}=22,1^\circ$. Змінюється також форма леза лапи культиватора, так при швидкостях $V=2,5$ м/с вона наближається до лінійного

закону; при зміні значення вологості ґрунту в межах від 18% до 24% кут розхилу лапи становить $\gamma_{W=18\%}=15,4^\circ$; $\gamma_{W=22\%}=19,9^\circ$; $\gamma_{W=24\%}=22,6^\circ$. При вологості ґрунту $W=24\%$ спостерігається найбільший кут розхилу $\gamma=22^\circ$, це пов'язано з тим, що вологість параболічно впливає на коефіцієнт зчеплення k , кут внутрішнього тертя ρ і щільність ζ ґрунту; із збільшенням значення коефіцієнта бокового тиску ґрунту ξ_0 в межах від 0,1 МПа до 0,5 МПа кут розхилу лапи збільшується: $\gamma_{\xi=0,1}=18,8^\circ$; $\gamma_{\xi=0,3}=19,9^\circ$; $\gamma_{\xi=0,5}=20,4^\circ$; збільшення значення щільності ґрунту ζ в діапазоні від 1100 кг/м³ до 1500 кг/м³ кут розхилу лапи культиватора зменшується: $\gamma_{\zeta=1260}=21,0^\circ$; $\gamma_{\zeta=1340}=19,9^\circ$; $\gamma_{\zeta=1420}=18,7^\circ$.

Дослідженнями формоутворення поверхні локально зміцненого леза лапи встановлено динаміку її зношування. Виявлено, що теоретична функція геометричної форми леза при зношуванні має кусочно-періодичний характер із періодом розташування її неоднорідної структури $T=L+D$. Встановлено, що із зростанням швидкості руху лапи V з 0,5 м/с до 2,5 м/с спостерігається збільшення значення абсолютного зносу I_{v0} від 0,0015 м до 0,0021 м.

Комплексним аналізом результатів теоретичних і експериментальних досліджень і проведеного факторного експерименту визначені раціональні значення конструктивних параметрів локального зміцнення леза лапи: діаметр зміцнення $D=0,0065$ м; крок зміцнення $L=0,0117$ м для будь-якого кута розхилу γ досліджуваного інтервалу. Також встановлено, що збільшення шляху тертя та швидкості руху V з 0,5 м/с до 2,5 м/с зумовлюють лінійне зростання абсолютного зносу локально зміцненого леза ($F=1,65 < F_{\text{мабл}}(0,05; 12; 14)=2,53$). Виявлено також, параболічне зростання швидкості зношування поверхні леза $\partial I_v / \partial t$ при зростанні кута розхилу лапи культиватора ($F=2,42 < F_{\text{мабл}}(0,05; 12; 14)=2,53$).

Експериментальними дослідженнями встановлено, що найбільший вплив на величину тягового опору культиваторних лап має глибина обробітку ґрунту. Середні значення втрат на тертя розробленої лапи при швидкості руху $V=1,0$ м/с та зміні глибини обробітку в межах $h=0,06\dots 0,12$ м порівняно із серійною лапою є меншим в 1,12 рази або на 16,1%. Середні втрати на тертя експериментальної лапи при глибині обробітку $h=0,12$ м та зміні швидкості руху в межах $V=0,50\dots 1,0$ м/с зменшуються порівняно із серійною лапою в 1,1 рази або на 9,1% [1].

Список літератури:

1. Козаченко О.В. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів: монографія / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко. – Харків: ПромАрт, 2021. 238 с.
2. Козаченко О.В. Обґрунтування профілю леза лапи культиватора мінімальної енергоемності. / Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В. // Вісник Львівського національного аграрного університету [„Агро інженерні дослідження”]. – Львів: ЛНАУ, 2008. – Вип. №12. – Т. 2. С. 347-353

УДК 631.313

АНАЛІЗ СИЛОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКА З ГРУНТОМ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Волковський О.М., аспірант

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати математичного моделювання взаємодії дискового робочого органу ґрунтообробного знаряддя з ґрунтовим середовищем, визначено залежності проєкцій сили опору від кутів атаки α і нахилу γ робочого органу дискатора, швидкості його переміщення V та глибини обробітку ґрунту h .

Застосування у сучасних технологіях обробітку ґрунту знарядь з дисковими робочими органами зумовлює актуальність їх удосконалення шляхом вивчення процесів взаємодії з ґрунтовим середовищем та обґрунтування раціональних конструктивно-технологічних параметрів. Вирішенню означеної науково-технічної задачі присвячені відомі роботи О.С. Кушнарева, І.А. Шевченка, В.П. Ковбаси, О.П. Гуцола та інших науковців. Їх аналіз вказує на доцільність проведення подальших теоретичних досліджень з метою доповнення та узагальнення одержаних наукових результатів. Це дозволить створювати технічні засоби обробітку ґрунту з високими показниками якості та задовільняти вимоги щодо енергозбереження при виконанні роботи.

Метою роботи було: дослідити рух частинки ґрунту по увігнутій сферичній поверхні робочого органу дискового знаряддя, визначити лінію та площу контакту ґрунтового середовища із нею, враховуючи напруження в ґрунтовому середовищі при дії на нього дискового робочого органу визначити складові відповідної сили опору.

Розглядали процес переміщення частинка ґрунту P масою m_p по поверхні робочого органу дискового знаряддя. Для визначення положення рівноваги частинки ґрунту щодо абсолютного простору покладено значення сферичних координат i . Одержану систему рівнянь відносно ψ і χ вирішували в програмному пакеті Mathematica приймаючи: $g=9,8$ м/с², $q=1,3 \cdot 10^{-3}$ Н/м³; $\rho=1340$ кг/м³; $\alpha=15^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $d=0,4$ м; $R=0,66$ м; $h=0,1$ м. Отримано графічну інтерпретацію дискового робочого органу і лінії контакту з ґрунтовим середовищем. При цьому рівняння лінії контакту представлено, як в параметричному так і в звичайному вигляді:

$$\begin{cases} x(t) = -0,320752 + 0,000978761 t + 8,63534 \cdot 10^{-6} t^2 - 2,2426 \cdot 10^{-8} t^3, \\ y(t) = 0,542725 + 0,000708602 t + 1,12761 \cdot 10^{-6} t^2 - 1,46553 \cdot 10^{-8} t^3, \\ z(t) = -0,179942 - 0,00023068 t + 2,1464 \cdot 10^{-6} t^2 - 1,19451 \cdot 10^{-8} t^3; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} z(x,y) = & 0,719908 + 1,45223 x + 2,57464 x^2 - \\ & - 5,72681 y - 2,29588 x y + 6,77665 y^2. \end{aligned} \quad (2)$$

З використанням розробленої програми в програмному пакеті Mathematica було проведено варіювання глибини обробітку ґрунту h від 0,03 м до 0,12 м, кута атаки α і кута нахилу γ робочого органу дискатора в діапазоні від 0° (0 рад) до 30° ($\pi/6$ рад) і визначені значення площі контакту S , отримано рівняння регресії другого порядку для факторів:

$$S(h, \alpha, \gamma) = -0,00185791 + 0,224608h + 0,572986h^2 + 0,00433771\beta + \\ + 0,108132h\alpha + 0,0111632\alpha^2 + 0,00143915\gamma + 0,0182h\gamma + \\ + 0,00197823\alpha\gamma - 0,000297924\gamma^2. \quad (3)$$

Для визначення сили опору ґрунтового середовища при дії на нього дискового робочого органу використано результати досліджень Гуцола О.П. і Ковбаси В.П., а саме, аналітичні залежності компонентів нормальних напружень для пружно-в'язко-пластичного ґрунтового середовища [1], отримано рівняння регресії для трьох проєкцій сили опору у наступному вигляді:

$$F_x = 5627,99V(-0,00324251 + h^2 + 0,0194825\alpha^2 + \alpha(0,00757036 + \\ + 0,00345249\gamma) + h(0,391995 + 0,188717\alpha + 0,0317635\gamma) + \\ + 0,00251167\gamma - 0,00051995\gamma^2)(\cos\alpha + \\ + \sin\alpha(0,307692\cos\gamma + 0,307692\sin\gamma)), \quad (4)$$

$$F_y = 1731,69V(-0,00324251 + h^2 + 0,0194825\alpha^2 + \alpha(0,00757036 + \\ + 0,00345249\gamma) + h(0,391995 + 0,188717\alpha + 0,0317635\gamma) + \\ + 0,00251167\gamma - 0,00051995\gamma^2)(\cos\alpha + \\ + \sin\alpha(3,25\cos\gamma + \sin\gamma)), \quad (5)$$

$$F_z = 1731,69V(-0,00324251 + h^2 + 0,0194825\alpha^2 + \alpha(0,00757036 + \\ + 0,00345249\gamma) + h(0,391995 + 0,188717\alpha + 0,0317635\gamma) + \\ + 0,00251167\gamma - 0,00051995\gamma^2)(\cos\alpha + \\ + \sin\alpha(\cos\gamma + 3,25\sin\gamma)). \quad (6)$$

В результаті аналітичних досліджень руху частинки ґрунту по увігнутій сферичній поверхні робочого органу з урахуванням сил, що виникають в результаті його обертання, визначено площу та рівняння лінії контакту ґрунту із диском в залежності від конструктивних параметрів (радіус сферичної поверхні R , діаметр диска d), кутів атаки α і нахилу γ та глибини обробітку ґрунту h .

Враховуючи отримані залежності площі та рівняння лінії контакту ґрунтового середовища із поверхнею робочого органу дискатора та використовуючи аналітичні закономірності Гуцола О. П. і Ковбаси В. П. для компонентів нормальних напружень пружно-в'язко-пластичного ґрунтового середовища, розроблено програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначати залежності проєкцій сили опору від кутів атаки α і нахилу γ робочого органу дискатора, швидкості його переміщення V та глибини обробітку ґрунту h .

Список літератури:

1. Гуцол О.П., Ковбаса В. П. Обґрунтування параметрів і режимів руху ґрунтообробних машин з дисковими робочими органами: Монографія. Київ, 2016. 145 с.

2. Козаченко О.В Теоретичний аналіз силової взаємодії дискового робочого органу з ґрунтовим середовищем / О.В. Козаченко, К.В. Сєдих, О.М. Волковський// Нуковий вісник ТДАТУ. Том 13 №1 (2023). 13 с.

УДК 631.362

АНАЛІЗ РОБОЧИХ ЗОН СЕПАРУВАЛЬНИХ КАНАЛІВ ПРИ ОЧИЩЕННІ ЗЕРНА

Абдуєв М.М., к.т.н., доц., Єліференко А.С., магістрант, Обозний М.О.,
магістрант, Ткач Б. К., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Наведено аналіз робочих зон пневматичних сепарувальних каналів при очищенні зернових матеріалів сільськогосподарських культур.

Зерновий матеріал, який поступає після збирання на обробітку має засміченість. Її значення залежать від ефективності технологічної операції збирання та налаштувань зернозбиральних комбайнів, коливається в межах від 4 до 8%, але можуть бути збільшені за умов, наприклад, стислі агростроки, погіршення погоди тощо. Агротехнічні вимоги до зернозбиральних комбайнів передбачають наступні показники чистоти зернового матеріалу на виході: не нижче 95% при прямому комбайнуванні, не нижче 96% при роздільному.

До домішкових компонентів (відповідно до ДСТУ 4138-2002) відносять: залишки зерен основної культури, частини колосків, колосові та квіткові оболонки, плівки, рештки стебелів, листя, пошкоджене зерно основної культури, мінеральні частинки ґрунту, каменів, піску і т.п.

Використовуючи різні ознаки поділу компоненти зернового матеріалу поділяються в зерноочисних машинах. Сучасні зерноочисні машини та сепаратори працюють, як за однією ознакою поділу, так і комплексно використовують окремі складові пристрої (решетний блок, пневмоканал, трієрний блок і т.п.). Розповсюдженими робочими органами зерноочисних машин є решетні блоки та пневмосепарувальні канали, серед яких остатні є першою ланкою процесу очищення зернових матеріалів.

Підвищення продуктивності та якості роботи пневмосепарувальних каналів, за умови низьких втрат основного зерна та мінімальних витрат енергії, дозволить істотно підвищити ефективність роботи зерноочисних машин.

Серед значущих факторів процесу сепарування за аеродинамічними властивостями слід відмітити властивості домішок та зерна основної культури, а саме показників швидкості вітання. Цей показник комплексно характеризує можливість поділу і фізично є відносною швидкістю при якій частинка зернового матеріалу знаходиться у повітряному потоці у зваженому стані:

$$c = \sqrt{\frac{G}{kF\rho}} \quad (1)$$

де ρ – щільність, Н·с²/м⁴; F – міделевий перетин частинки, м²; k – коефіцієнт аеродинамічного опору, $G = mg$ – сила тяжіння, m – вага частинки.

Другим важливим фактором ефективності пневмосепарувальних каналів є їх форма поперечного перетину в робочій зоні: кругла, квадратна, кільцева, прямокутна. Аналізом встановлено, що форма робочої зони каналів впливає на нерівномірність розподілу (поля) швидкості повітряного потоку по площі.

Для врахування значень швидкості в робочій зоні можна використовувати коефіцієнт нерівномірності:

$$\delta = \frac{\sigma_c}{v_{cp}} \cdot 100\% \quad (2)$$

де; v_i – величина швидкості в точці замірювання, м/сек; v_{cp} – середньо арифметична величина ідентифікованих значень швидкості, м/сек; n_c – кількість точок вимірювання, в формулі (2) середньоквадратичне відхилення σ_c (м/сек, по швидкості повітряного потоку) визначають за формулою:

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum (v_i - v_{cp})^2}{n_c - 1}} \quad (3)$$

Встановлені рівні нерівномірності швидкості по перетину робочої зони: для квадратної форми - 99,1%, прямокутної форми - 59,7%, кільцевої форми - 29,1%, круглої форми - 28,3%.

Ефективність роботи пневмосепарувального каналу можна оцінити коефіцієнтом вилучення:

$$\eta = \frac{A_n - B_o}{B_l} \cdot 100\% \quad (4)$$

і коефіцієнтом витрат основного компоненту (зерна оснвної культури):

$$z_{втр} = \frac{B_o}{A_n} \cdot 100\% \quad (5)$$

де A_n – вага навіски, кг; B_l – вміст легких домішок у вихідному матеріалі, який потенційно може бути виділеним повітряним потоком, кг; B_o – вміст зерна основної культури на виході, кг.

При питомому завантаженні 10 кгс/см² та очищенні зернового матеріалу озимої пшениці вдалося отримати наступні показники ефективності пневмосепарувальних каналів: для квадратної форми - $\eta=30\%$, $z_{втр}=51\%$, прямокутної форми - $\eta=29\%$, $z_{втр}=31\%$, кільцевої форми - $\eta=30\%$, $z_{втр}=70\%$, круглої форми - $\eta=40\%$, $z_{втр}=62\%$.

Таким чином, враховуючи показники нерівномірності, коефіцієнта вилучення легких домішок та коефіцієнту втрати основного зерна, параметри робочої зони каналу є можливість інтенсифікувати процес пневмосепарування зернових матеріалів.

Список літератури:

1. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, Розділ 7. Очистка і сортування насіння. – Х.: Око, 2006. – 408с.
2. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.
3. Бакум М.В., Крекот М.М., Абдуєв М.М. Результати виробничих випробувань модернізованого пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом. Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ Вип. 75 Т. 2, 2008 р. 72-78.

УДК 631.362

ОСОБЛИВОСТІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ПРИ ЗМІНІ ЇХ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКОСТІ ПІД ВПЛИВОМ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ

Бакум М.В., к.т.н., доц., Козій О.Б., к.т.н., доц., Михайлов А.Д., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл, Приходько В.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Виконано дослідження зміни врожайності зернових культур, на прикладі озимої пшениці, від впливу на неї температури повітря. Виявлено зв'язок зниження врожайності зернових культур від несприятливих перепадів температури по місяцях, а також зв'язок між врожайністю і якістю отриманого врожаю. Зроблені висновки по можливості планування роботи засобів механізації післязбиральної обробки зібраного врожаю.

Сільське господарство - одна з найважливіших галузей матеріального виробництва, що забезпечує населення продуктами харчування, а промисловість - сировиною. Найбільше значення серед сільськогосподарських культур має вирощування зернових культур, і головною зерновою культурою на території України є озима пшениця. Озима пшениця є важливою продовольчою, кормовою і технічною культурою. Зерно має високі хлібопекарські якості. До хімічного складу входять усі необхідні елементи харчування: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини ботанічний рід пшениці має 22 види, в Україні вирощують два види: м'яку і тверду пшеницю. Озима пшениця вимоглива до клімату й умов вирощування.

Проаналізуємо зміну середньомісячної температури з 2017 по 2020 рік, спираючись на данні з метеорологічної станції Харків. Результати зміни середньомісячної температури по метеорологічній станції Харків зведені у таблицю 1.

Таблиця 1 - Зміни середньомісячної температури повітря по метеорологічній станції Харків

Середня місячна температура повітря по станції Харків													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
2017	-	-			14,	19,	21,	23,	17,				
	5,8	4,0	5,0	8,9	5	6	5	5	1	8,1	2,2	2,8	9,5
2018	-	-	-		18,	20,	22,	23,	18,	10,	-	-	
	3,5	4,9	3,5	11,5	6	5	7	2	0	5	0,6	3,2	9,1
2019	-	-		10,	17,	23,	20,	21,	16,	10,			10,
	5,2	1,2	3,7	6	6	7	8	2	2	7	3,4	1,6	3
2020	-				13,	22,	22,	21,	18,	12,		-	10,
	0,1	0,3	6,5	8,7	5	1	8	1	4	4	2,6	3,1	4

Температура повітря у вересні протягом 4 років була додатньою, у середньому температура повітря мала значення 17,4°C, оптимальна температура для висівання озимої пшениці, у жовтні також не спостерігалось від'ємних температур, озима пшениця у Харківському районі Харківської області

комфортно перезимувала і відбулись дружні сходи.

Як видно з статистичних даних врожайність озимої пшениці по Харківському району та по Харківській області з 2017 по 2020 рік змінювалась достатньо суттєво. Так по рокам урожайність змінювалася наступним чином: 2017 рік Харківський район 51,3 ц/га, Харківська область 47,6 ц/га; 2018 рік Харківський район 37,4 ц/га, Харківська область 34,6 ц/га; 2019 рік Харківський район 42,6 ц/га, Харківська область 44,1 ц/га; 2020 рік Харківський район 56,4 ц/га, Харківська область 49,7 ц/га.

Виконавши аналіз статистичних даних по урожайності і на зафіксовані данні метеорологічної станції можна стверджувати що урожайність по району і по області мають однаковий характер, а саме найбільші урожайності у 2017 і 2020 роках найнижчу урожайність у 2018 році і середню у 2019 році. Порівнявши данні температури по місяцям і урожайностей можна зробити висновок що на низьку урожайність у 2018 році впливали низькі температури у березні і високі у травні. При стабілізації температур по цих місяцях урожайність озимої пшениці підвищується що видно по даним за 2019 рік і при більш оптимальних температурах урожайність виходить на величину 2017 та 2020 років.

Також слід зазначити що урожайність і якість отриманого врожаю пов'язані між собою. Так в роки з вищою урожайністю якість зібраного врожаю також вища, а саме вміст насіння основної культури становитиме 91,6% та 92,8% відповідно у 2017 та 2020 роках, при цьому зібраний врожай містив 7,46% та 6,5% битого і щуплого зерна, і невелику кількість домішок 0,94% і 0,7% відповідно по цим рокам. В рік 2019 з меншою врожайністю спостерігається зниження вмісту зерна основної культури до 90,22% і підвищення вмісту битого і щуплого зерна та домішок до 8,52% та 1,26% відповідно. В найгірший по урожайності 2018 рік в отриманому врожаї вміст насіння основної культури спостерігався найменшим 88,52% при найвищому вмісті битого і щуплого зерна 10,01% і домішок 1,41%.

Зважаючи на перелічене вище господарства можуть передбачати свої потреби у засобах механізації післязбиральної обробки зібраного врожаю та облаштовувати місця їх розташування відповідно до передбачених кількостей фракцій отриманих після очищення та сортування зібраного врожаю.

Список літератури:

1. Pastukhov V., Mogilnay O., Bakum M., Melnyk O., Grabar I., Kyrychenko R., Krekot M., Tesliuk H., Boiko V., Sysenko I. (2020). Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1), 317-324. doi: 10.15421/2020_50.

2. Pastukhov V., Mogilnay O., Bakum M., Grabar I., Melnyk O., Kyrychenko R., Krekot M., Vitanov O., Mozgovska A., Pastushenko A., Semenchenko O. (2021). Potato growth in moisture deficit conditions. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(2), 184-190. doi: 10.15421/2021_97.

3. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами / М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, А.О. Животченко, В.М. Немашкало // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 листоп. 2021 р.

УДК 631.362

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ ВІБРОПЛОЩИННИХ НАСІННЕОЧИСНИХ МАШИН

**Козій О.Б., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл, Крекот М.М., к.т.н., доц.,
Мартиросян М.Б., магістрант, Кузьменко С.О., магістрант, Медоян П.С.,
магістрант**

Державний біотехнологічний університет

Запропоновано впровадити можливість удосконалення конструкції серійних вібраційних насіннеочисних машин, шляхом забезпечення дії повітряного потоку на компоненти насінневої суміші в процесі їх сепарації на неперфорованих вібраційних площинах.

Відомі і широко використовуються на виробництві способи сепарації насінневих сумішей за шорсткістю, пружністю і формою. Традиційні способи сепарації насінневих сумішей за різницею шорсткості, пружності і форми їх компонентів включають дозовану подачу живильниками вихідного матеріалу, розділення його на фракції на робочих органах (неперфоровані сепарувальні віброуючі поверхні) за різницею вказаних ознак сепарації та виведення продуктів розділення із сепаратора і збору їх в приймачі окремих фракцій [1].

При розділенні насінневих сумішей з вмістом компонентів, які мають незмінні шорсткість, пружність і форму, та оптимальному виборі робочого органу для їх розділення, такі способи забезпечують ефективну сепарацію насінневих сумішей. Через те, що насіння бур'янів, часточки стебел рослин та інші домішки, що потрапляють до зернової частини врожаю при збиранні сільськогосподарських культур, значно відрізняються за шорсткістю, пружністю і формою, а їх вміст суттєво змінюється в залежності від стану посівів на окремих ділянках поля, то висока якість сепарації за відомим способом в більшості випадків забезпечується обмеженням продуктивності сепаратора.

В данному випадку основна задача підвищення продуктивності процесу сепарації насінневих сумішей на неперфорованих поверхнях виконується за рахунок підвищення швидкості переміщення компонентів насінневої суміші по робочій площині у напрямку приймачів продуктів розділення.

Для реалізації запропонованого рішення, серійна вібраційна насіннеочисна машина додатково оснащується вентиляторною установкою невеликої потужності і пневмопроводом. Над неперфорованою робочою поверхнею встановлюється кожух який спрямовує повітряний потік від пневмопровода, вздовж поверхні до приймачів продуктів розділення. У випадку переобладнання багатоярусних вібросепараторів кожух встановлюється тільки над верхньою поверхнею у всіх інших поверхнях функцію кожуху виконують поверхні які знаходяться над ними.

Сепарація сипких матеріалів на переобладнаних машинах виконується таким чином. Вихідний матеріал подається в відповідну частину робочої поверхні. В зоні подачі вихідного матеріалу нагнітається повітряний потік. За

рахунок направленої вібрації неперфорованої робочої поверхні та дії повітряного потоку вихідний матеріал переміщується по поверхні у напрямку приймачів продуктів розділення.

Під час направленої вібрації неперфорованої робочої поверхні відбувається удар цієї поверхні по компонентам матеріалу. Це спричиняє підстрибування компонентів і переміщення на певну відстань у напрямку приймачів продуктів розділення. Оскільки одночасно з вібрацією на компоненти матеріалу діє направлений повітряний потік то частка при підстрибуванні переміщується на більшу відстань. За рахунок цього зростає швидкість переміщення компонентів вихідної суміші по робочій поверхні.

Таким чином, одночасний вплив на компоненти матеріалу направленої вібрації неперфорованої робочої поверхні і повітряного потоку забезпечують підвищення продуктивність процесу сепарації.

Список літератури:

1. Заїка П. М. Вибрационные семеочистительные машины и устройства. – М: МИИСП, 1981. – 142с.

2. Бакум М.В. Дослідження впливу параметрів вібро-пневматичного сепаратора на якісні показники його роботи / М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, І.С. Сільонов. Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. с. 60-61

3. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами / М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, А.О. Животченко, В.М. Немашкало // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 листоп. 2021 р.

УДК 631.362

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ НА РЕШЕТАХ

**Бакум М.В., к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл,
Мартиросян М.Б., магістрант, Половенченко І.М., магістрант**

Державний біотехнологічний університет

Наведено особливості конструктивного рішення робочих решіт насіннеочисних машин, за рахунок впровадження яких можна підвищити продуктивність процесу очищення та сортування насінневих сумішей сільськогосподарських культур.

На виробництві широко використовується спосіб розділення зернових матеріалів на перфорованих робочих поверхнях з різними як за формою, так і за розмірами отворами. В основному при таких способах сепарації вихідний матеріал подається по всій ширині робочої поверхні решет, переміщується по ній під дією інерційних сил, що виникають від коливальних рухів робочої поверхні і розділяється на дві фракції: проходову, яка просівається через отвори робочої поверхні, і сходову, яка переміщується по ній. Спосіб універсальний і реалізується в усіх зерноочисних машинах, але має низьку чіткість розділення зернових матеріалів [1].

На основі вище зазначеного перед інженерами-конструкторами поставлена задача підвищити повноту розділення зернових матеріалів на решітних робочих поверхнях за рахунок створення сприятливих умов для просівання часток проходової фракції через отвори робочих поверхонь.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що при сепарації зернових матеріалів на решітних робочих поверхнях, сипкий матеріал який переміщується по робочій поверхні решета додатково систематично спрямовують в отвори робочої поверхні за рахунок зміни орієнтації отворів кожного поперечного ряду поверхні решета відносно напрямку переміщення матеріалу по ньому.

Для реалізації такого рішення, при виготовленні серійного плоского решета, з отворами певної форми і розмірів, штампуванням надається різна орієнтація отворів кожного поперечного ряду робочої поверхні решета відносно напрямку переміщення матеріалу по ньому. Виготовлена запропонована робоча поверхня вставляється в решітні стани серійних зерноочисних машин, без зміни їх конструкції, оскільки габаритні розміри решета не змінюються і виконуються стандартними відповідно для кожної насіннеочисної машини.

Сепарація зернових матеріалів на робочих поверхнях решіт за запропонованим способом виконується наступним чином. Вихідний матеріал рівномірно подається по всій ширині решета. За рахунок коливань робочої поверхні матеріал переміщується по поверхні решета. При цьому частки сипкого матеріалу переміщуються по поверхні решета суцільним шаром в якому орієнтація їх осей в напрямку руху сипкого матеріалу практично не змінюється. Отвори в перфорованій поверхні виконані з різною орієнтацією в напрямку руху сипкого матеріалу що забезпечує постійну зміну їх орієнтації відносно

положення осей часток. Це створює сприятливі умови для просівання часток прохідної фракції через отвори робочої поверхні решета.

Таким чином, забезпечення різної орієнтації отворів в поперечних рядах відносно напрямку руху сипкого матеріалу в поверхні решета інтенсифікує процес просівання часток прохідної фракції через отвори робочої поверхні решета, що забезпечить підвищення повноти розділення вихідних зернових матеріалів.

Список літератури:

1. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 3, Розділ 7. Очистка і сортування насіння. – Х.: Око, 2006. – 408с.

2. Бакум М.В. Дослідження впливу параметрів вібро-пневматичного сепаратора на якісні показники його роботи / М.В. Бакум, М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, І.С. Сільонов. Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. с. 60-61

3. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами / М.М. Крекот, О.В. Сіняєва, А.О. Животченко, В.М. Немашкало // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 25-26 листоп. 2021 р.

УДК 631.362

УЗАГАЛЬНЕНА ОЗНАКА СЕПАРАЦІЇ КОМПОНЕНТІВ НАСІННЄВОЇ СУМІШІ ГОРОШКУ ПОСІВНОГО НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

Михайлов А.Д., к.т.н., доцент, Бакум М.В., к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Осинкін О.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Використання віброфрикційного сепаратора для виділення насіння бур'янів і домішок із насіння горошку посівного за граничним кутом підйому, дозволило із некондиційної вихідної суміші практично повністю виділити насіння плоскухи звичайної, мишію зеленого та домішки.

Метою досліджень було провести експериментальні дослідження видалення із насіння горошку посівного важковідокремлюване насіння бур'янів та домішок на неперфорованих фрикційних площинах віброфрикційного сепаратора.

Для розділення компонентів суміші горошку посівного за граничним кутом підйому були проведені наступні дослід.

В залежності від того як поводить себе насіння основної культури, бур'янів та домішки на площині, їх рух може бути відривний або безвідривний [1, 2, 3].

Дослідження були проведені в обох режимах. Це було зроблено для з'ясування найкращого режиму їх руху та виду площини, при яких є можливість отримати максимальну кількість якісного насіння горошку посівного.

Суттєво впливає на якість розділення компонентів суміші також покриття площини віброфрикційного сепаратора. Тому були запропоновані наступні площини: фанера технічна, брезент, абразивне полотно і бавовняна тканина.

При застосуванні технічної фанери, можливо виділення із насіння горошку посівного до 84,0% плоскухи звичайної, 82,0% мишію зеленого та 79,0% домішок без втрат насіння основної культури у відхід.

Таку кількість видалення із насіння горошку посівного насіння бур'янів і домішок пояснюється наступним. Насіння основної культури має кулясту форму, воно менш шорсткувате, і тому має не великі кути підйому. Насіння засмічувачів більш плоске за формою, шорсткувате і воно переміщується угору при більших кутах. Але сама площина гладка і можливість руху униз насіння бур'янів і домішок зростає.

Використання брезенту дає можливість виділити із насіння горошку посівного практично все насіння плоскухи звичайної, мишію зеленого та домішки.

У відмінності від попереднього матеріалу брезент більш шорсткуватий. Тому на ньому насіння горошку посівного переважно переміщується тільки у нижню фракцію, а насіння бур'янів і домішки - у верхню.

При куті підйому 4,90, на площині, яка облицьована абразивним полотном, виділяється майже 97,0% насіння плоскухи звичайної, 98,0% мишію зеленого та 99,0% домішок.

Із всіх застосованих площин абразивне полотно має найбільшу шорсткуватість. Тому незначна частина, в основному неповноцінне насіння основної культури, також рухається у гору при кутах як і насіння засмічувачів та домішки.

Якщо встановити кут, який дорівнюється 4,10, тоді із насіння горошку посівного маємо можливість видалити в межах 91,0% насіння плоскухи звичайної, 90,0% мишію зеленого та 89,0% домішок.

При застосуванні безвідривного режиму руху використовувалися ті ж самі площини як і у режимі з безперервним підкиданням. Це було зроблено з метою порівняльної оцінки переміщення компонентів горошку посівного при цих двох режимах, тобто з'ясування найкращого режиму їх руху для максимального розділення компонентів вихідної суміші.

Також треба зазначити загальні недоліки такого переміщення. Перш за все кути підйому у нього більші. По-друге, продуктивність віброфрикційного сепаратора знижується. Далі імовірність руху насіння основної культури і його засмічувачів в одному напрямку при однакових кутах підвищується. Все це погіршує якість сепарації насіння горошку посівного при такому режимі руху.

Але все таки розглянемо розділення компонентів насінневого матеріалу горошку посівного і при таких умовах.

Використовуючи фанеру технічну, бачимо, що на ній лише до 68,0% можна отримати насіння горошку посівного без наявності насіння плоскухи звичайної, мишію зеленого та домішок. І це відбудеться тільки якщо кут підйому встановити 5,80.

Як і у попередньому випадку найбільшу кількість насіння горошку посівного можна видалити на поверхні, яка облицьована брезентом.

Але вихід насіння основної культури значно менший, і складає лише тільки 87,0%.

Розподілення суміші посівного горошку на абразивному полотні показує, що на цій площині також є всі підстави для її застосування для розділення компонентів.

З аналізу варіаційних кривих спостерігаємо, що до 94,0% насіння плоскухи звичайної, 91,0% мишію зеленого та 90,0% домішок при визначеному куті рухається у протилежному напрямку у відмінності насіння основної культури.

Процес розділення на бавовняній тканині, у порівнянні з іншими площинами, відбувається гірше у двох режимах руху. Але також і на цій запропонованій площині є можливість із насіння горошку посівного відібрати його засмічувачі тільки у меншому об'ємі.

Висновки: Застосування віброфрикційного сепаратора для доочищення насіння горошку посівного від насіння плоскухи звичайної, мишію зеленого та домішок за узагальненою ознакою сепарації дає можливість отримати значну кількість кондиційне насіння основної культури у обох режимах руху.

Результати проведених досліджень показують, що у відривному режимі руху на брезенті, можна виділити із насіння горошку посівного практично все насіння бур'янів та домішки.

Тому запропонований спосіб розділення компонентів насінневої суміші горошку посівного за граничним кутом підйому та віброфрикційний сепаратор необхідно включити до складу існуючих насіннеочисних машин, які використовуються у технологічних лініях для підготовки насіння цієї культури з високими посівними властивостями.

Список літератури:

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. Заика П.М., Бакум Н.В., Михайлов А.Д., Козий А.Б., Усков А.И. Вибрационная семяочистительная машина для доочистки и сортирования семян. MOTROL-Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa № 7, 2013.

УДК 631.362

СЕПАРАЦІЯ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ ГРЕЧКИ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНИ

Михайлов А.Д., к.т.н., доцент., Бакум М.В., к.т.н., доц., Лазебний М.В., магістрант, Дорошенко Д.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Використання вібраційної насіннеочисної машини для доочищення та виділення неповноцінного насіння основної культури із насінневої суміші гречки дозволило із некондиційного вихідного матеріалу отримати 95,7% насіння з високими посівними показниками.

Дослідження проводили з метою визначення можливості виділення із насінневої суміші гречки важковідокремлюваного насіння бур'янів, домішок та неповноцінного (щуплого та пошкодженого) насіння основної культури на вібраційній насіннеочисній машині.

Основні матеріали досліджень: На кафедрі сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва Державного біотехнологічного університету розроблені різні модифікації вібраційних насіннеочисних машин, які знайшли широке використання при сепарації багатьох насінневих сумішей сільськогосподарських культур, у тому числі гречки [1, 2].

При проведенні досліджень була використана насіннева суміш гречки, яка пройшла післязбиральну обробку на існуючих у теперішній час насіннеочисних машинах загального та спеціального призначення [3, 4]. Але після сепарації на них вона не задовольняла вимогам, що ставляться до посівних якостей насіння. Це пов'язано з тим, що на вказаних машинах не вдалося видалити важковідокремлюване насіння бур'янів, домішки та травмоване, щупле, невиповнене насіння основної культури.

У відповідності до Державного стандарту України (ДСТУ) [5] посівні якості насіння гречки повинні мати наступні показники: вміст насіння основної культури мінімум 99,0%; вміст насіння інших видів культурних рослин максимум 20,0 шт./кг; насіння бур'янів 30,0 шт./кг, важковідокремлюване насіння бур'янів 0,0 шт./кг; схожість мінімум 92,0%; вологість максимум 15,5%.

Вихідна насіннева суміш гречки мала наступні показники якості: вміст насіння основної культури - 92,6%, наявність насіння бур'янів - 3,9%, у тому числі насіння мишію сизого - 2,3%; шпергеля польового - 1,6%, домішок - 2,4%; недорозвиненого, травмованого, щуплого насіння гречки - 1,1%.

В якості покриття площин на вібраційній насіннеочисній машині був використаний брезент.

Параметри вібраційної насіннеочисної машини були прийняті наступними: амплітуда коливань робочого органу - 1,1 мм, частота коливань - 175,0 с⁻¹, кут спрямованості - 29,0°, кут нахилу площин у поздовжньому напрямку - 4,8°, поперечний кут нахилу - 2,7°.

Для виконання якісного технологічного процесу на кожну площину машини насіннева суміш гречки подавалась таким чином, щоб на них відбувалося одношарове розподілення компонентів.

Продуктивність машини дорівнювала 11,9 кг/год. на кожну площину. Розділена суміш потрапляла у дев'ять приймальників продуктів розділення.

Аналіз результатів видалення важковідокремлюваного насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння основної культури із вихідної суміші гречки на вібраційній насіннеочисній машині показує, що у перший приймальник потрапило 12,8% насіння, у якого чистота насіння гречки підвищилась на 7,2%, у порівнянні з подібним показником вихідного насінневого матеріалу. Разом з насінням основної культури у ньому находилось лише 0,2% насіння мишію сизого та 0,3% домішок. В цьому приймальнику не спостерігалось насіння шпергелю польового.

Треба відзначити, що неповноцінне насіння основної культури у перші чотири приймальника не потрапило. Маса 1000 насінин, у порівнянні з вихідним насінням гречки, збільшилася на 7,9 г.

При виході насінневої суміші гречки другого приймальника 19,1% (від загальної маси) до нього надійшло 0,4% насіння бур'янів та домішок (0,3% насіння мишію сизого та 0,1% домішок). Як і у першому приймальнику насіння шпергелю польового до нього не потрапило. У порівнянні з вихідним насінням, маса 1000 насінин підвищилась на 7,2 г.

Вихід суміші третього приймальника склав 25,7%. Вміст насіння гречки, у порівнянні з вихідним насінням, збільшився на 7,0%. У ньому находилось 0,3%; 0,1%; 0,2%, відповідно, насіння мишію сизого, шпергелю польового та домішок. На 6,3 г підвищилась маса 1000 насінин гречки.

Максимальна кількість насінневої суміші гречки перемістилось до четвертого приймальника - 32,3%. Вміст насіння основної культури склав 99,4%, що на 6,8% більше вихідного насіння гречки. Насіння мишію сизого, шпергелю польового та домішки у цей приймальник потрапило у кількості, відповідно, 0,3%; 0,2%; 0,1%. Маса 1000 насінин збільшилась на 5,2 г.

Проаналізувавши вміст насіння гречки п'ятого приймальника можна зробити наступний висновок. У порівнянні з вихідним матеріалом, чистота насіння гречки збільшилась на 6,4%. Вихід насінневого матеріалу склав 5,8%. Кількість насіння бур'янів і домішок було аналогічним до насінневої суміші попереднього приймальника. До нього потрапило 0,9% неповноцінного насіння основної культури. Але це насіння також відповідає посівним якостям згідно ДСТУ [5]. Якщо порівняти масу 1000 насінин з вихідним, то вона збільшилась на 4,1 г.

До шостого - дев'ятого приймальників (загальний вихід насінневої суміші 4,3%) можна з великою впевненістю сказати перемістилася значна кількість насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння гречки. Це пояснюється тим, що вони суттєво відрізняються за фізико-механічними властивостями від насіння гречки, і тому мають протилежний напрямок руху у відмінності від насіння основної культури, тобто рухаються угору. До цих приймальників надійшло насіння мишію сизого у межах від 20,3% до 34,7%, шпергелю

польового - 17,4% - 22,8%, домішок - 14,6% - 19,5% та 23,9% травмованого, недорозвиненого, щуплого насіння гречки, яке має низьку масу 1000 насінин.

Якщо змінити регульовальні параметри машини, тоді є можливість отримати ще якусь кількість насіння гречки, яке буде відповідати вимогам, що ставляться до кондиційного посівного матеріалу.

Висновки: Використання вібраційної насіннеочисної машини при доочищенні насіння гречки від мишію сизого, шпергелю польового, домішок та отримання найбільш повноцінного насіння основної культури (вихід якісного насіння 95,7%), показує, що при об'єднанні першого-п'ятого приймальників, вміст насіння гречки підвищився на 6,8%, маса 1000 насінин - на 5,9 г, у порівнянні з вихідним насінням.

Результати проведених досліджень підтверджують те, що запропонований спосіб розділення компонентів насінневої суміші гречки (за фізико-механічними властивостями) та вібраційну насіннеочисну машину необхідно включити до складу існуючих насіннеочисних машин, які використовуються у технологічних лініях для підготовки високоякісного насіння цієї культури.

Список літератури:

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. - 15с.

5. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

Секція 3

||| **ЕКСПЛУАТАЦІЯ
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО
ПАРКУ**

УДК 631.5

СПІЛЬНИЙ ПОСІВ ГОРОХУ ТА ПШЕНИЦІ: СТАЛИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ПІДХІД

Станіславенко А.В., аспірант

Державний біотехнологічний університет

Останніми роками спостерігається сплеск інтересу до стійких та інноваційних методів ведення сільського господарства. Однією з таких практик є спільний посів, який передбачає посів двох або більше культур разом на одному полі. У цій статті буде розглянуто спільний посів гороху та пшениці, його плюси та мінуси, типи посіву та економічна складова.

Плюси спільного посіву гороху і пшениці:

1. Підвищення врожайності: спільний посів гороху і пшениці може призвести до підвищення загальної врожайності. Горох фіксує азот у ґрунті через симбіотичні відносини з азотфіксуючими бактеріями, що приносить користь врожаю пшениці. Урожай пшениці, у свою чергу, забезпечує підтримку гороху, зменшуючи вилягання та покращуючи якість гороху [2, 3].
2. Покращене здоров'я ґрунту: азотфіксуючий горох збагачує ґрунт азотом, зменшуючи потребу в синтетичних добривах при вирощуванні пшениці. Ця практика може покращити структуру ґрунту, вміст органічної речовини та загальний стан ґрунту [3].
3. Придушення бур'янів: щільний полог, створений горохом і пшеницею, може допомогти придушити ріст бур'янів, зменшуючи потребу в гербіцидах.
4. Диверсифікований дохід: висаджуючи дві різні культури, фермери диверсифікують джерела доходу. Вони можуть продавати горох для споживання людиною або як корм для тварин і пшеницю для виробництва зерна чи борошна.

Мінуси спільного посіву гороху та пшениці:

1. Складне управління: спільний посів вимагає ретельного управління та планування. Вибір правильних сортів гороху та пшениці, норм висіву та термінів може бути складнішим порівняно з монокультурою.
2. Ризик захворювання: поєднання двох культур може збільшити ризик передачі хвороби між ними. Фермери повинні стежити за потенційними проблемами та бути готовими вжити відповідних заходів.

Види спільного посіву. Існує два основних способи спільного посіву гороху і пшениці:

1. Одночасний посів: на одному полі одночасно сіють горох і пшеницю. Цей метод підходить для територій зі схожими вимогами до росту обох культур.
2. Естафета кадрування: при естафетному посіві горох висівають за кілька тижнів до або після пшениці. Це може допомогти збільшити час збору врожаю та зменшити конкуренцію між двома культурами.



Рис. 1. Приклад спільного посіву пшениці та гороху.

Економічна складова:

1. Урожайність і рентабельність: однією з головних економічних переваг спільного посіву гороху та пшениці є можливість підвищення загальної врожайності. Горох збагачує ґрунт азотом, що сприяє подальшому врожаю пшениці. Це може призвести до підвищення врожайності пшениці без необхідності внесення додаткових синтетичних азотних добрив. Вищі врожаї можуть призвести до підвищення прибутковості, особливо коли ринкові ціни як на горох, так і на пшеницю сприятливі [1, 3].

2. Диверсифікований дохід: спільний посів дозволяє фермерам диверсифікувати джерела доходу. Вони можуть продавати горох для споживання людиною, на корм тваринам або навіть на експорт, залежно від якості гороху. Пшеницю можна продавати на зерно або переробляти на борошно, що ще більше диверсифікує джерела доходу. Ця диверсифікація може допомогти фермерам керувати коливаннями ринкових цін на окремі культури.

3. Регіональна мінливість: економічна доцільність спільного посіву може відрізнятися залежно від регіону. Такі фактори, як клімат, тип ґрунту та умови місцевого ринку, можуть вплинути на успіх цієї практики. Фермери повинні провести економічний аналіз конкретного регіону, щоб визначити, чи спільний посів є фінансово вигідним для їхніх конкретних обставин [2].

Таким чином спільний посів гороху та пшениці — це інноваційна сільськогосподарська практика, яка потенційно може підвищити врожайність, поліпшити здоров'я ґрунту та диверсифікувати джерела доходу для фермерів. Хоча існують проблеми, які слід враховувати, такі як лікування захворювань і складна логістика, переваги є багатообіцяючими. Оскільки сільське господарство продовжує розвиватися в напрямку більш стійких та ефективних практик, спільний посів гороху та пшениці може стати важливим інструментом для фермерів, які прагнуть підвищити свою врожайність і сприяти здоровішому навколишньому середовищу.

Список літератури:

1. https://www.researchgate.net/publication/237072687_Pea-wheat_intercropping_in_low-input_conditions_combine_high_economic_performances_and_low_environmental_impacts
2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.846237/full>
3. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10705-005-2475-9>

АНАЛІЗ РОБОТИ РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ПАКЕТУ ANSYS CFX.

**Мельник В.І. д.т.н., професор, Зеленський А.П., аспірант Зеленський О.П.,
аспірант**

*Державний біотехнологічний університет
(61002, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна)*

email: ¹ victor_melnik@ukr.net, ² alexey2009mkh@gmail.com;

ORCID:¹0000-0002-1176-2831, ²0000-0001-9819-9086, ³0000-0002-0364-5571

Відцентрові радіальні вентилятори широко використовують у сільському господарстві. Залежно від застосування вони відрізняються виконанням та габаритами. У процесі експлуатації відцентрових радіальних вентиляторів (ВРВ) виникає потреба у поліпшенні його енергетичної характеристики. Математичне моделювання робочого процесу є основою для прогнозування та оптимізації основних параметрів вентилятора, побудова його енергетичної характеристики.

Для прогнозування енергетичної характеристики ВРВ створюється математична модель і докладно описується процес руху повітряного потоку в проточній частині [2]. Побудова математичної моделі (ММ) дає можливість прогнозувати, аналізувати та будувати енергетичні характеристики вентилятора, проведення чисельного дослідження впливу геометричних параметрів, аналізу умов формування оптимального режиму та ін. Для побудови математичної моделі використані основні рівняння робочого процесу в проточній частині моделі: основне рівняння (Рівнянням Ейлера), закон збереження механічної енергії та рівняння нерозривності.

Найбільш досконалий метод розрахунку енергетичних характеристик ґрунтується на застосуванні загальних рівнянь руху турбулентного потоку в'язкої стисливої рідини. Розрахунок параметрів потоку в проточній частині (ПЧ), виконується за допомогою тривимірних методів, дає вичерпну інформацію про робочий процес на заданому режимі вентилятора. Такий розрахунок дозволяє визначити втрати в елементах ПЧ та енергетичні показники ВРВ. Моделювання та розрахунок перебігу повітряного потоку в ПЧ відцентрового радіального вентилятора (ВРВ) реалізується у вигляді різних обчислювальних методів розв'язання рівняння Нав'є-Стокса (від кінцево-різницевого методів до методів кінцевих обсягів та спектральних методів) [1]. У цьому дослідженні для моделювання та розрахунку течій повітряного потоку в ВРВ використовується сучасний комерційний програмний комплекс ANSYS CFX. В результаті розрахунку був адекватно змодельований складний фізичний процес, визначено картину розподілу швидкостей та тисків у різних елементах відцентрового радіального вентилятора, при різних значеннях масової витрати повітря та різних значеннях частоти обертання РК. Виконано аналіз зміни повного та статичного тиску, повного та статичного ККД у проточній частині ВРВ.

Пропонуємо користуючись ММ оцінити вплив різних частот обертання РК за однакових геометричних параметрів проточної частини на енергетичні характеристики ВРВ.

Енергетичні характеристики ВРВ отримують експериментальним шляхом, який дорогий та вимагає великих витрат за часом, на спеціальних аеродинамічних стендах, або використовують теоретичний підхід, який оцінює вплив повітряного потоку на вихідні параметри при різних режимах роботи [2, 3].

Використовуючи у розрахунках, програмний пакет CFD отримуємо докладну інформацію про властивості потоку у вентиляторі з урахуванням взаємодії різних її елементів. Є можливість тривимірного моделювання в'язкого перебігу повітряного потоку повітря, визначення тиску та швидкості розподілу в проточній частині вентилятора.

У пакеті CFD вирішуються складні диференціальні рівняння, відомі як основні рівняння робочого процесу, які використовуються для детально описати рух повітряного потоку в проточній частині вентилятора [4]. Фізичні закони, що керують рухом повітряного потоку, можуть бути описані за допомогою точних математичних рівнянь, що становить основу будь-якого аналізу. Методами вирішення рівняння Нав'є-Стокса, у програмному пакеті CFD, є метод кінцевих різниць (FDM), кінцевий обсяг метод (FVM) та метод кінцевих елементів (FEM) [5,2].

Під підсумком вище сказане, використання пакета CFD для ММ процесу, що проходить в пневматичній системі вентилятора дає можливість:

- моделювати рух повітряного потоку, які важко відтворити у експериментальній моделі вентилятора;
- отримати повну інформацію про рух повітряного потоку у пневматичній системі вентилятора;
- Здешевлює проект, відпадає необхідність створення натурального вентилятора, а відповідно економиться час.

Розглянемо візуалізацію структури перебігу повітряного потоку в проточній частині ВРВ для режиму роботи $n_2 = 4700$ об/хв представлено на рис. 1. На рис. 1 А бачимо траєкторію руху частинки повітряного потоку в проточній частині ВРВ при оптимальному режимі на основі розрахунків просторового потоку. Також розташування ліній струму в проточній частині ВРВ на рис. 1 показує, що абсолютна швидкість повітряного потоку збільшується від ВхП до виходу з РК, а потім знову знижується на виході з проточної частини равлика.

На основі проведеного аналізу, отримуємо графік зміни основних параметрів повітряного потоку вздовж вентилятора рис. 1 Б.

Зміна параметрів абсолютної швидкості C , відносної швидкості W , повного P_v та статичного P_{sv} тиску в проточній частині РК та равлики відбуваються за класикою.

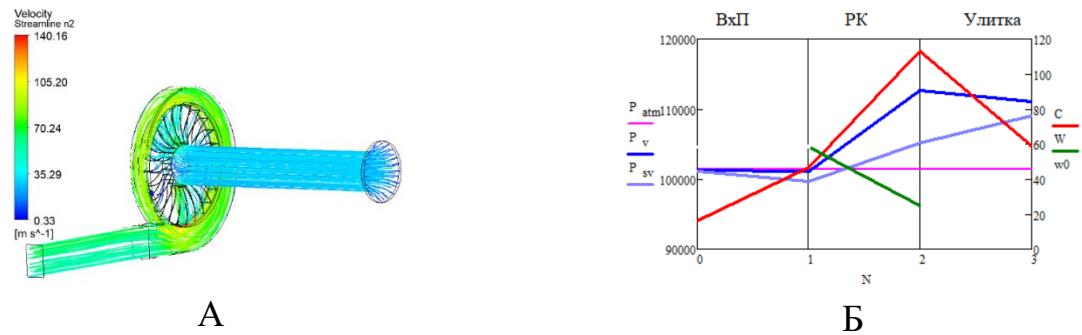


Рис. 1. А- Візуалізація лінії струму у проточній частині ВРВ для режиму $n_2 = 4700$ об/хв; Б- Зміна параметрів вздовж проточної частини ВРВ.

Процес зміни абсолютної швидкості повітряного потоку в проточній частині ВхП, РК і перехід в Равлик ВРВ показано на рис. 2 А, а розподіл статичного тиску показано на рис. 2 Б.

Абсолютна швидкість повітряного потоку при проходженні ВхП зростає, в районі РК зростає при переході в спіральний корпус (равлик), абсолютна швидкість падає на рис. 2 А.

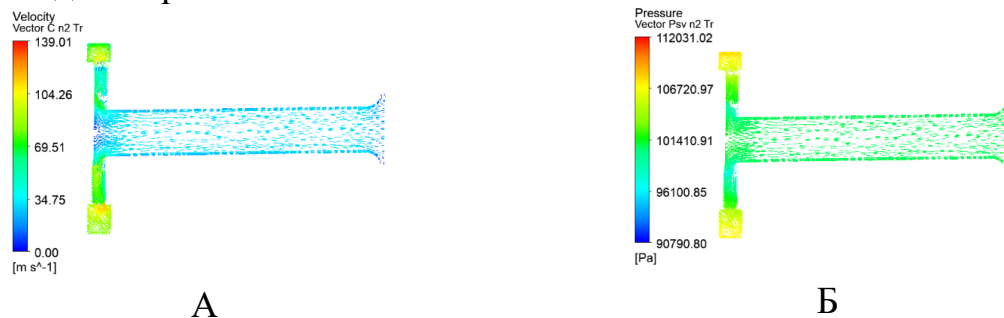


Рис. 2. А-Зміна параметрів абсолютної швидкості проточної частини ВРВ; Б-Зміна параметрів статичного тиску вздовж проточної частини ВРВ.

Отже, аеродинамічні характеристики ВРВ, отримані в результаті чисельного дослідження та програмного комплексу ANSYS 19.0 CFX, ілюструють робочий процес, який протікає у вентиляторі. Такий підхід дає можливість представити картину поведінки параметрів та їх вплив на різні вузли вентилятора, що в свою чергу допоможе оптимізувати фізичні, геометричні та граничні умови досліджуваного об'єкту.

Список літератури:

1. Anderson D., Tannehill Dzh., Pletcher R., Vychislitel'naja gidromehanika i teploobmen. [Computational fluid mechanics and heat transfer.]// М.: Mir, 1990, t.1,2.
2. Anderson, J. D. Jr. (1995). Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. New York: McGraw-Hill.
3. Babu, V. (2021). *Fundamentals of gas dynamics* (2nd ed.). Berlin: Springer.
4. Ing. Dr. techn. Back O. Ventilatoren entwurf und berechnung. Halle (Saale) 1955-362 p.
5. Calculation and design of the flow path of jet hydraulic turbines based on numerical modeling of the working process: textbook. allowance / V.V. Barlit, K.A. Mironov, A.V. Vlasenko, L.K. Yakovleva. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2008. – 216 p.

УДК 631.31

**ПІДВИЩЕННЯ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ ПЛОСКОРІЗНОГО АГРЕГАТУ
ІЗ ЗМІННОЮ ШИРИНОЮ ЗАХВАТУ**

Мельник В.І. док. техн. наук, проф. , Чигрина С.А. інж.

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто конструкцію сільськогосподарського ґрунтообробного агрегату, за допомогою якого можливо підвищити продуктивність і економічність ґрунтообробного агрегату, а також покращити умови праці оператора і якість обробки ґрунту шляхом зменшення інтенсивності коливань агрегату в цілому і трактора зокрема у поздовжньо-вертикальній площині в процесі роботи.

При русі машинно-тракторного агрегату з фіксованою шириною захвату по поверхні поля, що обробляється, із-за різної щільності та вологості ґрунту, наявності місцевих ухилів відбувається збільшення або зменшення ступеню завантаження двигуна трактора в залежності від умов роботи та глибини обробки.

Можливість плавно регулювати тяговий опір, у відповідності з тяговим зусиллям трактора, або з напрямком його руху та особливостями нерівності рельєфу поля приведе до підвищення продуктивності, економічності агрегату, і покращить умови праці тракториста та, відповідно, підвищення якості обробки ґрунту.

Такого ефекту можна досягнути шляхом зменшення інтенсивності коливань агрегату в цілому і трактора зокрема у поздовжньо-вертикальній площині в процесі роботи.

Конструктивно це досягається за рахунок того, що у сільськогосподарському агрегаті для суцільного обробки ґрунту, який включає трактор інтегральної компоновки із передньою і задньою навісними системами та ґрунтообробного знаряддя яке складається із двох частин, перша частина фронтальнонавісна, тобто призначена для агрегування із трактором за допомогою передньої навісної системи, а друга частина - задньонавісна, яка має два симетричних крила (ліве і праве) та призначена для агрегування із трактором за допомогою задньої навісної системи. Фронтальна частина ґрунтообробного знаряддя має, щонайменше, один робочий орган, а задня частина — щонайменше два робочих органи, по одному на ліве і праве крило. Крім цього, фронтальна частина знаряддя має фіксовану ширину захвату, а задня – змінну, причому величина перекриття крайніх (зовнішніх) робочих органів фронтальної частини знаряддя і внутрішніх робочих органів задньої частини, при зміні ширини захвату, плавно регулюється.

Сутність конструкції пояснюється кресленнями, де показано: Рис.1а – Конструктивна схема сільськогосподарського агрегату для суцільного обробки ґрунту з секціями в робочому положенні при максимальній ширині захвату; Рис.1б – Конструктивна схема сільськогосподарського агрегату для суцільного

обробітку ґрунту з секціями в робочому положенні при мінімальній ширині захвату.

Сільськогосподарський агрегат для суцільного обробітку ґрунту (рис. 1а), наприклад для виконання обробітку ґрунту без обороту пласта, включає: трактор 1 із передньою і задньою навісними системами, ґрунтообробне знаряддя, яке складається із двох частин фронтальнонавісної 2 і задньонавісної 3. Фронтальна частина 2 ґрунтообробного знаряддя має жорстко зварну раму 4 із робочими органами 5 і опорними колесами 6. Задня частина 3 складається із центральної рами 7 з опорними колесами 8, та шарнірно навішеними на раму двома боковими секціями 9,10 (кожна із робочими органами 11, 12 і опорними самоустановлювальними колесами 13, 14). Робочі органи 5, 11, 12 – це, наприклад, плоскорізальні лапи. З'єднання кожної бокової секції 9,10 (окремо лівої і правої) з центральною рамою 7 виконано двома цапфами 15. (рис. 2) Бокові секції 9 і 10 по конструкції однакові (симетричні) і кожна із них складається із двох поздовжніх зварних брусів 16 і 17, шарнірно з'єднаних між собою поперечними кронштейнами 18, на яких закріплені робочі органи. Загалом конструкція кожної бокової секції 8 і 9 утворює паралелограмний механізм. Механізм, що приводить в дію бокові секції 9 і 10 при зміні ширини захвату складається із гідроциліндра 19, кронштейна 20 центральної рами 7 і кронштейна 21 на бокових секціях 9 та 10. (рис. 1б)

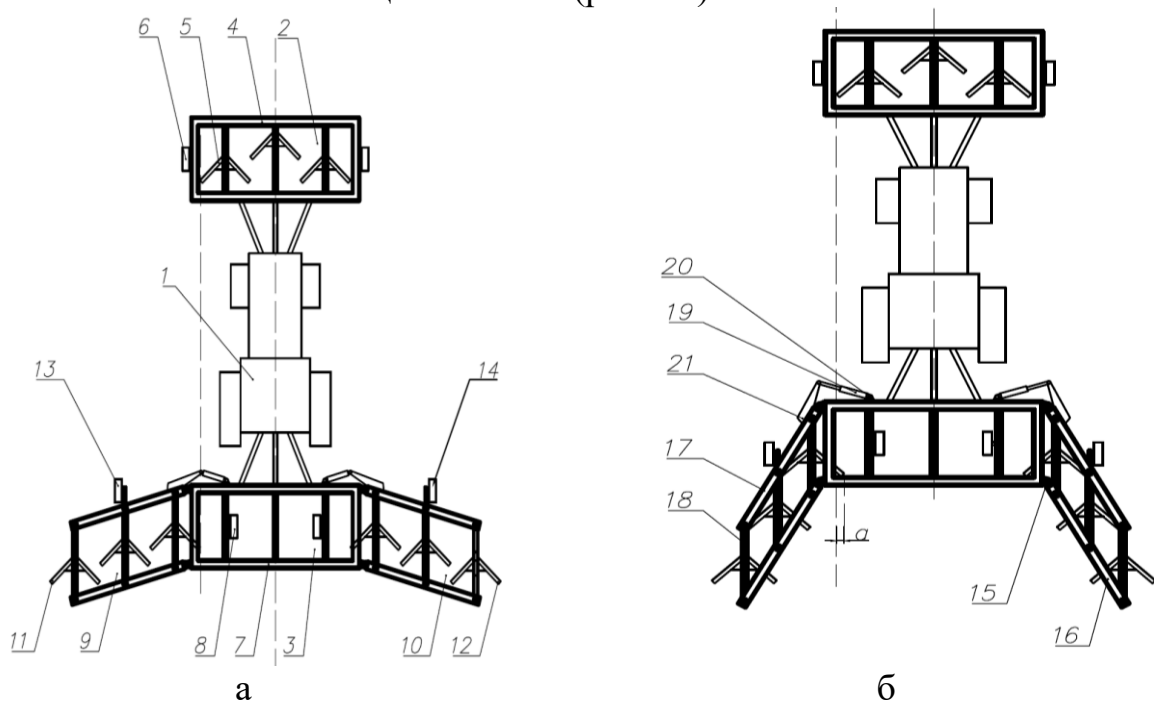


Рис. 1 Сільськогосподарський агрегат для суцільного обробітку ґрунту

Під час роботи такого сільськогосподарського агрегату можна плавно змінювати його ширину захвату на ходу за допомогою силових гідроциліндрів 19 (рис. 1 а і б), які приводяться в дію від гідросистеми трактора.

В процесі зміни загальної ширини захвату задньої частини 3 ґрунтообробного знаряддя, орієнтація (відносно напрямку руху) робочих органів

11, 12 лишається незмінною завдяки паралелограмній конструкції його бокових секцій 9 і 10. Крім того, відбувається плавна зміна ширини перекриття між крайніми робочими органами передньої (фронтальної) частини 2 і внутрішніми робочими органами задньої частини 3 ґрунтообробного знаряддя.

Поділ сільськогосподарського знаряддя на передню (фронтальну) і задню частини та агрегування їх із трактором по схемі «Push-Pull» дозволяє досягти оптимального розподілу зчіпної ваги агрегату між переднім і заднім ведучими мостами трактора. В кінцевому рахунку це підвищує стійкість і керованість горизонтального плоскопаралельного руху агрегату, та зменшує інтенсивність коливань трактора в поздовжньо-вертикальній площині.

Список літератури:

1. Патент UA №106277 U 25.04.2016. Орний агрегат за схемою "push-pull" // Пат. UA №106277 U 25.04.2016. Бюл. № 8 / Надикто В.Т., Кістечок О.Д.
2. Patent 4,147,217 US. Hawkins, Jr. Foldable harrow. Sept. 12, 1977 – Apr. 3, 1979.
3. Патент UA №51754 26.07.2010. Сільськогосподарське знаряддя для суцільного обробітку ґрунту // Пат. UA №51754 26.07.2010. Бюл. №14 / Мельник В.І., Чигрина С.А.

ДИНАМІКА МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ

Артёмов М.П. д.т.н., проф., Пастухова К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Динаміка тягових властивостей тракторів має вирішальне значення в процесі складання та використання машинно-тракторних агрегатів у господарствах, які займаються вирощуванням сільськогосподарських культур.

Глобальною проблемою сільськогосподарського виробництва стало зниження енергетичних витрат при обробітку ґрунту, особливо на оранці. Одним з кроків у вирішенні цієї проблеми є підвищення тягово-зчіпних властивостей агрегатованого трактора шляхом збільшення його зчіпної ваги.

На основі розгляду та аналізу традиційних технологічних процесів встановлено, що витрати енергоресурсів на обробітку ґрунту складають до 30% усіх витрат. Це не завжди виправдано з погляду виконання таких обсягів робіт з обробітку ґрунту відповідно до агротехнологічних вимог, які в основному полягають у знешкодженні, тобто повному підрізанні бур'янів. Ефективність, економічність і надійність роботи двигуна багато в чому визначається характером протікання і показниками робочого циклу[1].

Тягово-динамічні властивості тракторів мають забезпечувати машинно-тракторному агрегату високу продуктивність роботи за низьких питомих витрат пального і задовільної якості виконання технологічного процесу.

Тягові властивості тракторів мають вирішальне значення в процесі комплектування й використання машинно-тракторний агрегат в господарствах, які займаються рослинництвом. У машинно-тракторного агрегату змінність зовнішніх факторів при взаємодії робочих органів машин з оброблюваним середовищем (ґрунтом, рослинами) і рушіїв з поверхнею поля визначає складний характер руху окремих точок, що характеризує значною мірою якість багатьох операцій з обробітку ґрунту (оранка, міжрядна культивування тощо).

Машинно-тракторний агрегат є автономною динамічною системою, основні зовнішні впливи на яку призводять до зміни сил опору руху і зміни кількості енергії, що використовується на переміщення. Ці дії, як правило, викликають зміну швидкості поступального руху агрегату, що характеризується рівнянням [2]:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{P_T - \sum P_C}{m_a}, \quad (1)$$

де P_T — рушійна сила агрегату (сила тяги трактора);

P_C — сума всіх сил опору руху агрегату;

m_a — маса агрегату, приведена до поступально рухомих частин.

В ідеальному випадку бажано було б покращити ефективність використання МСА за всіма показниками, однак це неможливо, так як значення низькі показників закладаються при проектуванні і виготовленні техніки та в ході

експлуатації не піддаються змінам. Це стосується в основному естетико-ергономічних і більшості техніко-експлуатаційних показників[3].

Зважаючи на той факт, що продуктивність машинних агрегатів залежить насамперед від експлуатаційних властивостей двигунів, енергетичних засобів та робочих машин, режимів роботи агрегатів й організації робіт, то найважливішими резервами підвищення продуктивності агрегатів є:

підтримування протягом усього процесу експлуатації енергетичних засобів високого рівня реалізації потужності на валу двигуна і на гаку завдяки своєчасному й проведеному в належному обсязі технічному обслуговуванню тракторів із використанням засобів діагностування, своєчасного усунення несправностей, виконання відповідних регулювань тощо;

зниження питомих опорів машин і агрегатів завдяки своєчасному й високоякісному технічному обслуговуванню, використанню комплексних та комбінованих агрегатів у яких загальний опір менший порівняно з сумарним опором машин, які виконують одну операцію, за їхньої роздільної роботи, використанню найраціональніших зчіплень, правильному (відповідно до лінії тяги, без перекосів) агрегатуванні й навішуванні машин, виконанню робіт в оптимальні строки (наприклад щодо механічної стиглості ґрунтів) та ін.

Список літератури:

1. https://www.poettinger.at/uk_ua/Newsroom/Artikel/6647/ Електронний ресурс

2. 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 Харківського національного технічного університету сільського господарства ім.П. Василенка. Випуск161. «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Х.: Віровець А.П. «Апостроф», 2015. – С34 – 41.

3. Артёмов Н.П., Кушнарёв А.С. Биосферные основы повышения продуктивности земледелия / Н.П.Артёмов, А.С.Кушнарёв // Науковий журнал «Інженерія природокористування» № 3(2) 2015, - Х.: ХНТУСГ, С.9 – 13.

УДК. 631.31

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РУХУ МОБІЛЬНИХ АГРЕГАТІВ ПРИ ДИНАМІЧНИХ ВИПРОБУВАННЯХ

Артёмов М.П. д.т.н., проф., Пастухова К.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

З метою визначення динамічних параметрів проведено дослідження щодо розрахунку необхідної кількості датчиків, розроблено алгоритм контролю характеристик машинно-тракторних агрегатів. що допомагає надати рекомендації з оптимізації комплектування сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів.

Підвищення ефективності використання, забезпечення динамічної стабільності мобільних сільськогосподарських агрегатів безперечно пов'язано із зниженням витрат на необхідну працездатність техніки.

Динамічні параметри характеризують здатність машинно-тракторного агрегату рухатись в різних умовах при виконанні роботи під дією прикладених сил, а також змінювати показники і траєкторію руху. Ці властивості визначають можливість машинно-тракторного агрегату виконувати різні маневри, що важливо при виконанні сільськогосподарських робіт. Динамічні властивості виявляються під час розгону, гальмування, або зміни напрямку руху, подолання перешкод, які виникають в роботі агрегату [1].

В процесі проведення досліджень поставлено завдання щодо визначення раціональної кількості лінійних низькочастотних акселерометрів та місць їх установки для фізичних моделей мобільних машин у процесі випробувань.

При використанні багатокомпонентних акселерометрів з кількома вимірювальними осями кількість датчиків визначається наступним чином

$$K_D = \frac{H}{n}, \quad (1)$$

де n - число осей чутливості в одному датчику.

Визначення числа ступенів рухливості просторового механізму, яким є мобільна машина, здійснюється за допомогою структурної формули Сомова-Малишева [2].

$$H = 6n_1 - 5P_V - 4P_{IV} - 3P_{III} - 2P_{II} - P_I, \quad (2)$$

де n - число рухомих ланцюгів механізму відносно нерухомого ланки-стійки;

$6n_1, 5P_V, 4P_{IV}, 3P_{III}, 2P_{II}, P_I$ - число кінематичних пар V-го, IV-го, III-го, II-го, і I-го класів (клас кінематичної пари визначається числом зв'язків або обмежень, що накладаються на відносне переміщення ланок пари [2].

Кінематичну схему мобільної машини представимо як просторовий механізм. При проведенні аналізу механізму прийемо наступні припущення:

- пружна підвіска мобільної машини відсутня;

- колеса машини абсолютно жорсткі, як у радіальному, так і в боковому напрямках;

- у відбитках контакту коліс з дорогою ковзання відсутнє, як бічне, так і поздовжнє.

Прийняті припущення дозволили вважати всі зв'язки, що накладаються на ланки автомобіля, голономними, а мобільну машину - голономною механічною системою. За наявності великої кількості кінематичних пар у просторових механізмів викликає утруднення визначення числа ступенів рухливості. Труднощі викликає визначення пасивних зв'язків та їх відкидання. Тому визначення сумарного числа, накладених на ланки мобільної машини активних зв'язків визначаємо через кількість ступенів рухливості [2].

$$K = 6n_1 - H, \quad (3)$$

де K – сумарне число обмежень, що накладається на відносний рух ланок механізму-машини.

Очевидно, що за прийнятих припущень мобільна машина має два ступені рухливості, які визначені числом незалежних рухів, що створені двома вхідними ланками. Цими ланками є ведучі та направляючі колеса машини. Рухом ведучого колеса є обертання навколо своєї осі і рухом направляючого колеса обертання навколо осі шворня. Таким чином, досить встановити два однокомпонентних акселерометра для вимірювання кутових прискорень, щоб визначити всі параметри руху мобільної машини в площині дороги XOY . Рух двох задніх коліс взаємопов'язаний між собою. При прийнятих припущеннях рух двох передніх коліс також взаємопов'язаний. Оскільки відведення і ковзання коліс відсутні, то можна скористатись двома лінійними низькочастотними акселерометрами, встановленими на рамі мобільної машини.

У тяговому режимі ковзання у відбитках контакту ведених напрямних коліс відсутнє. Тому в гальмівному режимі додаються два ступені рухливості напрямних гальмівних коліс.

При проведенні досліджень все більше уваги звертається на необхідність встановлення співвідношень між діючими на машинно-тракторний агрегат силами, з одного боку, їх масою, швидкостями і режимами роботи – з іншого [3]. Як з'ясовується, всі дослідження проводяться заради того, щоб знайти оптимальне співвідношення між механічними параметрами машин в агрегаті та швидкісними режимами роботи. Динамічні характеристики при різних видах маневрування проявляються через керованість і стійкість руху агрегату.

Не однаково впливає на динамічні показники агрегату та стійкість руху розташування сільськогосподарських машин по відношенню до енергетичного засобу (трактора).

Рух машинно-тракторного агрегату, як механічної системи, є визначеним, якщо відомі сили, що на нього діють і початкові умови руху. Однак між тим, в реальних умовах поряд з основними факторами завжди існують додаткові випадкові збурюючі сили, які виводять систему із стану усталеного руху. Існують два різновиди сталого руху механічних систем (до яких ми відносимо

машинно-тракторний агрегат). У першому з них початкові збурення упродовж певного часу асимптотично зменшуються до нуля і зникають; у цьому випадку рух машинно-тракторного агрегату є асимптотично сталим. У другому випадку збурення, залишаючись малим, повністю не зникає, така сталість визначається, як неасимптотична [3].

Обґрунтовано, що викладена методика визначення необхідної кількості ступенів свободи надає можливість оцінки, за результатами вимірювань компонент прискорень a_{x1} , a_{y1} , a_{x2} , a_{y2} , експлуатаційних параметрів агрегатів, які раніше не було змоги вимірювати через відсутність необхідних приладів. Також розроблено алгоритм, за допомогою якого аналітично визначаються мінімально необхідна кількість датчиків для контролю і координації навантажень, що допомагає надати рекомендації з оптимізації комплектування сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів.

Список літератури:

1. Шуляк М.Л., Лебедев А.Т., Артьомов М.П., Калінін Є.І. Оцінка функціонування сільськогосподарського агрегату за динамічними критеріями / Науковий журнал Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів – 2016. – № 4. – С. 218 – 226.
2. Павловський М.А. Теоретична механіка. Динаміка / М.А. Павловський, Л.Ю. Акинфієва, О.Ф. Бойчук. – Київ: Вища школа, 1990. – 480 с.
3. Лебедев А.Т., Артьомов М.П. Динамічний метод оцінки працездатності тракторного агрегату / А.Т. Лебедев, М.П. Артьомов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім.П. Василенка. – Харків: Друкарня ФОП Червяк В.Є., 2013. Вип. 135. – С.129 – 140.

УДК 631.5

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОГРЕСИВНИХ КОМБІНОВАНИХ МАШИНО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТИВ В ПЕРСПЕКТИВНИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ

Мельник В.І. д.т.н., проф., Габрук А.Ю., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Інтегральна схема енергетичного засобу дозволяє виконувати декілька технологічних операцій за один прохід широкозахватними комбінованими агрегатами.

Постійне дорожчання енергоресурсів примушує учених і практиків розробляти енерго- і ресурсозберігаючі технології і комплекси машин для вирощування сільськогосподарських культур. В Україні, як і у всьому світі, ведуться значні роботи із створення комбінованих сільгоспмашин з метою скорочення числа проходів тракторів і сільгоспмашин по полю. Це, у свою чергу, сприятливо позначається на екології ґрунту, зменшує витрату палива на одиницю отриманої продукції і знижує її собівартість. Однак виникають проблеми комплектування машино-тракторних агрегатів (МТА) для виконання необхідних технологічних операцій в різних агротехнічних зонах та агрегування цих машин з сучасними та перспективними тракторами та мобільними енергетичними засобами.

Зменшення невизначеності в досягненні бажаного функціонування комплексів машин може бути досягнуто гнучкою пристосовуваністю елементів виробничо-технологічної системи до частих змін умов роботи, шляхом раціональної організації і управління його процесами за рахунок відповідних технологічних, технічних і організаційних факторів, підвищення достовірності прогнозів зовнішніх умов. При такому підході гнучкість агрегування, використання комбінованих та модульних агрегатів надає значні переваги щодо підвищення універсальності машин за рахунок швидкого і нескладного їх налагоджування.

Зазвичай технологічні процеси сільськогосподарського виробництва оцінюються за математичними моделями за умови адаптації засобів механізації до зональних технологій оброблення польових культур з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов. При цьому в якості методологічного прийому створення математичних моделей технологічного процесу виділяються „типові операції” які можна зв'язати у єдиний якісно-кількісний ланцюг для будь-якої ділянки досліджуваної технологічної схеми, і тим самим простежити взаємодію кожної ланки в цьому ланцюзі.

Технологічні процеси сільськогосподарського виробництва можуть включати різне поєднання типових операцій, зокрема послідовне і паралельне їх з'єднання. Для подібних технологічних процесів залежно від вибраних параметрів керування типовими операціями, пов'язаними із зміною режиму виконання операції, можна досягти якнайкращих показників всього

технологічного процесу, наприклад, по продуктивності, мінімуму витрат. В рослинництві найбільш типове з'єднання простих операцій.

Виявлений в останні роки сільгоспвиробниками інтерес до комбінованих агрегатів, які суміщають за один прохід декілька операцій (культивуація, внесення мінеральних добрив, сівба і прикочування і т. д.) пояснюється в основному необхідністю розробки нових технологічних процесів виробництва продукції рослинництва з використанням засобів механізації, які забезпечують мінімальну кількість проходів мобільної техніки по полю.

Таким чином головні пріоритети при створенні перспективних тракторів (енергозасобів) в даний час зміщуються у бік ресурсозбереження, екологічності і агротехнологічності.

Еволюцію технічної концепції енергетичних засобів слід прогнозувати по співвідношенню мас енергетичної (трактори) $M_{\text{э}}$ і технологічної (сільгоспмашини) $M_{\text{тс}}$ частин. На початку застосування тракторів замість живої тягової сили зберігалася нерівність $M_{\text{э}} > M_{\text{тс}}$; в даний час з упровадженням широкозахватних, комбінованих агрегатів $M_{\text{э}} \approx M_{\text{тс}}$; в перспективі слід орієнтуватись на $M_{\text{э}} < M_{\text{тс}}$.

Збільшення $M_{\text{тс}}$ до рівня $M_{\text{э}}$ і вище дозволяє використовувати $M_{\text{тс}}$ в якості зчіпної маси. Якщо при цьому опорним колесам технологічної частини машинно-тракторного агрегату надати привід від енергозасобу, то технологічна частина перетворюється з пасивної в активну. В даному випадку при збереженні тягово-зчіпних властивостей агрегату трактор можна істотно полегшити при одночасному підвищенні його енергонасиченості в порівнянні з аналогічним показником трактора звичайної тягової концепції. Інтегральна схема енергетичного засобу дозволяє виконувати декілька технологічних операцій за один прохід широкозахватними комбінованими агрегатами.

Даними напрямками для впровадження прогресивних комбінованих машино-тракторних агрегатів в перспективних енергозберігаючих технологіях із застосуванням інтегральних тракторів та застосування сучасного комплексу машин можуть бути: агротехнологічна адаптивність; енергетична адаптивність моторно-трансмісійних установок та сучасного комплексу сільськогосподарських машин; агрофільність ходових систем; мехатроніка.

Список літератури:

1. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.
2. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.
3. Харченко С.О. Експлуатація та сервіс техніки. Частина 1. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, Ю.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький та ін. Зап ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. – 140 с.

УДК 631.7

ОРГАНІЗАЦІЯ ФІРМОВОГО СЕРВІСУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Анікєєв О.І. к.т.н., доц., Гриценюк А.А., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Будь-які послуги сільському господарству повинні бути вигідні, тобто, необхідно опрацьовувати і пропонувати такі рішення, які забезпечують отримання позитивного результату при наданні сервісних послуг

В останні роки дослідження проблем технічного забезпечення вітчизняного аграрного сектору концентруються головним чином у площині збільшення обсягів постачання машин і обладнання сільським товаровиробникам. Проте питанням технічного обслуговування і ремонту як нових, так і таких, що експлуатуються уже тривалий час технічних засобів приділяється явно недостатньо уваги. З урахуванням того, що в останні роки кардинального прориву в оновленні матеріально-технічної бази сільських товаровиробників не відбулося і в найближчій перспективі не відбудеться, проблема старіння, фізичного і морального зношення машинно-тракторного парку буде поглиблюватися. Нині списання і вибуття з господарського обігу засобів механізації значно перевищує їх надходження; у сільськогосподарських підприємствах втрачена системність у формуванні машинно-тракторних парків, перевага надається не комплектуванню замкнених систем машин для виробництва певних видів продукції, а „латанню дірок”, тобто придбанню найнеобхідніших, іноді недостатньо сумісних з наявними технологічними комплексами, але простіших і значно дешевших машин і знарядь (дуже часто з вторинного ринку сільськогосподарської техніки). Разом з тенденцією до значного розширення асортименту техніки (особливо іноземного виробництва) щодо виробників та напрямів використання, питання організації та ефективного розвитку систем технічного сервісу набувають особливої актуальності.

Матеріально-технічне забезпечення сільського господарства в умовах пореформеного розвитку вітчизняного агропромислово-го комплексу втратило усі ознаки організованості і нині знаходиться у стані колапсу. Планово-розподільча система постачання у 90-х роках ХХ ст. була остаточно знищена, а формування нових ринкових механізмів весь час гальмується через відсутність або недостатню відпрацьованість відповідних нормативно-правових, організаційно-економічних та фінансових складових. Це значно ускладнює і деформує розподільчі відносини між окремими виробничими сферами агропромислового комплексу та організаціями виробничої інфраструктури, призводить до формування і закріплення практики лобіювання вузькогалузевих корпоративних інтересів окремо виробників і споживачів сільськогосподарської техніки і обладнання на різних рівнях управління у галузі, що негативно впливає на ефективність функціонування як аграрного сектору національної економіки у цілому, так і окремих суб'єктів господарювання.

З втратою державного управління інженерно-технічною сферою, централізованого матеріально-технічного та енергетичного забезпечення агропромислового комплексу ринок техніки і послуг в Україні не отримав відповідної регламентуючої бази і фінансового забезпечення для формування нової, адекватної новим ринковим умовам господарювання, інфраструктури. Розробка, виробництво і постачання споживачам у вкрай недостатніх обсягах вітчизняної техніки, так само як і закупівля її за кордоном здійснюються безсистемно, без науково-обґрунтованого аналізу ефективності використання різних модифікацій машин у конкретних умовах виробництва, практично без відповідальності виробників і постачальників за якість технічних засобів, що постачаються, та споживачів за дотримання умов їх експлуатації безпосередньо у господарствах.

Концепція розвитку технічного сервісу сільськогосподарської техніки в Україні незалежно від країни походження виробників і постачальників повинна будуватися на двох визначальних принципах. За першим сільський товаровиробник повинен мати право самостійного вибору машин і обладнання, що надаються машинобудівними підприємствами або їх постачальниками для забезпечення застосування сучасних агротехнологій. Заводи-виробники зобов'язані пропонувати різні види сучасної техніки, яка здатна приносити сільським товаровиробникам економічний ефект від її використання. Другий принцип полягає у тому, що будь-які послуги сільському господарству повинні бути вигідні. Тобто, необхідно опрацьовувати і пропонувати такі рішення, які забезпечують отримання позитивного результату при наданні сервісних послуг.

Список літератури:

1. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.irbis-nbuv.gov.ua>.
2. Керівництво з експлуатації тракторів John Deere серії 8200/8400.-1999р.
3. Козаченко О. В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки. [Текст] / О. В. Козаченко. – Харків; Торнадо. 2000. – 185 с.
4. Войтюк В ., Демко А. Аналіз впливу технічного сервісу на роботу здатність комбайнів . [Текст] / Пропозиція .– 2004 .– № 12. – С. 91-94.

УДК 631.5

СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІСЛЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВ ТА НЕПАРОВИХ ПОПЕРЕДНИКІВ

Анікєєв О.І. к.т.н., доц., Гриценюк А.А., магістрант, Приходько В.П. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Застосування поверхневого обробітку забезпечує в порівнянні з оранкою і плоскорізним обробітком краще зволоження посівного шару ґрунту і більш високий вміст агрономічне цінних часток ґрунту, завдяки чому більш рівномірно загортається насіння і одержуються більш повні сходи.

Багаторічні трави є добрим попередником для озимих культур, але після збирання зеленої маси потрібен ретельний обробіток ґрунту з метою накопичення достатньої кількості вологи, особливо у посівному шарі ґрунту для забезпечення одержання дружних і повних сходів озимини .

Слідом за збиранням зеленої маси багаторічних трав поле дискують у двох напрямках важкими дисковими боролами БДВ-6,3, БДТ-7, БД-10 на глибину 6...8 см, а потім орють на глибину 20...22 см плугами з передплужниками обов'язково в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками.

Одночасно з оранкою посівний шар ґрунту розробляють паровими культиваторами КПС-4 або дисковими знаряддями.

У подальшому при появі сходів бур'янів поле обробляють культиваторами.

У господарствах Харківської області основними непаровими попередниками для озимих культур є горох і кукурудза на силос.

Після гороху під посів озимих краще всього застосовувати поверхневий обробіток важкими дисковими боролами, який має істотні переваги перед оранкою та безполицевим обробітком. В цьому разі досягається краще рихлення ґрунту, що запобігає випаровуванню ґрунтової вологи, а вода, навіть незначних опадів в цей період концентрується в посівному шарі ґрунту. Внаслідок кращого вологозабезпечення та більш якісної підготовки ґрунту отримують більш дружні і ранні сходи озимої пшениці (за зазвичай на 2...3 дні раніше), а урожайність зерна підвищується на 2...4 ц/га у порівнянні з оранкою чи безполицевим плоскорізним обробітком. Дискування проводиться вслід за збиранням гороху в двох напрямках, після чого до сівби проводять одну-дві культивації звичайними паровими культиваторами КПС-4 на глибину 8...10 та 6...8 см.

В роки з достатнім зволоженням кращий результат забезпечує застосування після луцення стерні чизельного рихлення за допомогою ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 на глибину 20...22 см в агрегаті з пристроями ПСТ-2,5 і ПСТ-4,5 відповідно.

В цьому випадку рослини озимих культур краще розвиваються та дають прибавку урожаю у 2,0...2,5 ц/га за рахунок більш рівномірного розподілу вологи по кореневмісному шару та руйнування "плугової підшви" робочими органами чизельних плугів. "Плугова підшва", як правило, утворюється після застосування мілких обробітків та оранки й заважає повному проникненню вологи та нормальному розвитку кореневої системи культурних рослин.

Після кукурудзи на силос, яку збирають у фазі молочно-воскової стиглості зерна, ґрунт, як правило, буває пересушеним і ущільненим, а часу на його обробіток зовсім не залишається, тому потрібно в першу чергу для підготовки ґрунту під посів озимих застосовувати комбіновані агрегати (АКП-2,5, АКП-5, "Агро-3", АРП-3, КР-4,5 та інші), які за один прохід здатні повністю підготувати ґрунт до сівби. Широке застосування комбінованих агрегатів дозволяє краще підготувати ґрунт, зберегти ґрунтову вологу, значно зменшити витрати пального і коштів, скоротити строки проведення.

Якщо в господарстві немає або не вистачає комбінованих агрегатів, то услід за збиранням кукурудзи на силос слід застосовувати поверхневий обробіток важкими дисковими боронами БДВ-6,3, БДТ-7, БД-10, "Деметра" та інші. Поле обробляють у двох напрямках на глибину 6-8 см.

Дослідження свідчать, що застосування поверхневого обробітку забезпечує в порівнянні з оранкою і плоскорізним обробітком краще зволоження посівного шару ґрунту і більш високий вміст агрономічне цінних часток ґрунту, завдяки чому більш рівномірно загортається насіння і одержуються більш повні сходи. В середньому за шість років кількість рослин озимої пшениці за поверхневого обробітку після кукурудзи на силос була на 24,6 % більшою, ніж у посіву за оранкою, що в кінцевому підсумку забезпечує значно вищий урожай зерна.

Перед сівбою озимої пшениці проводять передпосівну культивування на глибину загортання насіння.

Список літератури:

1. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.
2. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

УДК 631.5

**ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБКИ
ҐРУНТУ**

Анікєєв О.І. к.т.н., доц., Приходько В.П. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Магістральний шлях землеробства, - це розвиток системи землеробства, ґрунту, що дозволяє збільшити його біологічну активність, - підняти вміст гумусу в ґрунті до рівня 3,5...4 % і більше.

При обробці ґрунту переслідуються, як правило, зміна щільності ґрунту, її розуцільнення. Щільність ґрунту є інтегральним показником її стану, що визначає як умови розвитку ґрунтової біоти, так і розвиток кореневої системи вирощуємих на неї культур. Сьогодні питанню вибору технології обробки приділяється величезна увага. Широко дискутуються переваги і недоліки відвальної й безвідвальної, глибокої, мілкої, поверхневих обробок ґрунту і нової енергозберігаючої технології "прямого посіву" (no till).

Рівноважний стан ґрунту, при якому щільність вище оптимальної (ущільнений стан), пов'язаний з історією і природними умовами походження ґрунту, є рівнем техногенної дії на неї. Ущільнений стан ґрунту супроводжується рядом негативних явищ таких, як – ущільнення ґрунтів в першу чергу пов'язаний із змінами порового простору, причому цей процес починається з деформації крупних некапілярних пор.

Таким чином, ущільнення ґрунту погіршує умови життєдіяльності ґрунтової біоти як за рахунок зниження повітрообміну, так й різкіших коливань температури ґрунту.

Дослідження щільності ґрунту дають нам багату поживу для роздумів по вибору способу і глибини обробки.

Таким чином, основним завданням обробки ґрунту є приведення його щільності в стан оптимальної, при якій створюються сприятливі умови розвитку усіх складових " агробіоценозу". Вибір способу і глибини обробки, типів і параметрів робочих органів може бути зроблений тільки після детального вивчення розподілу реальної щільності ґрунту по глибині.

Магістральний шлях землеробства, - це розвиток системи землеробства, ґрунту, що дозволяє збільшити його біологічну активність, - підняти вміст гумусу в ґрунті до рівня 3,5...4 % і більше. Тільки ґрунти зі змістом гумусу більше 4% можна називати культурними, а наше завдання полягає в розробці ефективних технологій окультурення ґрунтів - технологій нарощування змісту гумусу в ґрунтах.

Щільність ґрунту добре корелюється зі змістом в ній гумусу. Підвищення змісту в ґрунті гумусу до 3,5-4,0% і більше призводить до того, що рівноважна щільність стає рівній оптимальній щільності. Ґрунти з таким змістом гумусу не вимагають механічної обробки і є основним полігоном для використання технологій "no-till".

Список літератури:

1. Сучасна система обробітку ґрунту в польових сівозмінах господарств Харківської області: Рекомендації //ХНАУ ім. Докучаєва В.В.: Ін-т рослинництва ім. Юр'єва В.Я. УААН.- Харків.2004 р.
2. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. /Примак І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін./ За ред. Примак І.Д.- Біла Церква, 2002.-32 с.
3. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.
4. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артьомов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

УДК 631.5

ОЦІНКИ РІВНЯ ТЕХНІКИ ПРИ РОЗРОБЦІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЛОЧНО-ВАРІАНТНОЇ СИСТЕМИ МАШИНОВИКОРИСТАННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Анікєєв О.І. к.т.н., доц., Сломінцев М.В. магістрант, Оберемко Є.О. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Пропонується визначення по кожній машині, по кожному трактору і по агрегату, в цілому, ввести такий показник збереження як коефіцієнт енергетичності операції, який визначається як відношення енергетичності на одиницю площі по машині, агрегату до нормативної енергоємності по відповідному типу машин.

Існуючі підходи досить складні, потребують велику кількість показників, яких не завжди є можливість отримати, і оснований на базі певного математичного апарату підрахунків із застосуванням електронно-обчислюваних систем. Тому вони не можуть застосовуватися в сучасних господарствах, особливо малих за площею, при наявності кадрів у вигляді одного фермера і кількох сезонних працівників.

На основі рівнево-порівняльних методів при наукових дослідженнях, а також свого часу розроблених методів нормативної оцінки техніки за тріадою показників збереження енергоресурсів, екосистеми і біопотенціалу сільгоспкультур, пропонуються наступні напрямки в методології рішення проблеми оцінки рівня техніки в технологічній блочно-варіантній системі машиновикористання в землеробстві.

Перший напрямок, основний – це енергетична оцінка окремих сільгоспмашин, машинно-тракторних агрегатів, як при виконанні технологічних операцій, так і окремо, як технічних засобів. Справа полягає в тому, що до сьогодні більшість методів оцінки направлені на найкраще використання техніки, на зменшення її кількості і на мінімізацію затрат праці і енерговитрат у вигляді паливо-мастильних та інших технологічних матеріалів – добрив, пестицидів тощо. При цьому передбачається, що в господарстві є певний набір тракторів, сільгоспмашин, який дозволяє вибрати оптимальний варіант для певної операції, за певної технологічної ситуації.

Пропонується визначення по кожній машині, по кожному трактору і по агрегату, в цілому, ввести такий показник збереження як коефіцієнт енергетичності операції, який визначається як відношення енергетичності на одиницю площі по машині, агрегату до нормативної енергоємності по відповідному типу машин. Енергоємність машини (агрегату) за існуючими методиками рахується за всіма складовими на 1 га в Дж, включаючи енергію, що витрачена на виробництво енергозасобу, зчіпки і сільгоспмашини та енергію паливо-мастильних та інших технологічних матеріалів.

Крім такої поопераційної оцінки енергетичності, може бути застосована загальна енергетична оцінка техніки за енергетичним еквівалентом по кожному типу машин за коефіцієнтом енергетичності тільки техніки на даній операції.

Запропоновані нормативні методології можуть бути прийняті після аналізу більшої частини технічних засобів, або прийняті за основу подальших досліджень з питань визначення рівнів техніки.

Список літератури:

1. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.

2. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артьомов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

3. Артьомов М. П. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артьомов [та ін.] ; за ред В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022.- 600 с.

УДК 631.3

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ПРИ ЗБИРАННІ РАННІХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Анікєєв О.І. к.т.н., доц., Фігура А.О. магістрант, Приходько В.П.
магістрант

Державний біотехнологічний університет

Технологічні системи значно підвищують продуктивність праці і загальний намот на 1 комбайн і зменшують кількість техніки, необхідної для збирання врожаю

На передодні збирання врожаю необхідно створити організаційно-технологічні системи, так звані збирально-транспортні комплекси на господарчих і, більш вигідно, на міжгосподарських рівнях. Такі технологічні системи значно підвищують продуктивність праці і загальний намот на 1 комбайн і зменшують кількість техніки, необхідної для збирання врожаю, що зараз дуже важливо, коли забезпеченість області комбайнами не перевищує 45 %.

Ці системи мають можливість працювати не менше двох змін тривалістю до 10 годин кожна за добу завдяки кращому забезпеченню кадрами і відповідними організаційними умовами. Вони складають наступні ланки: підготовки полів до збирання, комбайново-транспортну, технічного і побутового обслуговування, а також післязбиральної обробки полів.

Комбайново-транспортна ланка скошує хлібну масу в валки, підбирає і обмолочує їх проводить пряме комбайнування і транспортує зерно на тік, збирає не зернову частину врожаю. Роботу цієї ланки організують так, щоб агрегати працювали без зупинок, особливо в денний час

Розвантаження із комбайнів і транспортування зерна може здійснюватися по таким схемам:

- комбайн – автомобіль (тракторний поїзд) – тік;
- комбайн – тракторний поїзд+автомобіль – тік;
- комбайн – стаціонарно підмінний причіп – тракторний поїзд – тік;
- комбайн – бункер – накопичувач – перевантажувач – автомобіль – тік.

При виборі транспортних засобів враховують економічну доцільність використання на відстані до 5 км, особливо в умовах бездоріжжя тракторних причепів (поїздів). У транспортних засобів нарощують борти на 15...20 см. Щілини заповнюють будівною піною. Для зменшення часу на розвантаження транспортних засобів на току підготовляють перекидачі.

При організації перевезень зерна по першій схемі створюють збирально-транспортні ланки в складі збирально-транспортних комплексів (загону). В цьому випадку комбайн обслуговує любий автомобіль чи агрегат в складі трактора і причепа, які входять в ланку. Розвантаження зерна із неповного бункеру дозволяє значно покращити обслуговування комбайнів і скоротити час перебування транспортних засобів на полі.

Щоб зменшити переїзди транспортних засобів на полі прокладають розвантажувальні магістралі шириною 6...8 м, які дозволяють знищити холостий пробіг автомобілів на 30...40%, збільшити швидкість руху по полю до 20...25 км/год. Кількість розвантажувальних магістралей визначають як частку від ділення довжини гону на шлях, який проходить комбайн до заповнення бункера. Місця їх прокладки можна визначити контрольним обмолотом. Найбільший ефект магістралі дають тоді, коли комбайни розвантажуються тільки на них або рядом.

Список літератури:

1. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Ромашенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93
2. Анিকেєв А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Анিকেєв, 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.

УКРАЇНСЬКИЙ РИНОК ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ: ПЕРСПЕКТИВИ

Романашенко О.А., доц., Колеснік О.С. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. В сучасних умовах дослідження проблем виробництва та застосування добрив не втрачає своєї актуальності. Через постійне зростання вартості та нестачу мінеральних добрив постає необхідність розвитку вітчизняного ринку органічних добрив.

Протягом останніх років у світі все більше набуває популярність «екологічна чиста» продукція. Один зі способів її виробництва – органічне землеробство, яке спрямоване на збереження природи та сприяє відновленню земельних ресурсів, оберігає повітря і воду від забруднення тощо. Тому ми вважаємо доцільним проаналізувати ринок органічних добрив, а також перспективи його розвитку.

Зараз через непомірне здорожчання енергоносіїв та складнощів фінансово-економічних умов функціонування, виробники мінеральних добрив не можуть задовольнити вимоги та потреби внутрішнього ринку через невпинне зростання їх вартості та дедалі гострішу нестачу в Україні. Одним із рішенням цієї проблеми є виробництво різних препаративних форм та модифікацій інноваційних органічних добрив шляхом утилізації відходів тваринництва та птахівництва.

Виробники сільськогосподарської продукції застосовують велику кількість мінеральних добрив, а також хімічних засобів захисту рослин, і обмежують при цьому застосування органічних добрив з прагненням отримати щонайвищі урожаї за мінімальних затрат. Через таке «заощадливе ставлення» спостерігається відповідне порушення балансу співвідношення внесення мінеральних та органічних добрив під всі стратегічні сільськогосподарські культури [1].

За даними ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» переважають в основному внесені добрива азотної групи, що в подальшому призводить до закислення та забур'яненості ґрунтів [2]. Також, аналізуючи показники за 2022 р. у порівнянні до попередніх, одразу видно значне зменшення внеску як мінеральних, так і органічних добрив [3]. Внесення підвищених доз мінеральних добрив разом з хімічними засобами захисту рослин за умов недовнесення органіки спричиняє біотоксикоз, деградацію і, відповідно, дегуміфікацію ґрунтів з погіршенням їх агрономічно-цінних властивостей у цілому.

Разом з втратою родючості ґрунтів (ще однією проблемою сьогодення) погіршується також біологічна якість вирощеної сільськогосподарської продукції. Здорові ґрунти – запорука здорового навколишнього середовища, в т.ч. здоров'я людей і тварин. Нині методи ведення сільського господарства у всьому світі переживають глибоке реформування. Збільшення обсягів використання мінеральних добрив та пестицидів вже не викликає відповідного

зростання врожайності. Тому дедалі більшого поширення набувають біологічні фактори підвищення врожайності рослин та збереження родючості ґрунтів у 21-му столітті, оголошеному століттям інноваційних біотехнологій [4].

Неврегульованість питань організаційно-правового, адміністративного та економічного характеру сприяє подальшій деградації ґрунтів та значному погіршенню їх родючості. Для того щоб змінити такий стан справ, повинна бути відновлена державна програма з надання національного статусу охороні ґрунтів, їх раціонального використання. Доцільно розробити умови гарантованого збалансованого зберігання та відтворення потенціалу родючості ґрунтів нашої держави. Така програма для країни повинна бути орієнтованою на принципово новий тип ощадливого землекористування як запоруки гармонійного відновлення функціонування повноцінного природного потенціалу ґрунту в продуктивному та екологічному співвідношеннях з урахуванням антропогенних навантажень [5].

На думку деяких науковців, птахівництво, як галузь сільського господарства, можна без сумніву вважати однією з найбільш конкурентоспроможних, високоінтенсивних [6]. В Україні значні обсяги розвитку цієї галузі здебільшого зорієнтовані на промислове вирощування бройлерів. Збільшення обсягів виробництва птахівництва передбачає відповідно постійне збільшення відходів утримання, в тому числі – утворення пташиного посліду. Така тенденція пов'язана з відповідним способом утилізації цих відходів шляхом захоронення їх на полігонах під відкритим небом на значних площах, небезпечних для довкілля, що призводить до значних соціально-екологічних та економічних проблем. На основі статистичних даних було виявлено, що наразі виробляється понад 51 млн. т курячого посліду, який можливо перетворити в соціально-економічні, екологічні здобутки шляхом великомасштабного виробництва органічних добрив при структурованому раціональному підході з урахуванням застосування інноваційних технологій утилізації/переробки та в короткостроковій перспективі практично розвинути ринок органічних добрив і майже повністю позбутися використання мінеральних добрив в Україні [7].

Сучасний український ринок органічних добрив характеризується майже повною відсутністю складової імпортозаміщення, а значить відсутністю впливу світової конкуренції з боку закордонних виробників цієї продукції.

На сьогоднішній день Україна відстає від світових темпів утилізації/переробки курячого посліду, проте з огляду на значний обсяг виробництва сировини галузь органічних добрив має надзвичайний потенціал та перспективи.

У світі відповідно до тенденцій та тренду підвищення рівня загальної соціальної екологічності життя, в т.ч. споживання екологічно чистих продуктів харчування органічного походження прогнозовано зростає попит на органічні добрива.

Отже, можна сказати що наразі одним із перспективних шляхів розвитку ринку органічних добрив та вирішення екологічної, біоекономічної та продовольчої безпеки держави – є застосування пташиного посліду та шляхів

отримання додаткової вартості від впровадження інноваційних технологій виробництва органічних добрив.

Серед чинників, які перешкоджають повноцінному розвитку вітчизняного ринку органічних добрив – неврегульована нормативно-законодавча база відтворення родючості й охорони ґрунтів, управління відходами, нестабільна геополітична та фінансово-економічна ситуація в державі та світі.

Список літератури:

1. Bereziuk S.V., Zubar I.V. Modern economic and ecological aspects of fertilizer application in the crop production // *Ekonomika APK*. 2019. № 10. P. 34.
2. Офіційний вебсайт ННЦ “Інститут землеробства НААН”. URL: <https://zemlerobstvo.com>.
3. Офіційний вебсайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Wang, Hanxi & Xu, Jianling & Liu, Xuejun & Zhang, Di & Li, Longwei & Li, Wei & Sheng, Lianxi. Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China. *Soil and Tillage Research*. 2019. Vol. 195, 2-9.
5. Ходаківська О. В., Корчинська С. Г., Матвієнко А. П. Економічні проблеми відтворення родючості ґрунтів // *Вісник аграрної науки*. 2017. № 12. С. 71-75.
6. Червоний Д.В. Перспективи розвитку ринку органічних добрив в Україні. *Збірник наукових праць*. Випуск 1 (30). 2023. С. 116-128.
7. Квітка І. В. Організаційно-економічні проблеми поводження з відходами птахівництва в Україні. 2017. С.95-98.

УДК: 631.333

АСПЕКТИ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Романашенко О.А., доц., Дьяконов С.О. к.т.н., доц., Гайдамака В.Є.,
магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. В статті розкрито вплив технологічного рішення обробки ґрунтів на врожайність сільськогосподарських культур. Розкрито питання щодо вибору та застосування техніки при комплектуванні машино-тракторних агрегатів.

Одним із найважливіших завдань агропромислового комплексу України в сучасних соціально-економічних умовах є оптимізація виробництва, пошук грамотних, успішних рішень, спрямованих на бажаний результат. Загальновідомо, що подальший розвиток рослинництва можливий лише на основі збереження та підвищення родючості ґрунтів.

З різних культур у сівозміні рядкові культури, особливо ті, які мають добре розвинені стрижневі корені - ріпак, цукрові буряки і кукурудза - вимагають великої уваги. Вони досить добре самі розпушують ґрунт і забезпечують в подальшому їх хорошу структуру для вирощування наступних культур.

У свою чергу, на погану підготовку ґрунту і неправильне поводження з попередником вони реагують дуже чутливо зі значними коливаннями врожайності. Враховуючи ці особливості, поряд з потребою в економії енергоресурсів та збереженням цілісності навколишнього середовища в аграрному виробництві все більшого значення набувають альтернативні технології господарювання, одне з провідних місць серед яких належить технології Strip-Till [1,2].

У сучасному вигляді технологія смугової оранки або в оригіналі «Strip-till» є відносно молодю. Вперше цей термін почали використовувати близько 10 років тому. За своєю суттю методика перегукується з нульовим обробітком ґрунту, забезпечуючи таку ж ефективність, але при цьому мають місце переваги традиційного способу обробки землі. Цю технологію вже досить широко використовують у багатьох країнах Європи і в цілому в усьому світі, що пов'язано з багатьма перевагами, необхідними в певних умовах виробництва.

Досить ефективним з економічної точки зору буде той факт, що при Strip-till-технології ви з впевненістю і без нанесення будь-якої шкоди ґрунту зможете використовувати рідкі форми добрив. До того ж завдяки рядності посівів можна розподілити їх кількість, не витрачаючи добрива на незасіяні ділянки землі. А також зробити процес удобрення досить точним і цілеспрямованим, завдяки внесенню речовини прямо біля коренів рослин [2].

До ще одної переваги смугової обробки відносять створення відмінних аеробних умов і насінневих ложе. Як і у випадку нульової обробки, кисень з

легкістю проступає в ґрунт, прискорюючи таким чином розклад органічних речовин.

Як результат утворюється добре розпушене посівне ложе готове для сівби та створено зі значною економією витрат. Збереженням капілярної сітки на міжряддях, які не піддаються механічній обробці, досягається підвищенням доступності ґрунтових вод і значне скорочення втрат вологи через перевертання ґрунту і його висихання. Всього збережений на поверхні міжряддя замульчований шар пожнивних залишків виконує багато функцій. Він і знижує випаровування цінної вологи, і сприяє кращому утриманню постійних ґрунтових температур, попереджаючи, перш за все, різкі перепади денних і нічних температур, і є важливим механізмом запобігання розвитку як водної, так і вітрової ерозії [3].

Технологія Strip-Till може виконуватися в двох варіантах: поступово, коли смугова обробка рядків і сам процес посіву проводиться в різний час, і комбіновано, коли розпушування рядків і сівба здійснюються за одну робочу операцію. Вибрати кращий з варіантів для роботи на відповідній місцевості дозволяє аналіз складу ґрунту та інших супутніх умов. Так, на місцевості із середнім і високим вмістом глини кращого ефекту досягають при поступовому Strip-Till, коли розпушування рядків проводиться попереднього року восени перед посівом.

Техніка, яка використовується в технології Strip-Till, має низку важливих особливостей. Перш за все, через досить велике навантаження при роботі з розпушуванням рядків на глибину до 20-25 см і навіть більше рама агрегатів повинна бути міцною і мати характерну паралелограмну конструкцію. Це буде допомагати їй краще витримувати великі навантаження, особливо на важких ґрунтах.

З конструктивних груп агрегатів розрізняють робочі органи, які розрізають ґрунт, прибирають з місця формування рядки пожнивні залишки, проводять глибоке розпушування, формують рядок і дооброблюють поверхню. Зрозуміло, що в разі проведення паралельно з розпушування сівби і удобрення до них додадуться елементи посівних сошників та провідні елементи для відкладання добрива [3,4].

За типом будови агрегати для Strip-Till можуть бути навісними, так і причіпними і обладнуватися як дисковими, так і анкерними робочими органами. Вибираючи форму сошників для глибокого розпушування дуже важливо звертати увагу на якість ґрунтів і користуватися основним принципом - чим важче ґрунту і чим глибше проводиться розпушування, тим більш вузькими повинні бути робочі органи. Це дозволить легше зруйнувати плужну підшву, яка на багатьох полях закладалася на одному і тому ж місці протягом багатьох років, викликаючи майже непроники для коренів рослин і вологи ущільнені шари ґрунту, так і заощадити енергоносії через менший опір агрегату під час його просування і відповідно зменшити знос основних конструктивних елементів.

Слід пам'ятати про можливість проведення глибокого розпушування тільки добре просушеного ґрунту, вже є не тільки важливим для дбайливого

поводження з технікою і економії палива, але і є передумовою запобігання утворення ущільнення ґрунтів на ще більших шарах, які вже практично не можна буде подолати, не допускати вивертання на поверхню великих грудочок ґрунту і дозволить проводити добре зворотне ущільнення оброблених рядів без утворення тріщин і відкритих щілин. Запропонована технологія Strip Till це новий крок в технологіях вирощування та збирання сільськогосподарських культур. Технологія широко використовується в Європі а також США, Австралії [4].

Спостереження за тим, як розвивалися різні культури у рамках цієї технології, показує, що Strip Till містить у собі великий потенціал, і в багатьох господарствах з часом може стати звичайною технологією вирощування сільськогосподарських культур. Це стосується обробітку як просапних культур, таких як кукурудзи та буряку, так і зернових культур, таких як ріпак.

Список літератури:

1. Паламарчук В.Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур. Навчальний посібник. Вінниця, 2010. 680 с.
2. Гречкосій В.Д., Шатров Р.В.. Ефективність технології strip-till в системі обробітку ґрунту. Науковий вісник НУБіП України: Серія «Техніка та енергетика АПК». К., 2015. Вип. 212, ч.1. С. 309-314.
3. Голуб Г.А., Дворник А.В. Ефективність технології strip-till в системі обробітку ґрунту. Науковий вісник НУБіП України: Серія «Техніка та енергетика АПК». К., 2014. Вип. 196. С. 48-55.
4. Підручник. С. М. Каленська, Л. М. Єрмакова, В. Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, М.І. Поліщук. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 448 с.

УДК: 351.777:504.06

ЗАЛЕЖНІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ

Романашенко О.А., доц., Німець О.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Розкрито сутність та вплив родючості ґрунтів на отримання високих врожайів сільськогосподарських культур. Проведено аналіз хімічного стану ґрунтів.

В усі часи, на різних стадіях розвитку суспільно-економічних формацій у свідомості людини поняття про ґрунт і його родючість були невід’ємними одне від одного. Родючість людина завжди розглядала як найістотнішу властивість землі як засобу виробництва. В Україні тривалий час панувала думка, що відносно родючості ґрунтів не існує ніякої проблеми. Адже Україна володіє чвертю світових запасів чорноземів. Проте насправді виявилось, що нині вони хіба що за кольором такі. Враховуючи це, вже назріла гостра потреба у вирішенні питання щодо виявлення причин зниження родючості ґрунтів України і визначення перспективи її відтворення та збереження.

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 [1].

Дегуміфікація, або зменшення гумусу в ґрунті, є контрольованим показником зниження його родючості. Багаторічні дослідження показують, що основними причинами дегуміфікації ґрунтів України є зниження загальної культури землеробства, зменшення обсягів внесення органічних добрив, неконтрольований розвиток водної ерозії та дефляції. На жаль, процеси дегуміфікації протягом останніх 20 років не зупинилися, а продовжуються з достатньо високою інтенсивністю. Так, за результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення вміст гумусу в Україні зменшився на 0,5 % в абсолютних одиницях, а площа з високим і дуже високим вмістом гумусу становить лише 22,7 % від обстеженої. У разі продовження інтенсивного ведення сільського господарства і відсутності заходів з поповнення запасів у ґрунтах гумусу його вміст, а відповідно і родючість ґрунтів, будуть знижуватися і відбуватиметься виснаження ґрунтів. Варто задуматись над такими даними.

Декальцинація, або кислотна деградація ґрунтів. Це – одна з найгостріших проблем сучасності та найближчого майбутнього, яка пов’язана зі зростанням кислотності ґрунтового покриву і погіршенням агрохімічних властивостей ґрунтів. Дослідження показують, що в Україні понад 11 млн. га дерново-підзолистих, буроземних, сірих лісових ґрунтів і чорноземів опідзолених з підвищеною кислотністю, з яких 7,8 млн. га припадає на ріллю, а понад 3 млн. га

– на природні кормові угіддя. Кисле середовище ґрунтів є одним із факторів одержання високих і якісних урожаїв сільськогосподарських культур. Недобір урожаю основних культур через негативний вплив кислотності ґрунтів щороку становить близько 1 млн. 350 тис. зернових одиниць. На півдні України, на противагу кислотності, важливим фактором, що обмежує високоефективне використання ґрунтів, є значне поширення їхніх лужних відмін. Загалом у степових областях виявлено 4,7 млн. га підлужених ґрунтів, що становить 48 % орних земель [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. 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 зниження врожайності сільськогосподарських культур [3].

Дослідження показують, що зберегти і відтворити родючість ґрунтів України можна лише за рахунок запровадження комплексних заходів.

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 літератури:

1. Греков В.О., Тараріко О.Г., Панасенко В.М., Мудрик С.Г., Фролова О.М. Адаптація національної системи охорони ґрунтів до проекту рамкової ґрунтової директиви ЄС та Ради Європи. Агроекологічний журнал. 2011. № 2. С.45–51.
2. Демчишин А.М., Віщак В.М., Світа Д.Я. Проблеми відтворення і підвищення родючості ґрунту орних земель Львівської області та шляхи їх вирішення. Агроекологічний журнал, 2011. № 2. С.58–63.
3. Долженчук В.І., Яценюк О.В., Крупко Г.Д., Глуценко М.К., Хамбір Т.В., Запасний В.С. Агримеліоративні заходи підвищення родючості ґрунтів. Сільськогосподарські меліорації, використання меліорованих земель. К., 2010. С.98–105.

УДК: 351.777:504.06

ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ ЯК ВАЖЛИВА ЕКОЛОГІЧНА КОМПОНЕНТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Романашенко О.А., доц., Філіпась О.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. У статті розкрито вплив агроекологічних умов на розвиток сільськогосподарського виробництва України. Розглянуто питання екологічної безпеки вирощування сільськогосподарських культур.

Стабільний розвиток аграрного сектору залежить від ефективного використання задіяного у виробництві сільськогосподарської продукції природо-ресурсного потенціалу, а також дотримання сільгоспвиробниками вимог раціонального природокористування та збереження екологічних компонентів довкілля.

Тому виникає необхідність вироблення механізмів державної політики щодо вдосконалення агроекологічних мов функціонування сільського господарства, за яких буде забезпечено стабільний еколого-збалансований розвиток галузі, а також сільських територій, на яких здійснюється сільськогосподарська діяльність.

Нинішній екологічний стан України характеризується «переспоживанням» природних ресурсів. У процесі землекористування земельні ресурси як важлива екологічна компонента навколишнього природного середовища зазнають суттєвого екологічного навантаження.

Використання сільськогосподарської техніки в польових роботах, а також при транспортуванні продукції та сировини спричиняє викиди забруднюючих речовин в атмосферу від пересувних джерел, а отже впливає і на стан повітря.

В Україні діє низка законодавчих актів, в яких передбачено механізми стимулювання підприємств до раціонального, еколого-безпечного використання задіяних у виробництві ресурсів, у т.ч. у сфері сільського господарства. Це, насамперед, Земельний, Водний та Повітряний кодекси України, Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища», «Про охорону земель», «Про охорону атмосферного повітря» та ін.

Так, у частині використання земельних ресурсів Земельний кодекс України та Закон України «Про охорону земель» виділяють основні заходи щодо економічного стимулювання охорони та використання земель і підвищення родючості ґрунтів землевласниками та землекористувачами:

надання податкових і кредитних пільг фізичним і юридичним особам, які здійснюють за власні кошти заходи щодо захисту земель від ерозії, підвищення родючості ґрунтів та інші заходи, передбачені загальнодержавними і регіональними програмами використання та охорони земель;

звільнення землевласників і землекористувачів від плати за землю і земельні ділянки, на яких виконуються роботи з меліорації, рекультивациі, консервації земель та інші роботи щодо охорони земель на період тимчасової

консервації, будівництва і сільськогосподарського освоєння земель відповідно до затвердженої документації із землеустрою;

компенсування сільськогосподарським товаровиробникам недоодержаної частки доходу внаслідок консервації деградованих, малопродуктивних, а також техногенно забруднених земель;

застосування прискореної амортизації основних фондів землеохоронного і природоохоронного призначення.

Водночас, практичне здійснення вищевказаних заходів стримується відсутністю законодавчо визначеного порядку стимулювання землекористувачів, які здійснюють землеохоронні заходи.

Важливим і перспективним напрямом є екологічна диверсифікація сільськогосподарського виробництва, яка передбачає розвиток видів економічної діяльності у сільській місцевості і має на меті зменшення сільськогосподарських ризиків, а також ощадливе ставлення до довкілля.

У цілому, сприяння на державному рівні вирішенню проблеми вдосконалення агроекологічних умов функціонування сільського господарства в Україні дозволить задовольнити окремі економічні, соціальні та екологічні інтереси держави і суспільства: на національному рівні – забезпечити поліпшення стану природних ресурсів, залучених до сільськогосподарського виробництва, зростання експортного потенціалу за рахунок виробництва екологічно чистої продукції; на громадському – задовольнити потреби у чистому довкіллі та якійсій продукції; на підприємницькому – забезпечити зростання дохідності та підвищення соціальної відповідальності бізнесу.

Список літератури:

1. Іванюта С. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження. Аналітична доповідь. К. НІСД, 2012. С. 11 [Електронний ресурс]. - Режим доступу : http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/Ocin_monitor-a70a1.pdf
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. К. : Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT & K. – 2012. – 258 с.
3. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21.12.2010 р. № 2818-VI. Урядовий кур'єр. – 2011. 9 лют. № 24.

СВІТОВА ТЕНДЕНЦІЯ ВИРОБНИЦТВА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Пархоменко А.С. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Застосування мінеральних добрив у сільське господарство дозволило збільшити виробництво продуктів, що викликало бурхливе зростання приросту населення земної кулі. Але інтенсифікація сільського господарства впливає довкілля, клімат, здоров'я людей. Глобальне виробництво добрив спричиняє викид в атмосферу до 1,4% вуглекислого газу, а застосування добрив у землеробстві є основним джерелом викидів парникових газів. Згідно з даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO), сьогодні у світі щорічно застосовується понад 200 млн т мінеральних добрив. З них понад 100 млн. т. азотних добрив, близько 50 млн. т. фосфорних добрив та понад 40 млн. т. калійних.

Використання мінеральних добрив поширене у країнах, де застосовується великомасштабна механізація сільського господарства.

У промислових масштабах азотні добрива виробляються з використанням хімічної реакції, коли з газу отримують газоподібний водень, який при високому тиску і температурі змішують з азотом. В результаті такого синтезу виходить аміак, який є основним компонентом азотовмісних добрив.

Фосфорні добрива виробляють із фосфорної руди. Яка після видобутку обробляється сірчаною кислотою, що дозволяє отримати фосфорну кислоту, яка використовується для одержання різних фосфорних добрив.

При внесенні в ґрунт азотовмісних добрив частина хімічно активного азоту поглинається рослинами, а інша частина втрачається в навколишньому середовищі та в атмосфері. В атмосферу азот потрапляє у вигляді газоподібного аміаку, який утворює тверді частинки, тим самим створюючи ефект атмосфери, що зігріває, що веде до потепління. Крім того, надмірне використання азотних добрив призводить до знищення корисних мікробів у ґрунті.

Надлишок фосфорних добрив у ґрунті призводить до надлишку фосфору, що закріплюється на органічному матеріалі у вигляді солей, що призводить до форми фосфату, непридатного для рослин. Все це призводить до викидів парникових газів. Це пов'язано не тільки із застосуванням мінеральних добрив, а й із транспортуванням їх до місць використання.

На початок 2022 року в ООН було прийнято резолюцію щодо раціонального використання азоту. Документ закликає «прискорити дії зі значного скорочення відходів азоту в усьому світі до 2030 року за рахунок покращення сталого застосування азоту».

При цьому промисловість, що виробляє мінеральні добрива, повинна бути орієнтована на глибоке їхнє попереднє очищення. Водночас має бути організована глобальна система контролю хімічного складу мінеральних добрив на вміст важких металів і токсичних елементів. Також спостерігаються позитивні тенденції щодо виробництва добрив. Багато фірм почали вивчати «екологічні»

методи виробництва, у тому числі за рахунок використання процесу Габера-Боша з використанням відновлюваних джерел енергії. Інші дослідження зосереджені пошуку альтернативних методів синтезу аміаку. Стверджується, що це дозволить знизити вуглецевий слід на 80-90% нижче. Все гострішим стає питання про налагодження системного випуску нових форм добрив з мікроелементами, у тому числі тривалого - вегетативно-синхронної форми, що діє. Застосування яких з урахуванням конкретних агрогеохімічних умов полів дозволить одержувати високі врожаї, продукцію із заданим біохімічним та мікроелементним складом, але при цьому усуне небажаний ефект техногенного забруднення.

Список літератури:

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 – Гирки: 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. Меджидов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – 2012. – №124 – С. 48–52.
8. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романашенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

ДИФЕРЕНЦІЙНЕ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Пархоменко А.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Врожайність одного й того ж поля, як правило, мінлива. Причому різниця у врожайності між ділянками на одному полі може сягати 200...300 %. На це впливає безліч факторів, таких як: умови зволоження, рельєф, властивості ґрунтоутворюючих порід, агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунтів та чуйність культур на внесені з добривами поживні речовини.

Прийнятий у більшості господарств підхід до внесення добрив з єдиною нормою на всю поверхню поля лише погіршує поживний баланс, призводячи до дефіциту поживних речовин на одних ділянках поля та надлишку їх на інших. Ця проблема вирішується за допомогою диференційованого внесення добрив. Основна мета якого полягає у формуванні високопродуктивних посівів за рахунок оптимізації харчування рослин з урахуванням неоднорідності родючості ґрунту, тобто підвищення дози внесення добрив на ділянках з гострим дефіцитом харчування та скорочення дози внесення у місцях з оптимальним рівнем харчування рослин для того, щоб уникнути появи на полі ділянок зі слабким розвитком рослин або надмірним вегетативним зростанням, що призводить до вилягання посівів. Це завдання вирішується двома шляхами: внесенням добрив у режимі «offline»; внесенням добрив у режимі "online".

У першому випадку (offline) алгоритм диференціювання дози добрив заздалегідь підготовлений і завантажений в бортовий комп'ютер агрегату у вигляді карти припису, сформованої на основі розрахунків доз добрив по зонах неоднорідності поля (застосовується для основного внесення) і техніка працює за введеною програмою з усіма розрахунками. Для карт припису внесення добрив алгоритм диференціювання доз може бути різним за змістом факторів, що використовуються. Найпростіший алгоритм, коли дози внесення добрив диференціюються залежно від розрахункових доз елементів живлення під плановану врожайність культури з урахуванням агрохімічних показників ґрунту елементарними ділянками поля (площа елементарної ділянки залежить від ступеня неоднорідності властивостей ґрунту). Інший, складніший алгоритм, коли доза внесення добрив диференціюється залежно від розрахункової дози добрив під змінну потенційну врожайність культури у зонах неоднорідності поля, виділених з допомогою статистичних методів аналізу комплексу чинників.

У другому випадку (online) диференціювання дози внесення добрив заснована на розрахунку та корекції необхідного обсягу добрив прямо під час роботи машини в полі. Цей спосіб передбачає використання датчиків-спектрометрів (N-сенсор, Green Seeker, Crop Spec), які встановлюють на тракторі, що рухається. Алгоритм диференціювання заснований на принципі зміни доз внесення залежно від показників вегетаційного індексу NDVI (нормалізований диференційований вегетаційний індекс, діапазон значень 02-09), отриманих в онлайн режимі з азотного сенсора. Який обчислюється

процесором сенсора для відображення рослинами сонячного світла в червоному та інфрачервоному діапазонах. Чим краще розвинена рослинність, тим вище значення NDVI. Перед роботою система калібрується під кожен сорт, що вирощується або гібрид оператором за допомогою портативного азотного тестера на діапазон зміни дози внесення добрив в залежності від інтервалу зміни вегетаційного індексу. На різних стадіях розвитку рослин алгоритм диференціювання доз добрив може бути налаштований по-різному в залежності від поставленої мети: стимулювати кушіння, знизити вилягання, уникнути азотного голодування на загущених ділянках стійких до вилягання сортів.

Диференційоване внесення добрив, надалі, може бути об'єднане в один комплекс з диференціюванням норм висіву насіння, що дозволить більшою мірою керувати продуктивністю посівів.

Список літератури:

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. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 З. 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 «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

УДК 661.33

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ В ҐРУНТ

Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Рибальченко С.В., магістрант.

Державний біотехнологічний університет

Одним із найважливіших факторів погіршення стану ґрунту в Україні є його забруднення. Який відбувається через порушення норм внесення добрив. При цьому середні норми внесення мінеральних удобрень у землеробстві встановлені в межах:

Для азотних добрив таких, як: - аміачна селітра та січовина – 10...25 г/м²; амофос, нітроамофос – 15...30 г/м²; натрієва та кальцієва селітра – до 70 г/м².

Калійні удобрения вносяться у таких межах: - хлористий калій 20...40 г/м²; сірчаноокислий калій 10...15 г/м²; калійна селітра 15-20 г/м².

Існують три найбільш популярні способи розрахунку норм внесення добрив:

- розрахунок методом елементного балансу виходячи із запасу питних речовин у ґрунті;
- розрахунок норм добрив на збільшення врожайності;
- розрахунки за допомогою балансового методу.

Перший спосіб полягає в тому, що дози внесення добрив визначають за різницею між винесенням елементів живлення культурами (планованою врожайністю) та можливим їх споживанням із ґрунту, тобто шляхом компенсації виносу питних речовин. При цьому враховують доступність елементів живлення із ґрунту та добрив. Дози добрив розраховують за формулою:

$$D_y = B - (П - K_n)/K_y, \quad (1)$$

Де: B – господарське винесення елемента живлення запланованим урожаєм, кг/га; $П$ - вміст рухомих форм елемента в орному шарі ґрунту, кг/га; K_n – коефіцієнт (частка) використання елемента рослинами із ґрунту; K_y - коефіцієнт використання елемента рослиною з добрив. Даний метод досить простий, проте точність визначення оптимальної дози елемента живлення (добрива) невисока, оскільки всі показники, які використовуються для розрахунку норм, суттєво варіюються.

Інший спосіб норм внесення добрив розраховують на плановане збільшення врожаю. Цей спосіб полягає в тому, що частина запланованого врожаю створюється за рахунок елементів живлення, що містяться в ґрунті, а збільшення врожаю формується завдяки елементам, що вносяться з добривами. Метод визначення доз удобрень збільшення врожаю дає більш точний прогноз.

При цьому методи дози удобрень (D_y , кг/га) визначають за формулою:

$$D_y = H \cdot V_n \cdot K, \quad (2)$$

де: H - норма витрати добрив отримання 1 т основної продукції, кг;
 U_n – запланована врожайність, т/га; K – поправний коефіцієнт на плодючість ґрунту.

Недолік цього методу полягає в тому, що в ньому не враховується вплив рівня добрив, що вносяться перед цим.

Третій спосіб, це балансовий метод визначення норм удобрень, що ґрунтується на встановленні виносу елементів живлення з планованим урожаєм та використанні їх з урахуванням коефіцієнтів із ґрунту та удобрень. При цьому способі слід враховувати:

- винесення елементів живлення із ґрунту з урожаєм культури;
- вміст рухомих сполуку елементів живлення у ґрунті;
- коефіцієнти використання елементів живлення з ґрунту та добрив;
- масу орної кулі ґрунту, для якої розраховують зміст рухомих сполуку елемента живлення.

Слід зазначити, що всі перелічені методи перспективні, насамперед, в умовах достатнього зволоження та зрошення, де лімітуючим фактором у отриманні високих та стійких урожаїв є нестача елементів живлення в ґрунті, а забезпеченість господарства удобреннями досить висока (не менше 150 кг/га).

Список літератури:

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. Романащенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 - 80 3. 3

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. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

УДК 661.33

**ПІДГОТОВКИ КАРТИ - ЗАВДАННЯ ПОЛЯ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО
ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ**

Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Рибальченко С.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Диференційоване внесення добрив є одним із найважливіших елементів точного землеробства. Воно передбачає, що удобрення вносять вибірково, там, де потреба в тих чи інших удобреннях особливо актуальна. Насправді застосовується два основних способи внесення - як реальної години (on-line) і внесення з попередньо підготовленою картою поля (off-line). Інший варіант є кращим. Підготовка до внесення добрив у режимі попередньої підготовки картою полів складається з п'яти етапів.

На першому етапі - створюється попередня електронна карта поля щодо забезпечення ґрунту хімічними елементами живлення. Для створення використовуються: дані супутників, оброблені за допомогою спеціальних програм; картування, проведене за допомогою зйомок із безпілотних літальних апаратів; картки врожайності, що записуються бортовими комп'ютерами комбайнів із функцією картографування; об'їзд полів з GPS-обладнанням

На іншому етапі - наводять відбір ґрунту. Технологія відбору полягає насамперед у визначенні координат виділених ділянок на електронній карті. Розташування таких ділянок встановлюється за допомогою високоточного приймача GPS. Відбір проб для агрохімічного аналізу необхідно проводити з огляду на вертикальну структуру, неоднорідність ґрунтового покриву, рельєф та клімат місцевості.

Третій етап - полягає у проведенні лабораторних аналізів відібраних зразків ґрунту. Аналіз включає визначення вмісту в ґрунті азоту, фосфору, калію, сірки. Також визначають кислотність ґрунту (рН), засоленість, вміст органічної речовини (потенціал ґрунту) кількісного вмісту макро та мікроелементів. Отримана інформація дозволяє уточнити уявлення про родючість ґрунту та за допомогою програмного забезпечення створити уточнену електронну карту поля.

На четвертому етапі - розраховують дози удобрення за нормою діючої речовини на гектар під планований урожай. При цьому обов'язково враховують отримані рекомендації щодо агрохімічного аналізу ґрунту. Розраховані значення норм внесення добрив формують у програмі SMS-Advanced карту-завдання на внесення добрив, що складається з елементарних ділянок, колір яких відповідає заданій нормі внесення добрив у фізичній вазі. Шкіра з елементарних ділянок має однаковий розмір (виходячи із ширини захоплення розкидача) та свою географічну прив'язку.

П'ятий етап - полягає у завантаженні карти-завдань у бортовий комп'ютер трактора. При русі якого полем бортовий комп'ютер використовуючи дані позиціонування з високоточного GPS-приймача, зчитує інформацію з карти-завдання і видає команди на диференціювання заданої дози внесення

мінеральних добрив. Доза добрив на диски розкидання регулюється вузлом - дозатором розкидача. Який збільшує чи зменшує подачу добрив у заданій точці поля.

Список літератури:

1. Юрген Шеллберг, Майкл Дж. Хілл, Роланд Герхардс, Маттіас Ротмунд, Маттіас Браун. Точне землеробство на пасовищах: застосування, перспективи та обмеження. Європа. Журнал "Агрономія 29" (2008). Р. 59-71.

2. І.А. Кустарніков, Є.В. Герасимов, Г.Г. Шматьцько, І.В. Глава. Диференційоване внесення мінеральних добрив є елементом точного землеробства. Збірник наукових праць Sworld. Том 15. №4. 2013. С. 53-55.

3. 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.)

4. Сіренко Н. М. Управління стратегією інноваційного розвитку аграрного сектору економіки України: монографія. Миколаїв, 2010. 416 с.

5. 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.

6. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артюмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романашенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 - 80 3. 3

7. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. №23

8. 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.

9. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романашенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

УДК 661.33

НАЛАШТУВАННЯ І ОЦІНКА ЯКОСТІ РОБОТИ МАШИН ЩОДО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Ладний В. Ю. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Удобрення слід рівномірно вносити по всій площі поля. Для тукових відцентрових розкидачів нерівномірність не повинна перевищувати 25 % розподілу по ширині розкидання. При цьому для нормальної роботи дозуючих висівних апаратів вологість удобрень має бути не вищою: гранульованих – 1...5 %, порошкоподібних – 5...15 % залежно від їх виду. Час між внесенням та закладенням добрив не повинен перевищувати 12 годин. Перед внесенням удобрень необхідно провести роботи з підготовки поля до роботи. Які полягають у виборі способу руху, відбиванні поворотних смуг, розмітці лінії першого проходу. Залежно від тривалості гону поля та його конфігурації визначаються із місцем завантаження розкидача. Завантаження зазвичай проводиться на поворотній смузі з одного боку поля. Відстань між точками заправки розраховують за такою формулою:

$$l = \frac{m \cdot 10^5}{2L \cdot Q} \quad (1)$$

де: L - Довжина гону, м.; Q - норма внесення добрив, кг/га; m - маса добрив у кузові.

Підготовка машин до роботи включає зовнішній огляд, перевірку кріплень та технічного стану всіх складових частин. Особливу увагу треба звертати на кріплення ходової системи, трансмісії та робочих органів, що розкидають. Встановлення дози внесення мінеральних удобрень проводять наступним чином. За таблицею налаштування залежно від дози внесення та виду добрив визначають величину відкриття заслінок дозуючого пристрою, швидкість руху машини та положення лімба-регулятора швидкості руху донних конвеєрів. Так як наявне удобрення може не відповідати стандартам по вологості, то до виїзду в поле перевіряють фактичний висів добрив шляхом пробного висіву на плівку або брезент з установкою огороження з плівки (брезента). Для цього включають у роботу машину на 1 хвилину. Збирають висіяні удобрення окремо з правого та лівого боку від осьової лінії машини та визначають рівномірність та дозу внесення добрив за формулою

$$D = \frac{q600}{VB}, \text{ кг/га.} \quad (2)$$

де: D - розрахункова доза внесення, кг/га; q - маса добрив, зібраних після хвилинного розсіву, г/хв; V - робоча швидкість, км/год; B - робоча ширина внесення, м.м.

Маса добрив, висіяних з правого та лівого боку машини, повинна бути однаковою. Це забезпечує рівномірність внесення добрив. Правильність установки машини на задану норму внесення добрив та рівномірність висіву

перевіряють потім у полі. Для цього засипають у машину зважену кількість добрив, розкидають по полю та заміряють площу поля, на якій воно розкидано. Розділивши масу добрив на площу поля, на якій воно розкидане, визначають фактичну дозу добрив, що вносяться. При відхиленні від заданої норми здійснюють регулювання.

Якість внесення мінеральних добрив (рівномірність розподілу їх по полю) та фактичну дозу їх визначають на контрольній ділянці поля або спеціальному регульовальному майданчику за допомогою металевого ящика. Внутрішні розміри ящика (мм)-500 x 500x50 (площа 0,25 м²). Для збору проб удобрень при робочому проході машини ящики розстановлюють на заданій оптимальній робочій ширині внесення в один ряд, поперек напрямку руху машини. Відстань між ящиками в ряду повинна бути не більше 0,5 м. Для забезпечення перевірки якості внесення добрив необхідно виконати чотири проїзди агрегату човниковим способом з відстанню між сусідніми проходами, що дорівнює заданій робочій ширині внесення.

Після проїзду агрегату встановлюють дозу внесення проби удобрення. Послідовно збирають у пронумеровані цифрами поліетиленові пакети або паперові конверти і зважують з точністю до 0,1 г. Ящик, що звільнився встановлюють на колишнє місце. Результати зважування заносять у відомість. Потім підсумовують маси окремих проб, ділять загальну масу на кількість ящиків та визначають середню величину маси удобрення, що припадає на один ящик. Фактичну дозу внесення удобрення (кг/га) при заданій робочій ширині внесення визначають шляхом множення на число 10 отриманої середньої маси проби удобрення (у грамах), що припадає на один ящик. Якщо величина фактичної дози відрізняється від заданої більш ніж на 10%, регулюють величину відкриття дозуючих пристроїв, здійснюють повторний проїзд машини та визначають фактичну дозу внесення удобрення. Нерівномірність внесення добрив визначають за відносною величиною (у відсотках) відхилення максимальної та мінімальної маси проб на ящиках фактичної середньої маси проби. Якщо величина відхилення під час роботи відцентрових розкидачів не перевищує 25 %, то вважають, що машина вносить удобрення на заданій робочій ширині з нерівномірністю, що не перевищує агротехнічний допуск. Якщо величина зазначеного відхилення хоча б на одному ящику становить більше 25%, проводять повторне регулювання рівномірності внесення.

Список літератури:

1. 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.
2. Калюжний О.Д. Оцінка розмірних та якісних параметрів роботи горизонтального дискового дозатора М./М.П.Артёмов, О.Д. Калюжний, О.А. Ромашенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80 З. С
3. Патент на корисну модель. UA 153252 U. Агрегат для розкидання мінеральних добрив 07.06.2023, Бюл. № 23

4. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романашенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідній, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Віп 198, 2019.

5. Петровець В.Р., Степук Л.Я., Дудко Н.І., Колос С.В. Технологічний процес, налаштування, регулювання та оцінка якості роботи машин для внесення добрив. Гірки. БДСГА, 2012.

УДК 661.33

ОГЛЯД ОБРИСКУВАЧІВ ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ЯДОХІМКАТІВ

Калюжний О. Д., к.т.н., доц., Ладний В. Ю. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Обприскувачі, що випускаються промисловістю, діляться на самохідні і причіпні. Принцип роботи всіх обприскувачів полягає у збільшенні чи зменшенні норми внесення розчинів на одиницю поверхні поля залежно від зміни біомаси рослин на цій одиниці поверхні поля. Конструктивна складність обприскувачів полягає в тому, що норми подачі встановлюються шляхом зміни тиску розчину в магістральному трубопроводі обприскувача. При цьому форсунки обприскувачів можуть ефективно працювати лише у вузько встановленому діапазоні тисків. Вихід із цього діапазону істотно веде до зміни розміру краплі та смолоскипа розпилу, що порушує якість роботи форсунки. Розроблена система Ama Select дозволяє в автоматичному режимі здійснювати перемикання потоку розчину з форсунки на форсунку при змінах його тисків у системі. Для цього форсунки з різними технічними характеристиками згруповані в окремому блоці, який встановлюється на обприскувачі штангах. Це дозволяє змінити норму внесення розчинів до 300% протягом кількох секунд без істотної втрати якості.

Інший напрямок - встановлення флуоресцентних датчиків (Ama Spot, Weed Seeker, Wee dIT), які розпізнають пігмент хлорофілу. Такі системи дозволяють розподіляти засоби захисту рослин з максимальною ефективністю за одночасного зниження норми витрати препаратів. Принцип роботи таких систем полягає в наступному: спеціальні світлодіоди сканують поверхню в червоному та інфрачервоному діапазоні, відбите світло фіксується детектором на сенсорі. Як тільки бур'ян визначений і перебуває під розпилювачем, спрацьовує розпилювач.

Компанія AGCO пропонує самохідну машину RoGator 1300C, на якій використовується технологія диференційованого внесення добрив. Обприскувач оснащений системою автоматичного керування та новою системою обприскування Liquid Logic, яка дозволяє автоматично відключати кожен метр штанги за допомогою електроклапанів розпилювачів.

Компанія John Deere розробила систему Exact Apply з форсуночного відключення. Робота полягає в наступному - якщо частина штанги обприскувача потрапляє на оброблену ділянку це розпізнає, і дана система відключає ті форсунки, які знаходяться над вже обробленою смугою поля. Крім цього, здійснюється перемикання упорскування на різні типи форсунок в залежності від швидкості руху, що дозволяє обприскувачу рухатися в діапазоні швидкостей від 8 до 29 км/год.

Система Exact Apply, що застосовується, з пульсацією форсунок до 30 герц в секунду дозволяє плавно регулювати норму внесення, що дає можливість

компенсації розвороту, при якому норма буде дотримуватися по всій ширині штанги, гарантуючи рівномірну якість обприскування, без перелива і недоливу.

Фірма Lechler розробила аплікатор Vario Select, який забезпечує автоматичне перемикання та оптимальне регулювання об'ємної витрати за рахунок комбінації розпилювачів різного типорозміру, а також електричний клапан відсіку ESV, який працює в режимі включити/відключити. У галузі цифрових рішень компанія Kuhn розробила програму Easy Maps. Що дозволяє модулювати карти внесення з необхідною нормою, на кожній конкретній ділянці з процентною часткою зміни. Це дозволяє усувати диспропорції та контролювати зміни у межах ділянки.

Список літератури:

1. 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.

2. 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.

3. Калюжний О.Д. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів /О.О. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В.

4. 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.

5. В.І. Мельник, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідний Дозуюче-подавальний модуль агрегату внесення рідких хімікатів. Інженерія природокористування, 2017, №1(7), с. 76 – 79

6. О.Д. Калюжний. Експериментальне дослідження відцентрового розприскувача рідких хімікатів./ О.А. Романащенко, О.Д. Калюжний, Р.В. Рідни, І.Р. Ростовський. Вісник ХНТУСГ «Механізація с.г.», 2019. Вип. № 198 Стр. 201-205.

7. Нетецький, Л.Г., Артьомов, М.П., Калюжний, О.Д., Ростовський, І.Р. Математичні дослідження траєкторія польоту краплі рідини', Інженерія природокористування, №3(17), 2020 с. 81-85

8. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артьомов [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 600 с.

УДК 661.33

АНАЛІЗ МАШИН З ДИФЕРЕНЦІЙНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Калюжний О.Д., к.т.н., доц., Батура С.М. магістрант

Державний біотехнологічний університет

За наявності значних коливань ґрунтової родючості в результаті диференційованого внесення добрив норма добрива вноситься тільки на тих ділянках поля, де це необхідно. Але ефективність цієї роботи значною мірою залежить як від точності визначення основних елементів живлення у ґрунті, так і від якості виконання операції диференційованого внесення добрив тією чи іншою машиною.

Диференційоване внесення мінеральних добрив здійснюється двома основними способами: внесення в режимі реального часу (on-line) та в режимі з попередньо підготовленою електронною картою поля (off-line). Переважний відсоток внесення добрив (близько 80 %) проводять за допомогою відцентрових розкидачів. Такі розкидачі зарекомендували себе простотою конструкції, великою продуктивністю, низькими витратами праці. Але їх головний недолік це незадовільна рівномірність розподілу добрив по ширині розкидання. Як відзначають багато авторів, цей тип машин вичерпав можливості модернізації за їх якісними характеристиками. Що обмежує застосування цих машин для операцій диференційованого внесення добрив. Також є претензії і до системи точного землеробства, особливо у питанні складання електронних карт. На сьогоднішній день супутникове зондування ґрунту на предмет утримання в ньому різних поживних речовин не повністю задовольняє бажаним результатам через низьку точність їх визначення, що потребує додаткового проведення різних хімічних аналізів ґрунту на вміст у ньому поживних речовин, що дуже трудомістко та затратно.

Проведений аналіз існуючих машин показав, що їх конструктивні можливості не дозволяють здійснювати диференційовано необхідні введення дози з точністю 2...5% на ширині захоплення 1...3 метри. Тому деякі автори розглядають інший підхід щодо внесення гранульованих добрив диференційованим способом з використанням пневматичних систем групового дозування.

Така машина показана на рисунку 1. Як стверджують автори, машина дозволяє диференційовано вносити добрива, на основі поточних індексів NDVI та історичних карток продуктивності поля, автоматично змінюючи норму внесення кожні чотири - п'ять метри за шириною захоплення, від 0 до 400 кг у фізичній вазі, згідно з обраною стратегією.



Рисунок 1. Пневматична машина диференційованого внесення твердих мінеральних добрив.

Найбільш важким технічним завданням внесення добрив у режимі реального часу (on-line) є експрес-датчики, що визначають наявність доступних елементів живлення у ґрунті. Він передбачає попередньо визначити агроумови виконання операції, а доза добрив визначається безпосередньо під час виконання операції. В даний час відомий оптичний азотний сенсор Hydro-N-Sensor. Hydro-N-Sensor – оптичний прилад, що дозволяє оптимізувати внесення мінеральних добрив при азотному підживленні рослин. Ці датчики вловлюють відбите світло від листової поверхні в червоному та інфрачервоному діапазоні світла. Дані аналізуються кожну секунду, і за ними визначається вміст хлорофілу в листі та біомаса. Інформація від датчиків передається на бортовий комп'ютер, який керує системою дозування розподільника мінеральних добрив.

Точна робота даних датчиків залежить від їхнього калібрування під реальні умови роботи. Точність калібрування залежить від безлічі факторів та наявності вивірених калібрувальних таблиць, що є основним пріоритетом якісної роботи машин, що розкидають мінеральних добрив.

Але при всіх інших перевагах автоматизованого дозування мінеральних добрив, досягти високої якості можна тільки при внесенні добрив з гарним гранульованим складом та при стійкій роботі в межах технічно передбачених норм для даної машини.

Список літератури:

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. Ромашенко, 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

УДК 661.33

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Кал»южний О.Д., к.т.н., доц., Батура С.М. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Мінеральні добрива є одним із найважливіших факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Близько половини приросту врожайності культур, що виробляються людиною, отримують від застосування добрив. Внаслідок зневажливого ставлення до застосування мінеральних добрив, неправильного проведення сільськогосподарських робіт у світі накопичилися мільйони гектарів порушеної землі, що призводить до забруднення повітря, ґрунту, озер та річок відходами. Мінеральні добрива можуть дати максимальний ефект лише за дотримання науково-обґрунтованих норм, доз, прийомів, способів і термінів їх внесення. У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження безвідходних технологій, які не порушують екологічну ситуацію.

Азотні добрива при великих дозах їх внесення та при поверхневому внесенні здатні змиватися у великих кількостях поряд з фосфорними добривами у відкриті водоймища та розвитку в них великої кількості водоростей, а надалі до різкого прискорення евтрофікації водойм. Азот добрив легко може вимиватися з ґрунтів аж до ґрунтових вод і накопичуватися там у кількостях, що перевищують гранично допустиму концентрацію. Крім того, азот при високих дозах внесення азотних добрив накопичується у вигляді нітратів у продукції рослинництва в кількостях, що перевищують гранично допустиму їх концентрацію, що викликає тяжкі захворювання людини та тварин.

Фосфорні добрива містять у своєму складі поряд з фосфором і важкі метали, і радіоактивні стронції і при високих дозах і систематичному їх внесенні здатні накопичити в ґрунтах їх підвищену кількість.

Калійні добрива здебільшого містять поряд з калієм і хлор, який при внесенні високих доз калійних добрив негативно впливає на зростання та розвиток багатьох культур. Крім того, калійні добрива містять у своєму складі радіоактивний ізотоп калію.

Порушення технологій внесення мінеральних добрив значно впливає на кругообіг та баланс поживних речовин у природі, значно погіршує агрохімічні властивості та родючість ґрунтів. Незбалансоване харчування рослин макро та мікроелементами призводить до зниження врожайності та якості продукції. Все це призводить до значних втрат мінеральних добрив, забруднення ґрунтових вод та водойм.

Перед агрохімічною наукою стоять завдання: розробити нові методи комплексної ґрунтово-рослинної діагностики. Яка дозволить визначати вміст у ґрунті кількість доступних рослин мікроелементів та встановлювати параметри їх оптимального вмісту для отримання запланованих урожаїв. Крім цього, на основі цієї методики виникає можливість проведення агрохімічного обстеження сільськогосподарських земель на забезпеченість її рухомими формами мікроелементів.

В даний час багато фермерських господарств переходять до «природного землеробства з нульовим бюджетом» (ZBNF), яке передбачає відмову від використання добрив та інших хімікатів на користь регенеративних та інших стійких підходів. Як свідчать проведені дослідження, що екологічно стійкі методи ведення сільського господарства «загалом позитивно впливають» на врожайність, особливо в поєднанні з невеликими кількостями азотних добрив.

Проблеми охорони навколишнього середовища мають глобальний характер і можуть бути вирішені лише на міжнародній основі. Тому для вивчення закономірності мінерального харчування рослин, балансу поживних речовин у системі (грунт – рослина – добрива) необхідний комплексний еколого-агрохімічний підхід у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з урахуванням об'єктивних даних про кругообіг елементів живлення.

Список літератури:

1. Вінська О. Й. Особливості сучасного стану реалізації Спільної аграрної політики Європейського Союзу. Економічний простір. № 56. 2016. С. 5-20.
2. Олійник О.Р., Сава О.П., Сидорук Б.О., Довгань С.В. Організаційно-економічний механізм забезпечення виробництва екобезпечної сільськогосподарської продукції: монографія. Тернопіль: Крок, 2014. 263 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. Ромашенко, 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 631.362.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РЕШЕТНОГО СТАНУ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ ПРИ ПІДГОТОВЦІ НАСІННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Гаєк» Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Збільшення виробництва зерна є основою сталого функціонування всього агропромислового комплексу та забезпечення продовольчої безпеки України. Отримання високоякісного товарного насіння забезпечує негайна, без проміжного зберігання, післязбиральна обробка вороху, що надходить з поля, з його поділом на фракції. Для цього використовуються різні зерноочисні агрегати, зокрема машини, що здійснюють очищення вороху на плоских решітках. Такі робочі органи є в даний час найбільш універсальними і широко використовуються на зерноочисних комплексах.

Решітні стани зерноочисних машин здійснюють зворотно-поступальний рух, що викликає вібрації, які негативно впливають на вузли та деталі машин, опорні будівельні конструкції, а також на працівників. Слід зазначити і високий рівень шуму під час роботи решітних станів. В результаті погіршуються умови виробничої середовища, що призводить до зниження ефективності технологічного процесу, виникнення захворювань у працівників, передчасного зносу машин, опорних будівельних конструкцій, і в результаті до додаткових фінансових, матеріальних та трудових витрат на виробництво продукції.

Для вібраційних ситових машин залежно від руху, що здійснюється робочим органом, і фізико-механічних властивостей частинок, що розділяються, існує кілька регулярних режимів вібраційного переміщення. Для зворотно-поступального руху робочих органів найкращим є режим руху частинок без підкидання з двома миттєвими зупинками у кожному періоді. Визначено також необхідні та достатні умови існування та стійкості всіх можливих режимів усталеного руху. Даний режим вібраційного переміщення збільшує ймовірність просіювання частинок та зменшує динамічні навантаження на сито.

Для зниження вібрації зерноочисних машин необхідно вивчити кінематичні та динамічні параметри роботи решітного стану, що дозволить виявити причини виникнення вібрації та обґрунтувати технічні рішення щодо її зниження.

Пошук технічних рішень, спрямованих на зниження вібрації зерноочисних машин є актуальним завданням удосконалення зазначених машин. В результаті зниження вібрації не тільки покращуватиметься умови виробничого середовища, умови праці працівників зерноочисних комплексів та елеваторів, а й підвищити ефективність очищення зернового матеріалу.

Список літератури:

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.

Красноруцький, 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 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. Сорочотяга // 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. Тищенко, 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 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 прямооточного 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

ХАРАКТЕРИСТИКА МАШИН ДЛЯ ПОДІЛУ СИПКИХ СУМІШЕЙ

Гаск Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Вібраційні сепаруючі машини використовуються для збагачення корисних копалин, вібраційної обробки деталей, виготовлення ливарних форм і вибивання опок, поділу різноманітних порошків, підготовки сировини у технологічних процесах виробництва будівельних виробів та харчових виробництв, сепарування зерна на елеваторах, підготовці насіння в агропромисловому комплексі. Характеристики машин для вібраційного поділу сипких сумішей наведені в таблиці 1.

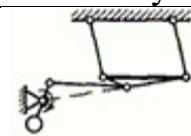
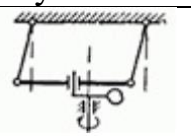
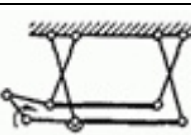
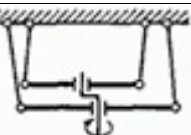
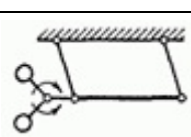
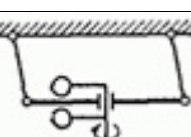
Таблиця 1. – Характеристика машин для поділу сипких сумішей

Ознаки поділу частинок		Спосіб поділу	Робочі органи	Коливання	Призначення машини
основні	супутні				
Розміри	Щільність, форма	Ситовий	Ситовий (решета)	Прямолинійні, кругові та еліптичні у горизонтальній або вертикальній площині	Грохоти (гірничовидобувальне виробництво), ситові сепаратори (сільське господарство), розсіви (зернопереробне виробництво)
Форма	Коефіцієнт зовнішнього тертя, щільність	Вібраційне транспортування	Комірчасті або шорсткі поверхні	Прямолинійні похилі до горизонтальної площини	Вибросепаратори
Щільність	Розміри, форма	Самосортування	Шорсткі поверхні (плоські або конічні) зі зливними патрубками	Кругові в горизонтальній площині, кругові сферичні	Камневідбірники Григоровича, фракціонування типу БОК (Зернопереробне виробництво)
Щільність та розміри	Коефіцієнт зовнішнього тертя, форма	Вібропневматичний без просіювання	Шорстка плоска поверхня	Прямолинійні похилі до горизонтальної площини	Вібропневматичні сепаратори (зернопереробне виробництво)
Густина та розміри	Форма	Вібропневматический с просеиванием	Сита и воздушные каналы	Прямолинійні похилі до горизонтальної площини	Ситівки (сільське господарство, зернопереробне виробництво), повітряні гуркоти (гірничодобувне виробництво), пневмостоли (сільське господарство)
Пружність	Щільність, коефіцієнт тертя	Ударновібраційний	Похилі, гладкі опорні	Горизонтальні, прямолинійні та поворотні	Сортувальні столи піддмашини

			поверхні з вертикальними бічними стінками	(зернопереробне виробництво)
--	--	--	---	------------------------------

Найбільш складними за технологічними вимогами є процеси сепарування та очищення в харчових виробництвах та при очищенні зерна. Це визначається великою різноманітністю фізико-механічних властивостей вихідних компонентів, а також високими вимогами до кінцевого продукту. Високі технологічні вимоги до якості сепарування зумовили найбільшу різноманітність, складність конструкції та приводів машин, що сепарують. При цьому їх принципові конструктивні та кінематичні схеми включають і сепаруючі машини суміжних галузей техніки, що використовують вібраційний поділ сипких сумішей.

Схеми деяких найпоширеніших машин з механічним збудженням коливань наведено у таблиці 2.

Привід	Рух	
	майже прямолінійне зворотне поступальне	кругове поступальне
З примусовим рухом		
Самобалансуючий		
З вібробудником		

У зернопереробних виробництвах більшість розділових процесів ґрунтується на застосуванні вібраційних машин.

На цих машинах здійснюються такі операції: очищення сировини від домішок, фракціонування, сортування.

Вібраційні сепаратори бувають безперервної та періодичної дії. Найбільшого застосування знайшли сепаратори безперервної дії.

Залежно від призначення дані машини відрізняються одна від одної за типом приводу, за числом і розташування ситових корпусів, що коливаються, за характером їх руху.

Список літератури:

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 I. 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. 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.

9. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаєк // Інженерія природокористування. — 2015. —№ 1 (3). — С. 123-127.

10. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенков Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаєк 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.

УДК 631.362.3

КЛАСИФІКАЦІЯ ВІБРАЦІЙНИХ СЕПАРУЮЧИХ МАШИН З ПЛОСКИМИ СИТАМИ ТА ПРИВОДІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Гуськов Р.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Основна технологічна функція сепараторів – очищення зерна від домішок за аеродинамічними ознаками (пилу, частинок оболонки, легких засмічених домішок) та розмірними ознаками (великі та дрібні частинки). Аналогічні кінематичні схеми мають вібраційні сепаруючі машини у гірничодобувному виробництві, сепаратори для фракціонування порошків. Для виділення органічних та мінеральних домішок, які відрізняються від зерна за вагою, але мають той же розмір та аеродинамічні характеристики застосовують каміннясепарувальні машини типу РЗ-БКТ та концентратори типу А1-БЗК.



Рисунок 1 – Класифікація вібраційних сепаруючих машин з плоскими ситами

Сортування проміжних продуктів подрібнення зерна за розмірами виробляють у розсіваннях. Сортування продуктів за якістю для отримання однорідних за вмістом ендосперму фракцій виробляють ситових машин (критерій поділу - різна щільність).

Для обробки сходової фракції після вимольних машини як допоміжна машина використовується віброцентрофуга РЗ-БЦА, яка забезпечує сепарування важкосипучої вологої суміші, що містить борошно.

За типом перетворення енергії, що перетворюється, в енергію механічних коливань приводи зерноочисних машин поділяються на наступні групи

(Рисунок 2). Найпростішими є кінематично жорсткі приводи. Перевагою кінематично твердого приводу в тому, що він забезпечує задану амплітуду коливань робочого органу при зміні частоти коливань, коливальної маси та технологічного навантаження. Недоліком такого приводу є дія великих інерційних сил на ланки пристрої. При зворотно-поступальному русі двох ситових корпусів застосовують коливач ексцентриковий.



До наступної групи приводних пристроїв відносяться інерційні коливання. Амплітуда коливань зерноочисних машин з інерційними коливальниками залежить від співвідношення частот вимушених і власних коливань, маси робочих органів та оброблюваного продукту.

За кількістю твердих тіл (корпусів), що коливаються, вібраційні зерноочисні машини діляться на одномасні і двомасні. У двомасних зерноочисних машинах послідовне просіювання розшарованої зернової суміші через сито дозволяє не тільки виділяти дрібні легкі домішки, а й розділяти очищене зерно за різними ознаками.

Форма коливань робочого органу визначається динамічними характеристиками системи (привідним пристроєм, масою робочого органу, жорсткістю пружних зв'язків). Форма коливань робочого органу вибирається залежно від призначення машини. У багатьох машинах робочі органи здійснюють зворотно-поступальний рух, у них використовують пружні зв'язки у вигляді пластинчастих дерев'яних (багатошарова фанера) або сталевих пружин та гумометалевих опор. Є група машин, робочі органи яких здійснюють круговий поступальний рух у горизонтальній площині.

Характер руху робочого органу може бути гармонійним або псевдогармонічним залежно від конструкції та матеріалу пружних зв'язків та типу приводу. У більшості зерноочисних машин використовують зв'язки з лінійними пружними характеристиками, характер руху робочого органу таких машинах гармонійний.

Використання гумометалевих опор призвело до застосування на зерноочисних машинах пружних зв'язків з нелінійною характеристикою, що визначають псевдогармонічний характер руху робочого органу. Більшість машин працює у за резонансному режимі, тобто. частота вимушених коливань значно перевищує частоту власних коливань, що забезпечує стійке рух системи.

Наведена класифікація вібраційних зерноочисних машин дозволяє об'єднувати різні машини у відповідні групи за тим або іншим ознакам та вдосконалювати загальну методику їх розрахунку.

Стабільність протікання технологічного процесу вібраційних зерноочисних машин багато в чому залежить від стійкості віброхарактеристик (віброприскорення, вібропереміщення), які забезпечуються динамічним режимом рухомих частин машин, а також жорсткістю конструкції, яка закладається на стадії проектування.

Аналіз літератури з цієї проблеми показує, що основними тенденціями розвитку вібраційних зерноочисних машин є: вдосконалення приводних пристроїв; оптимізація динамічного режиму ситових корпусів за різних видів руху; ефективне використання основних та супутніх ознак поділу; автоматизація завантаження машини та регулювання оптимальних режимів роботи окремих робочих органів; підвищення стабільності динамічних характеристик машин на основних та перехідних режимах роботи; зниження вібрації несучих конструкцій та оптимізація жорсткості елементів рамної конструкції.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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. 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., Гаек Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.

6. Гаек 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. Гаек 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. 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. 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., Антощенков 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.

УДК 631.362.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ЗАПИЛЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ АСПІРАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ СТАЦІОНАРНИМИ ЗЕРНООЧИСНИМИ МАШИНАМИ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Бабаєв Р.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Пневмосистеми зерноочисних машин призначені для очищення зернових сумішей від легких домішок (пилу, соломи, залишків бур'янів). Але зношеність комбайнового парку і надмірна засміченість зернового матеріалу приводить до того що, зерноочисні машини мають малу пропускну здатність і, як наслідок, низькі техніко-економічні показники. Подальше підвищення продуктивності стаціонарних зерноочисних машин вимагає підвищення ефективності очищення зернового матеріалу (особливо стаціонарних сепараторів Petkus"Селектра", Petkus К-218 А).

За агротехнічним вимогам до зернозбиральних комбайнів чистота одержуваного від них зерна становить: при прямому комбайнуванні – не нижче 95 %, при роздільному – не нижче 96 %. Тобто, вміст легких домішок у зерновій суміші не повинно перевищувати. Однак ці вимоги не завжди виконуються і на післязбиральної обробки надходить купу чистота якого коливається в широких межах і може становити 74...99 %.

Машини попереднього очищення - сепаратори - ворохоочисники - виконують очистку свіжо зібраної зернової купи вологістю до 40 % з вмістом смітної домішки до 20 %, в тому числі фракції соломистого домішок – до 5 %.

Згідно ДСТУ 4138–2002 до домішок відносять залишки насіння, які втратили половину або більше свого розміру, порожні колоски, колосові і квіткові оболонки, плівки, уламки стебел, листя, гниле і проросле зерно, грибкові утворення, ґрунту, камінчики, пісок і т.д. При пневмосепарації є можливість виділити частину вищевказаних домішок, які відрізняються від зерен основної культури аеродинамічними характеристиками.

За призначенням зерноочисні машини поділяють на три основні групи: ворохоочисники для первинного очищення зернового вороху, що надходить від комбайнів і молотарок; сортувальні машини (бурякові гірки; електромагнітні гірки, пневматичні сортувальні столи та ін.).

Зерноочисні машини бувають стаціонарні і пересувні, переміщені по струму під час роботи вздовж бурту зерна від власного двигуна (самопересувні) або із зовнішнім джерелом сили тяги. Стаціонарні машини застосовують в основному в зерноочисних агрегатах і зерноочисних комплексах.

Загальні агротехнічні вимоги до зерноочисних машин.

До зерноочисних машин висувають такі основні вимоги.

При заданій нормі продуктивності, засміченості і допустимому кількості відходів за один пропуск машина повинна давати очищене насіння, що відповідають вимогам до посівного або продовольчого зерна.

Робочі органи і механізми машини не повинні пошкоджувати очищений і сортований зерновий матеріал.

Машина повинна бути універсальною, тобто пристосованою для очищення і сортування насіння різних культур.

Машина повинна бути зручною в експлуатації, легко регулюватися, бути безпечною в роботі і забезпечувати норми санітарії.

У більшості випадків пиловловлюючі пристрої зерноочисних машин мають два ступені очищення: у першій – відокремлюються важкі і великі частки домішок (пилеосадочні камери, жалюзійні інерційні пиловловлювачі, циклони), у другій - повітряний потік доочищується від пилу (всмоктувальні і нагнітальні фільтри, досконаліші циклони). Ефективність другого ступеня визначає запиленість повітря робочої зони.

Технологічний процес сепараторів - Petkus"Селектра", Petkus К-218 А супроводжується виділенням пилу. Згідно ГОСТ 12.1.005 – 88 запиленість повітря обслуговуючої робочої зони не повинна перевищувати 4 мг/м³. Обслуговуючою зоною вважають простір висотою до 2 м над рівнем підлоги або майданчика, на якій знаходяться місця постійного або тимчасового перебування працюючого персоналу.

Для підтримки нормованої запиленості повітряного потоку зерноочисні машини забезпечені пиловловлюючими пристроями, які, згідно з ГОСТ 25199 – 82, являють собою систему елементів, що складається з пиловловлювача (апарату для очищення газу від зважених часток), розвантажувального пристрою, регулюючого обладнання і вентилятора.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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 прямооточного циклона. – 2015.

6. Гаек 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. Гаек 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. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.

9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаек 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.

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.

11. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенков 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.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГВИНТОВОГО ЦИКЛОНУ

Гаск Є.А., к.т.н., доц., Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Бабаев Р.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Для всіх моделей циклонів є принцип відцентрового відділення твердих частинок з їх переноситься потоку. Відповідно, чим краще реалізується цей принцип у конструкції циклону, тим вища його ефективність. Також вказується, що ефективність відділення твердих частинок залежить як від фізичних властивостей частинок, наприклад, щільності, форми поверхні, дисперсного складу, так і від геометричних розмірів та форми циклонів, а також від швидкості руху запиленого потоку.

Величина відцентрової сили інерції визначається за рівнянням:

$$\Phi_{\text{ц}} = \frac{m_{\text{ч}} \cdot v_{\varphi}^2}{r}, \quad (1)$$

де $m_{\text{ч}}$ – маса частки; v_{φ} – тангенціальна швидкість частки; r – радіус кола, за яким у даний момент переміщається частка.

Маса частки

$$m_{\text{ч}} = \rho_{\text{ч}} \cdot V_{\text{ч}}, \quad (2)$$

де $\rho_{\text{ч}}$ – щільність частинки; $V_{\text{ч}}$ – обсяг частки, що визначається через еквівалентний діаметр частки $d_{\text{ч}}$ за рівнянням $V_{\text{ч}} = 1/6\pi \cdot d_{\text{ч}}^3$.

Якщо орієнтуватися лише величину $\Phi_{\text{ц}}$, то більшого ефекту відділення частинок можна досягти, збільшуючи швидкість твердих частинок, отже швидкість потоку, і зменшуючи радіус r , тобто. габарити циклонного апарату. Однак збільшення вхідної швидкості аеропотоку вище оптимальної призводить до значного зниження ефективності циклонів, а зменшення радіусу призводить до створення батарейних циклонів, як наслідок, ускладнення конструкції та збільшення габаритів.

Можна констатувати, що вдосконалення циклонів у теоретичному напрямі засноване на складанні рівнянь динаміки несжимаемой в'язкої рідини за допомогою ньютонівської моделі та умови ізотермічності руху, коли динамічна в'язкість, щільність і кінематична в'язкість рідини залишаються незмінними величинами, тобто. $\mu = \text{const}$, $\rho = \text{const}$, $\nu = \text{const}$.

У векторній формі рівняння динаміки можуть бути записані, наприклад,

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \nu \nabla^2 \vec{v}, \\ \text{div } \vec{v} = 0, \end{cases} \quad (3)$$

де \vec{v} – вектор швидкості рідини; t – час; ∇ – оператор набла; \vec{F} – Прискорення рідини в результаті дії об'ємних сил; p – тиск; $\nabla^2 \vec{v}$ – лапласіан \vec{v} .

У нашому випадку як фактор поділу використовують, як правило, не величину відцентрової сили інерції, а критерій подоби – число Фруда, яке дорівнює відношенню відцентрової сили інерції до сили тяжіння частки

$$Fr = \frac{m \cdot v_{\phi}^2}{r} = \frac{v_{\phi}^2}{g \cdot r} \quad (4)$$

І третім критерієм, який є відношення сил інерції до сил в'язкості, є критерій Рейнольдса. Як відомо, цей критерій визначає перехід течії від ламінарного режиму до турбулентний.

Критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\rho \cdot D \cdot v}{\mu}, \quad (5)$$

де D – діаметр циліндричної частини циклону.

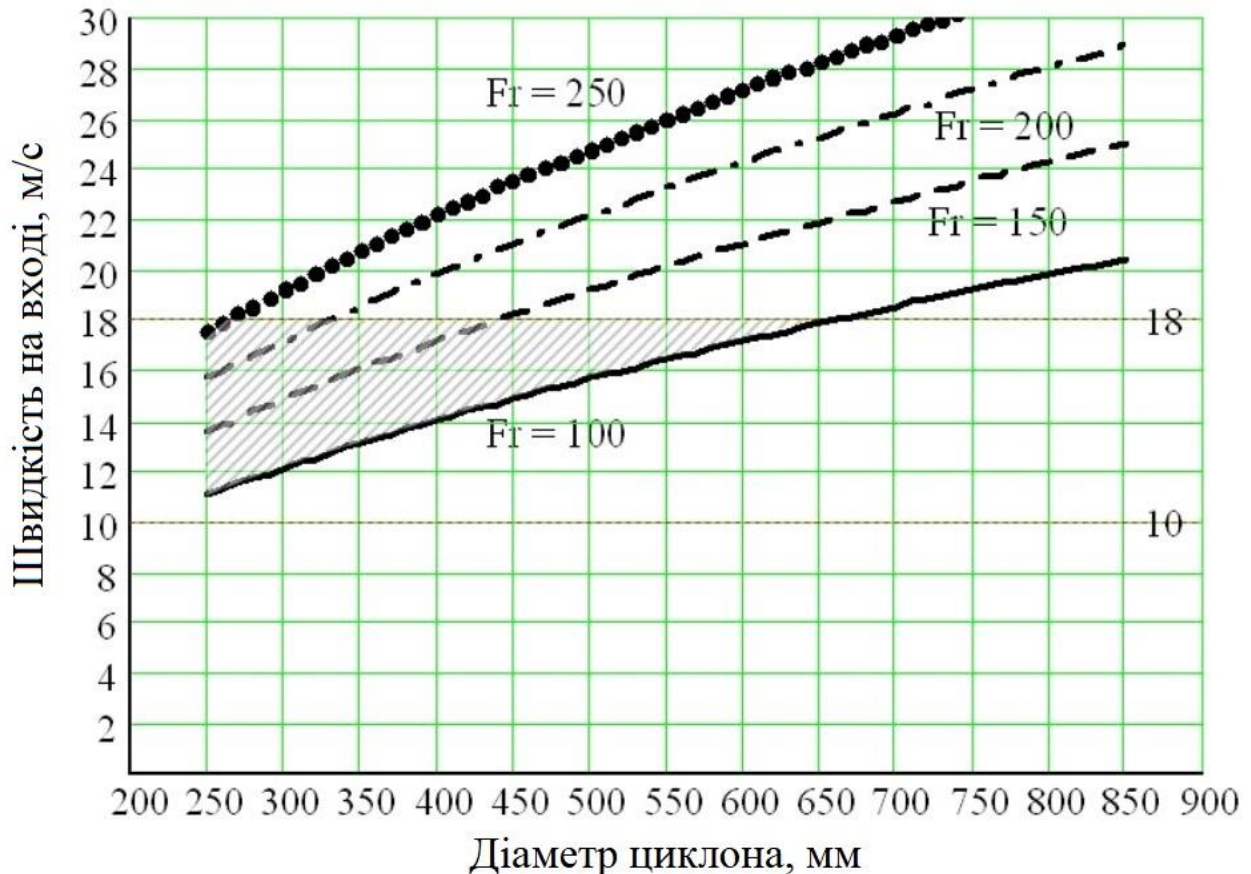


Рисунок 1 Область підбору v та r за критерієм Fr

Протиструмінєві циклони прийнято розділяти на три категорії: класичні, високоефективні та високопродуктивні. Причому кожна категорія має свої особливості в плані очищення запиленого повітря. Чому ж не можна, спираючись, наприклад, на положення теорії подібності та розмірностей, створити універсальний циклон, копіюючи який можна було б отримати і високу ефективність, і високу продуктивність.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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-лушцильника 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. Сорочотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

3. Експлуатація та сервіс техніки. Частина I. 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 зерноочистительных машин. – 2015.

9. 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.

10. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаєк // Інженерія природокористування. — 2015. —№ 1 (3). — С. 123-127.

УДК 631.362.3

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА НА ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИНАХ НА ПЛОСКИХ ПІДСІВНИХ РЕШЕТАХ ЗЕРНОВИХ СЕПАРАТОРІВ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Ноздрачова О.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Очищення зерна – це складний процес, для інтенсифікації якого необхідно вирішити технічну суперечність, домогтися необхідної продуктивності при максимальній ефективності, і в той же час мінімізувати втрати зерна у відходи.

Сучасний стан післязбиральної обробки зерна розглядає процес сепарації одночасно з детермінованим підходом, в галузі руху зернової суміші, та стохастичним підходом, в галузі просіювання прохідової фракції.

Одним з найбільш поширених сепаруючих елементів для вторинного очищення зерна є пробивні решета. З них найбільш застосовними вважаються полотна з прямокутними отворами, здійснюють поділ насіння по товщині. Ці решета мають набагато більшими величинами питомої продуктивності, ніж решета з круглими отворами.

Основна класифікація типів решіт за призначенням представлена на рисунку 1.

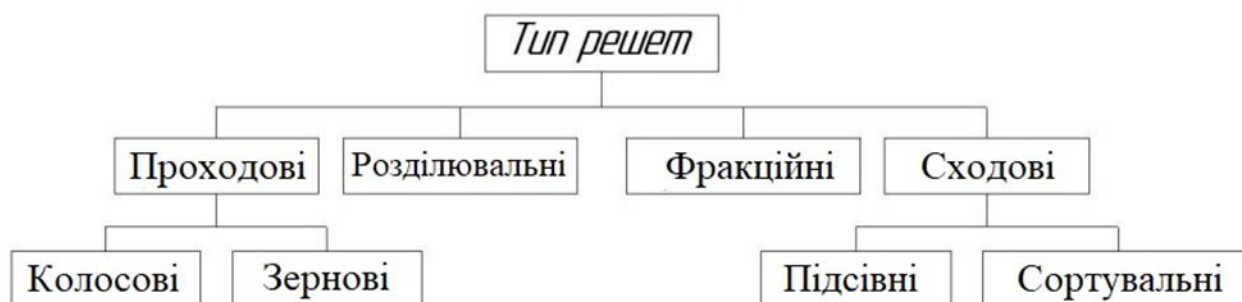


Рисунок 1 – Класифікація вирішує за призначенням

Решета призначені для поділу зернових суміші на дві частини (наприклад, для поділу суміші на два решітних яруси або працюючі як збагачувачі). Фракційні решета призначені для поділу вихідного матеріалу на дві фракції, що відрізняються, як правило, за розмірами. Решета мають найбільші отвори в розмірному ряду решіт, що пропускають через себе основну частину зерна. Вони призначені для виділення із зернового вороху великих та соломистих домішок. Сходові решета можуть використовуватися як сортувальні або як підсівні для очищення зерна від дрібних домішок.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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., Гаек 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 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. Гаек, Г.В. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина I. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаек, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

5. Гаек Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.

6. Харченко С. А., Гаек Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.

7. Гаек 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. Гаек 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. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.

10. Харченко С.О., Артьомов М.П., Гаек 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

ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ РЕШЕТА НА ПРОЦЕС СЕПАРАЦІЇ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Ноздрачова О.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Післязбиральна обробка зерна є заключною стадією та найбільш відповідальною та енергоємною операцією за його виробництві.

В даний час у сільському господарстві однією з основних є проблема очищення зерна, прибраного комбайнами, які у свою чергу, на протязі останніх років, помітно додали в потужності та продуктивність. Машини, агрегати та комплекси післяжнивної обробки зерна, що знаходяться на озброєнні господарств морально застаріли, зношені, та й їхня продуктивність поступається обсягам зернового вороху вступникам з полів, що часто не влаштовує сільських товаровиробників. Технічний рівень машин, що випускаються, помітно знизився в порівнянні з досягнутим раніше.

У зв'язку із збільшеною засміченістю полів, зайнятих зерновими культурами, що різко зросли навантаження на зерноочисну техніку. Для доведення зерна до посівних кондицій купу пропускають через зерноочисні машини кілька разів. Це веде до збільшення травмуванню кінцевого продукту та зниження продуктивності машини. Одним з найбільш поширених сепаруючих елементів для вторинного очищення зерна є пробивні решета. З них найбільш застосовними вважаються полотна з прямокутними отворами, здійснюють поділ насіння по товщині. Ці решета мають набагато більшими величинами питомої продуктивності, ніж решета з круглими отворами.

Решета, призначені для розподілу на фракції зернового матеріалу за конструктивними ознаками можна класифікувати на такі типи:

1. З регульованими розмірами отворів (жалюзійні, які застосовуються як правило у зернозбиральних комбайнах);

2. Не регульовані, плоскі з різною формою та розташуванням отворів: решета з круглими, прямокутними (довгастими), трикутними та іншими видами отворів;

3. Не регульовані, з «розвиненою» формою поверхні: жолобчасті з круглими отворами; профільовані з прямокутними отворами; ступінчасті;

4. Не регульовані, з підвищеною орієнтовною здатністю: струнні та пруткові решета;

5. Відцентрові циліндричні та конічні.

До досліджень останніх років, присвячених удосконаленню конструкцій самих решіт можна віднести роботи та інші. При їх аналізі з'ясовано, що за рахунок успішної геометрії перемичок решета можна підвищити його пропускну здатність та знизити травмування зерна.

Список літератури:

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. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник ХНТУСГ 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 прямооточного 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. – 2015.

9. 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.

10. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаєк // Інженерія природокористування. — 2015. —№ 1 (3). — С. 123-127.

11. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенков Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаєк Є. А., Сорокотяга Г. В. Оцінка якості роботи борони-луцильника «Дукат-4» з стійками кріплення дисків різної жорсткості. Вісник ХНТУСГ, Вип. 180 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2017. С. 274-282.

12. Харченко С.О., Гаєк Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин/ Харченко С.О., Гаєк Е.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. –Харків, 2013. –С.87-92.

УДК 631.362.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕРНОВОГО СЕПАРАТОРА З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЦИЛІНДРИЧНИХ РЕШЕТ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кльосова (Лозова) А.К., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Одним із пріоритетних завдань роботи агропромислового комплексу України є забезпечення споживачів якісним зерном. Вирішення цієї задачі прямо залежить від того наскільки ефективні і досконалі ті технічні засоби, які використовуються в процесі післязбиральної обробки зерна. У зв'язку з цим розробка та використання нових машин та нового обладнання, що володіють високими показниками енерго- та ресурсозбереження, має важливе значення для народного господарства.

Відомо, що на післязбиральну обробку та зберігання зерна припадають значні витрати, пов'язані з його виробництвом. Застосування перспективних сучасних зерноочисних машин дозволить знизити видатки післязбиральну обробку.

Особливого значення надається попередньому очищенню зерна, де з вороха, що надходить де виділяють дрібне насіння рослин, легкі і великі домішки.

У машинах попереднього очищення, оснащених плоскими решетами в тому числі, і підсівними, істотно підвищити продуктивність без збільшення площі сепаруючої поверхні неможливо. Тому особливого значення набуває проблема пошуку нових принципів сепарування. Розробка нових способів очищення зерна від дрібних домішок є найперспективнішим напрямом рішення створення високопродуктивних сепараторів. Дослідження в області циліндрично-решітного сепарування показують, що на процес сепарування істотно впливають конструктивно кінематичні та технологічні параметри. Особливо відчутний їхній взаємозв'язок при роботі сепаратора в режимі ворохоочисника з обов'язковим виділенням дрібних домішок на циліндричному підсівному решітці з круглими або довгастими отворами. Такий технологічний процес можна інтенсифікувати за рахунок використання відцентрових сил та застосування циліндричного підсівного решета.

Список літератури:

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 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. Сорочотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина I. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тищенко, 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 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 прямооточного 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. 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.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНА

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кльосова (Лозова) А.К., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Підвищення ефективності післязбиральної обробки зерна має особливо велике значення для України, що виробляє щорічно понад 50 млн. т. зерна. Для виключення втрат зібраного врожаю, збереження хлібопекарських, пивоварних, насінневих та інших технологічних якостей зерна необхідно організувати своєчасну і якісну очистку. Зерновий купу, що надходить від зернозбиральних комбайнів, крім бур'янів домішок і рослинних залишків містить зерно основної культури різної якості і стану.

Вологість вороху в залежності від зони і погодних умов може досягати 25...30 %. Як правило, більш високу вологість крім засміченості і органічних домішок, має біологічно неповноцінна зерно основної культури. Тому, навіть при невисокій вологості купу від когось комбайнів обов'язково піддається післязбиральної обробки.

Післязбиральної обробки зернової купи являє собою комплекс технологічних операцій для доведення зерна до стану, що відповідає вимогам товарного або насінневі призначення. Вона вирішує два взаємопов'язані завдання - очищення купи, і доведення до кондиційної вологості. Після очищення і сушки зерно може зберігатися тривалий час без погіршення своїх якісних показників. Якщо в зонах підвищеного зволоження в структурі собівартості зерна до 40 % припадає на післязбиральної обробки, а витрати праці досягають 50 % від загальних витрат, то в зонах з посушливим кліматом цей показник знижується відповідно до 10...15 і 15...20 %.

Травмування зерна відбувається як на етапі збирання зернозбиральними комбайнами, так і наступних операцій з післязбиральної обробки, його транспортуванні та переміщенні транспортують засобами. Якщо прийняти загальне пошкодження насіння за 100 %, то травмування їх при збиранні комбайнами досягає 20..35 %, машинами післязбиральної обробки - 25...50 %, посівними машинами - 2...6 %.

Термін служби у більшій частині наявних в господарствах зерноочисних агрегатів і насіннеочисних ліній, внаслідок тривалої експлуатації, практично вичерпаний. В даний час, при умовах, що змінилися системі господарювання та економічних умовах, повинна бути забезпечена можливість не тільки післязбиральної обробки, але і досить тривалого зберігання очищеного зерна до його реалізації безпосередньо у виробників.

Основні недоліки вітчизняних зерноочисних агрегатів наступні:

- розташування основного технологічного обладнання на одному рівні, що вимагає вертикального переміщення зерна при переході на наступну машину;

- відсутність обладнання для тривалого зберігання очищеного зерна, що вимагає постійного використання автотранспорту, додаткового складського обладнання і перевантажувальних операцій;

- відсутність в базовій комплектації технологічного обладнання дозволяє вести підготовку зерна на насінневі цілі;

- обмежені площі для розміщення основного і допоміжного обладнання, що ускладнює модернізацію агрегатів та установку більш продуктивних машин;

- відсутність можливості розвантаження транспорту всіх видів і будь-якої вантажопідйомності;

- підвищена довжина переміщення зерна в лініях і як наслідок його травмування.

Таким чином, обробка надходить купи в потоці без застосованих перевалочних операцій, з виділенням здебільшого не тільки великих, легковажних і дрібних домішок, а й дрібного і біологічно неповноцінного зерна основної культури може служити гарантією отримання високоякісного продовольчого зерна і насіння.

Потокову технологію післязбиральної обробки може бути реалізована з використанням універсальних повітряно - решітних зерноочисних машин, продуктивність яких збільшена в 1,5...2,0 рази.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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 прямооточного 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. Гаек 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. Гаек Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.

9. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаек 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.

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.

11. Харченко С. О., Анікеев 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 631.362.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНА НА ПЛОСЬКИХ РЕШЕТАХ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Козоріз С.Є., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Національна безпека нашої держави безпосередньо залежить від її продовольчої незалежності. У забезпеченні суверенітету в цій галузі особливу роль відіграє сільське господарство, основою якого, безумовно, є зернове виробництво. Головним завданням АПВ є збільшення обсягів виробництва продовольчого та насіннєвого зерна. Широке використання прогресивних технологій та технічних засобів, що враховують ґрунтовокліматичні особливості різних регіонів, є пріоритетним напрямом розвитку сільського господарства.

Збільшити кількість зерна з урахуванням збереження посівних площ можливе за рахунок зниження втрат на всіх етапах його виробництва та підвищення урожайності. Головним фактором, що впливає на врожайність, є якість насіння.

Неналежну якість насіння можна пояснити їх високою ступенем травмування в процесі збирання та післязбиральної обробки, а також невчасним очищенням через низьку продуктивність зерноочисних машин.

Несвоєчасне очищення насіння призводить до створення сприятливого середовища для проживання та розмноження мікроорганізмів, що надають негативне вплив на посівні якості насіння та якість одержуваної продукції. Недостатній технологічний та технічний рівень механізації. Це призводить до їх низької якості.

Виробництво та переробка великих обсягів зерна вимагають високих показників продуктивності технологічних ліній та зерноочисних машин. У господарствах України використовуються зерноочисні агрегати та комплекси, побудовані на початку шістдесятих років. Їх застосування дозволило різко збільшити продуктивність праці та знизити собівартість продукції.

У нашій країні та за кордоном домінуючим засобом очищення насіннєвого та продовольчого зерна залишаються зерноочисні машини, конструкціях яких як робочі органи використовуються плоскі решета, встановлені у решетних станах. Такі робочі органи є в даний час найбільш універсальними і набули широкого застосування. Тому підвищення ефективності процесу сепарування зерна на плоских решітках за рахунок удосконалення конструкцій та обґрунтування параметрів зерноочисних машин є важливим завданням.

Підвищення ефективності процесу сепарування зерна на плоских решетах неможливо без знань закономірностей роботи очищувачів плоских решіт і систем приводів решітного стану, а тому тема є актуальною.

Список літератури:

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 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.

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. Тищенко, 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 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 прямооточного 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.

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

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬСЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПЛОСКИХ РЕШЕТ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Козоріз С.Є., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Абсолютно всі типи решіт не можуть ефективно працювати без очисників, оскільки при збільшенні питомого навантаження, що допускається відповідним типом решета, зменшується інтенсивність пропускної здатності решета.

Для того, щоб охарактеризувати забиваємість вирішує зерноочисних машинах прийнято такий показник, як ступінь забиваємість, а оцінити працездатність решета можна так званім коефіцієнтом ефективності живого перерізу. За допомогою цього коефіцієнта визначають технологічну ефективність очищувача для конкретної зернової суміші [81, 88].

Слід зазначити, що саме собою значення коефіцієнта ефективності використання живого перерізу решета не є безпосередньо мірою якості роботи очищувача, як просівання або якості очищення решіт. Його значення додатково залежить від особливостей зернової суміші, геометричних параметрів отворів решета та інших факторів. Внаслідок цього вказаний коефіцієнт навіть за ідеальних параметрів роботи очищувача не досягає одиниці. Але оцінка характеризує саме якість роботи очищувача та демонструє ступінь його наближення до ідеального.

У процесі сепарації зернових матеріалів решета забиваються частинками вороху, тому решітні стани зерноочисних машин забезпечені механізмами очищення.

Механізми очищення плоских решіт можна розділити на такі основні групи:

- що виштовхують застрягли частки з отворів очищувачами, притиснутими до решету та перемішуючими щодо нього (очисники фрикційної дії);
- що звільняють частинку ударом об решето та частинку (очисник ударного дії);
- пристрої, що комбінують обидва попередні принципи очищення (Очищувачі комбінованої дії).

Очищувачі фрикційної дії

У зерноочисних машинах для очищення плоских решітних решіт станів широкого поширення набули механізми фрикційної дії використанням щіткового очисника. Принцип дії даних очисників зводиться до взаємодії щітки безпосередньо з решетом і застрягли в них частинках сипучого вороху. Відмінності між щітковими механізмами очищення полягає лише у конструкціях їх приводу. Розглянемо деякі з них.

Очищувачі ударної та комбінованої дії

У зерноочисних машинах для очищення плоских ґрат використовують очищувачі ударної дії з примусовим приводом та з вільним переміщенням ударних тіл. Перші, рідко використовуються і в основному, щоб очищати решета, які відокремлюють лише великі домішки. Наприклад, механічні бойки

здають ударів по решеті із зусиллям 50 Н і досягають 80 % очищення решета. Для виготовлення другого типу очисників ударної дії використовують еластичні матеріали, переважно харчову гуму.

Висновок: аналіз технічних засобів вказує на необхідність розробки нових технічних рішень для очищення плоских решіт зерноочисних машин дешевих у виготовленні, простих та надійних в експлуатації, здатних суттєво знизити масу решітного стану, його інерційні сили, підвищити ефективність сепарації зернового вороху.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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 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

ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ПІСЛЯЗБІРКОВОЇ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Прудкий В.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Продовольча безпека України є складовою національної безпеки, яка здатна гарантувати задоволення потреби на рівні, що забезпечує нормальну життєдіяльність населення країни, а також збереження її державності та суверенітету. Найважливішою складовою демографічної політики, необхідною умовою реалізації стратегічного національного пріоритету - підвищення якості життя російських громадян шляхом гарантування високих стандартів життєзабезпечення.

Визначальну У забезпеченні продовольчої безпеки грає сільське господарство. Основним її напрямом є забезпечення зерном. Виробництво зерна в Російській Федерації традиційно є основою всього продовольчого комплексу та найбільшою галуззю сільського господарства. Стійке нарощування виробництва зерна – одна з найважливіших завдань АПВ.

Пріоритетним напрямом збільшення виробництва зерна пшениці є підвищення врожайності та зниження втрат на всіх стадіях виробництва. Однією з причин низької врожайності зернових, у тому числі пшениці, в нашій країні є погана якість насіння.

Низька якість насіння пояснюється високим рівнем їх травмування, при збиранні та післязбиральній обробці, а також несвоєчасною обробкою зернового вороху, що надходить від комбайнів, через недостатню продуктивність зерноочисної та зерносушильної техніки.

Саме тому своєчасна та ефективна обробка зернового вороху з метою отримання якісного насіння пшениці є найважливішим економічним завданням.

Свіжозібраний неочищений ворох є середовищем для проживання та розмноження мікроорганізмів, що знищують насіння і знижують їх продовольчі та посівні якості.

Основна частина вражаючої інфекції розміщується, якраз, на засмічувачах та ушкоджених зернівках. Тому зернову купу після збирання потрібно негайно очищати від різних домішок, травмованого, подрібненого, біологічно неповноцінного зерна на ранньому етапі його післязбиральної обробки.

Інакше, якість зерна різко знижується, і отримати високоякісне насіння з цього вороху буде неможливо.

З огляду на це особливу важливість та практичну цінність для агропромислового комплексу всієї держави набуває створення та використання найбільш прогресивних технологій та технічних засобів, для післязбиральної підготовки насіння пшениці, зосереджених на одержанні та збереженні продукту найвищої якості. З використанням технології фракціонування досягається найбільший ефект післязбиральної обробки зернового вороху. Дана технологія дозволяє негайно, мірою надходження зернового вороху на струм,

очищати його від різних домішок, а також відокремлювати від основної фракції дроблене, шупле та біологічно неповноцінне зерно з низькими посівними якостями та спрямовувати його у фураж. Також при проектуванні насіння очисних ліній необхідно прагнути зменшення їх протяжності.

Існуючі технологічні лінії для підготовки насіння пшениці мають велику протяжність і включають необґрунтовану кількість зерноочисних машин і відповідних транспортуючих органів. Це призводить до подорожчання процесу післязбиральної обробки та підвищенню травмування насіння.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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. 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.

6. 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

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЛІНІЇ ДЛЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Прудкий В.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Застосування технологічних ліній для післязбиральної підготовки насіння пшениці залежить від вихідної вологості, засміченості, складу компонентів зернового вороху, а також необхідної якості до кінцевого продукту. Вони включають прийом зернового вороху, попередню очищення, тимчасове зберігання, сушіння, остаточне очищення та повинні забезпечувати збереження насінневих та товарних якостей зерна. На вибір технології обробки впливають також кліматичні умови, фінансове становище господарства, наявність трудових ресурсів та інші чинники.

Для отримання кондиційного продовольчого та насінневого зерна з найменшими трудовитратами, зерно з відповідною нормою вологості, вивантажене з бункера комбайна, обробляють на різних вітчизняних зерноочисних агрегатах ЗАВ – 10, ЗАВ – 20, ЗАВ – 25, ЗАВ – 40, ЗАВ - 50, ЗАВ - 100 та ін., а також агрегати закордонних фірм, таких як, наприклад, PETHUS та CIMBRIA.

Оброблюваний зерновий оберемок, що призначався при очищенні для продовольчих цілей, доводять до базисних кондицій, а для одержання насінневого матеріалу — до відповідних норм, вимогам ДСТУ на насіння по чистоті та вмісту бур'янів, крім матеріалу, для очищення якого застосовують спеціальні машини.

Зерноочисний агрегат ЗАВ-10 складається із завальної ями, виготовленої з фундаментних блоків, або металу, бункера, розділеного на три частини, половина бункера для очищеного зерна, друга половина бункера розділена ще на дві частини, одна частина бункера – для пилу, статі та великих домішок, друга для фуражу. Для очищення зернового матеріалу у роботі агрегату використовуються повітряно-решітна машина МВР-6 (ОЗС-50) з продуктивністю в режимі первинного очищення при обробці вороху пшениці до 20 тон на годину та трієрний блок БТЦ-700-1 з продуктивністю до 6 тон на годину. Аспіраційні канали машин первинного очищення, що виділяють із зернового вороху легкі домішки, після чого він надходить на верхній і нижній решітні стани. Решітні стани відокремлюють великі і дрібні домішки, що направляються в секцію відходів, щупле і бите зерно, що надходить в секцію фуражу.

Для післязбиральної обробки зернового вороху з підготовкою насіння застосовують і насіння очисний комплекс закордонного виробництва «Petkus». Він складається з: завальної ями, машини первинного очищення зернового вороху, машини вторинного очищення, шасталки, трієрного блоку, пневмостола, протравлювача, відповідних транспортуючих органів (норій).

Технологічна схема представлена на рисунку 1.

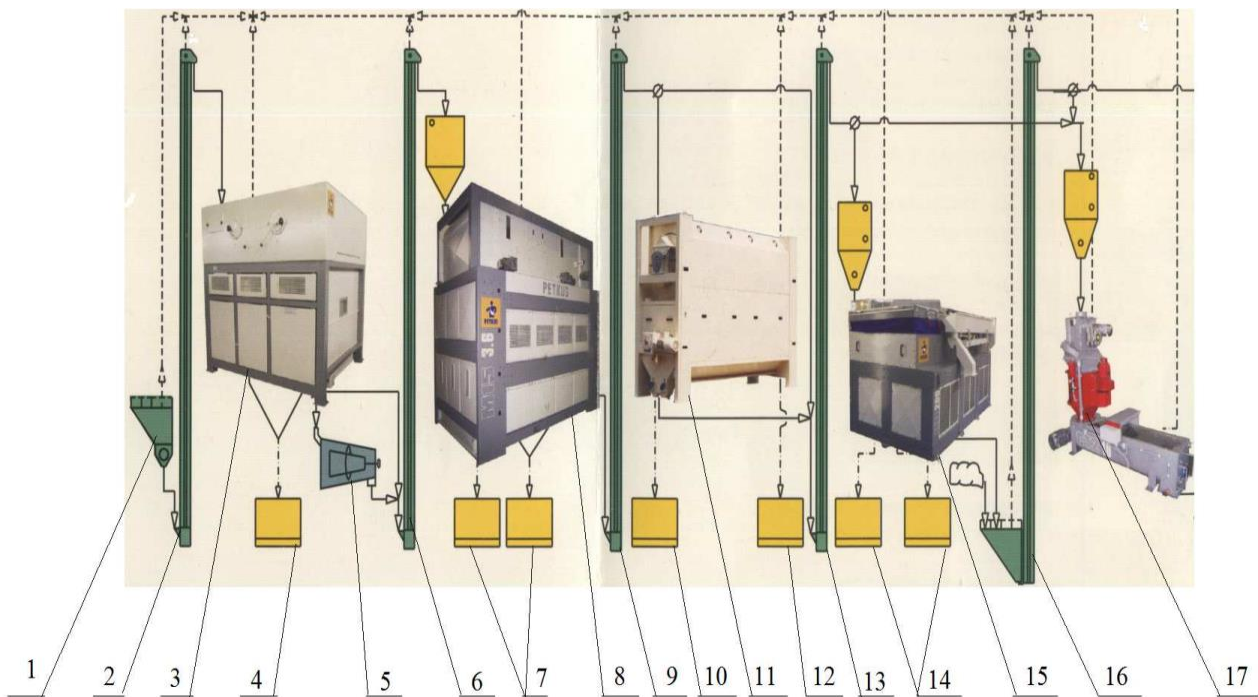


Рисунок 1.1 – Насіння очищувальна лінія "Petkus":

1 - приймання зерна; 2, 6, 9, 13, 16 – норії; 3 – машина первинного очищення Petkus U 15-2.4; 4, 7, 10, 12, 14 – бункери для фуражної фракції та відходів; 5- шасталка; 8 – мультифункціональна сім'яочисна машина Petkus M12-3.5; 11 – трієрний блок Petkus TA 01/12-2; 15 – пневмостол Petkus KD 400; 17 - протруювач.

До недоліків сучасних зарубіжних сім'яочисних ліній слід віднести установку двох послідовно встановлених зерноочисних повітряно-решітних високопродуктивних машин для попереднього та первинного очищення. Велика їхню протяжність, що тягне за собою подорожчання собівартості, а також велика кількість транспортуючих органів (Норій), які підвищують рівень травмування зерна, тим самим знижують його посівні якості. Рівень травмування зерна при післязбиральній обробці досягає 43 %, причому не менше 19,5 % припадає на транспортуючі органи (норії), що встановлюються в технологічні лінії для підготовки насіння.

Необхідності в цьому немає, оскільки подібні машини виконують однакові функції і здатні обробляти зернову купу до необхідних кондицій за один прохід.

Проаналізувавши існуючі розробки вітчизняних та закордонних виробників щодо використання застосовуваних технологічних ліній для післязбиральної обробки насіння, слід зазначити, що обробку зернового вороху пшениці необхідно проводити на складних машинах комбінованого типу, що поєднують, решітні пристрої та повітряні системи використанням технології фракціонування. Ця технологія дозволяє розділити оброблюваний матеріал на три фракції: основну, фуражну та відходів. Подальшу обробку за необхідності водити лише для основної фракції. Такий принцип дозволяє об'єднати очищення і сортування, проводити її найкоротшим шляхом, тим самим знизити кількість механічних впливів на основну фракцію, розвантажити загалом технологічну

лінію, а також зменшити витрати на післязбиральну обробку та підвищити якість насіннєвого матеріалу. Збільшення якості первинного очищення зернового вороху повітряно-решітними зерноочисними машинами здійснюватиметься за рахунок удосконалення аспіраційних систем та решітних станів.

Список літератури:

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. Красноруцький, 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 Дукач-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 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. – 2015.

9. 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.

10. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин / Е. А. Гаєк // 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., Гаєк 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., Гаєк Е.А. Способ повышения эффективности процесса очистки воздушного потока и разработка циклона аспирационных систем зерноочистительных машин/ Харченко С.О., Гаєк Е.А. // Вісник ХНТУСГ: Механізація сільськогосподарського виробництва. –Харків:ХНТУСГ, 2013. – С.87-92.

УДК. 631.31

СПОСОБИ БОРОТЬБИ З УЩІЛЬНЕННЯМ ҐРУНТУ

Артёмов М.П. д.т.н., проф., Клименко І.О. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто питання підвищення родючості ґрунту за рахунок використання сидератів та глибоке розпушування з одночасним руйнуванням плужної підшви.

Ґрунт та його родючість складають матеріальну основу та основне багатство країни. Безперебійне забезпечення населення країни продуктами харчування неможливе без вирішення проблеми збереження та раціонального використання наявної родючості. Родюча земля повинна мати потужний, багатий гумусом, структурно і біологічно активний орний коренеживаючий шар з великим запасом поживних елементів, ємним, насиченим кальцієм і сприятливими водно-повітряним, тепловим та харчовими режимами. Основою родючості є зерниста або дрібнокомкувата структура ґрунту (ґрунтові агрегати діаметром 1-10 мм). За даними Міністерства аграрної політики України втрати родючого шару щорічно сягають близько 1,0 млрд т. При цьому щорічний недобір рослинницької продукції через погіршення використання земель становить не менше 120 млн т у зерновому еквіваленті [1].

Прискорена деградація та трансформація земель сільськогосподарського призначення багато в чому зумовлена безсистемною діяльністю агропромислових підприємств. Аналіз сформованої ситуації показує, що переважна більшість сільгосптоваровиробників на сьогоднішній день не мають науково-обґрунтованих сівозмін і схем чергування посівів. Розміщення культур в агроландшафтах проводиться без урахування природної родючості ґрунту та ступеня його впливу на обсяги акумуляції органічної речовини в орному горизонті. В результаті обробіток ґрунту ведеться без дотримання елементарних правил ґрунтозахисного землеробства. Не сприяє стабілізації ґрунтової родючості та сформована структура посівних площ. Домінування у посівному кліні зернових культур при незначних обсягах застосування органічних та мінеральних добрив суттєво знижує запас поживних речовин у ґрунті.

В той же час внаслідок тривалої інтенсивної обробки спостерігається руйнування структури ґрунту. У ній зростає частка пилоподібних частинок. Ці частки під дією води та інших факторів опускаються вниз за профілем, до рівня ущільненого ґрунтообробними машинами шару, акумулюються в ньому, остаточно закупорюючи пори і міжагрегатні порожнечі цього шару, і практично перетворюють його на водотривкий, водонепроникний шар - плужну підшву. Плужна підшва – це ущільнений шар ґрунту на кордоні орного та підорного горизонтів. При мінімальному обробітку ґрунтів ущільнений шар починається з 8-12 см, при оранці - від 25-30 см і поширюється зазвичай до глибини 40 см і більше. Плужна підшва погіршує водяний, повітряний та харчовий режими, умови зростання та розвитку культурних рослин, що знижує їх врожайність.

За даними наукових досліджень, у сівозмінах з чистою парюю відзначається негативний баланс гумусу, тоді як при використанні сидератів в парах вдалося мати позитивний баланс гумусу. Таким чином, застосування сидератів в сучасних сівозмінах це один із найбільш ефективних способів підвищення родючості ґрунту. Окрім того встановлено ефективні сівозміни із сидеральними культурами для впровадження у господарствах різних ґрунтово-кліматичних зон України[2].

- Прифермська сівозміна по сидератам:

1 - люцерна, 2 - люцерна, 3 - люцерна, 4 - озимі злаково-бобові сумішки + після укісно кукурудза на зелений корм, 5 - злаково-бобові сумішки + після укісно кукурудза на силос, 6 - кукурудза на зелений корм + після жнивних злаково-бобові сумішки на зелений корм, 7 - злаково-бобові сумішки з підсівом люцерни.

Приймаючи рішення про вирощування сільськогосподарських культур на сидерат, потрібно знати про те, що максимальний ефект від їхнього застосування проявляється не одразу - а на другий-третій рік, і триває до п'яти років.

Між тим для руйнування плужної підшви та покращення родючості ґрунтів використовується механічний обробіток ґрунту глибокорозпушувачами.

Реакція ґрунту на прикладене зусилля є опором ґрунту обробці. Реакція робочого органу на дію ґрунту – це сили вздовж поверхні контакту робочого органу, які розповсюджуються від поверхні контакту вглиб, викликаючи спочатку ущільнення, а потім руйнування ґрунту залежно від його вологості та механічного складу. Окремою задачею є створення математичної моделі процесу взаємодії робочих органів із ґрунтовим середовищем, яке виникло за рахунок довготривалого зрощування, що призвело до розподілу пошарової щільності ґрунтів та високої їхньої неоднорідності [3].

На жаль, у всьому світі мало приділяється уваги дослідженням зміни властивостей ґрунту рід дією механічної обробки. У дослідженнях взаємодії робочих органів з ґрунтом при механічній обробці прийнято фіксувати деякі фізико-механічні характеристики ґрунту, від яких залежать результативність і характер цієї взаємодії: вологість ґрунту; твердість і міцність ґрунту; тертя ґрунту об поверхню робочого органу під час руху; важкість обробки ґрунту; абразивні властивості ґрунту. Практично всі властивості ґрунту, у тому числі й перелічені вище, залежать від його вологості.

Робочий орган глибокорозпушувача являє собою двогранний клин. За даними [4], значення сили опору двогранного клина дорівнює:

$$F = \sum F_{\text{тер}} + F_{\text{деф}}, \quad (1)$$

де $\sum F_{\text{тер}}$ – сумарна сила опору ґрунту від сил тертя, Н;

$F_{\text{деф}}$ – сила опору деформації ґрунту, Н.

За роботи клина в однорідному за властивостями ґрунті складова $\sum F_{\text{тер}}$ має постійне значення, а $\sum F_{\text{деф}}$ періодично змінюється від нуля до деякого максимального значення, що зумовлено циклічним характером деформації ґрунту під дією клина. Характер зміни сили опору деформації ґрунту залежить від його фізико-механічних властивостей і вологості. За даними

експериментальних досліджень приймаємо, що динамічна сила опору деформації ґрунту змінюється за законом синуса (рис. 1).

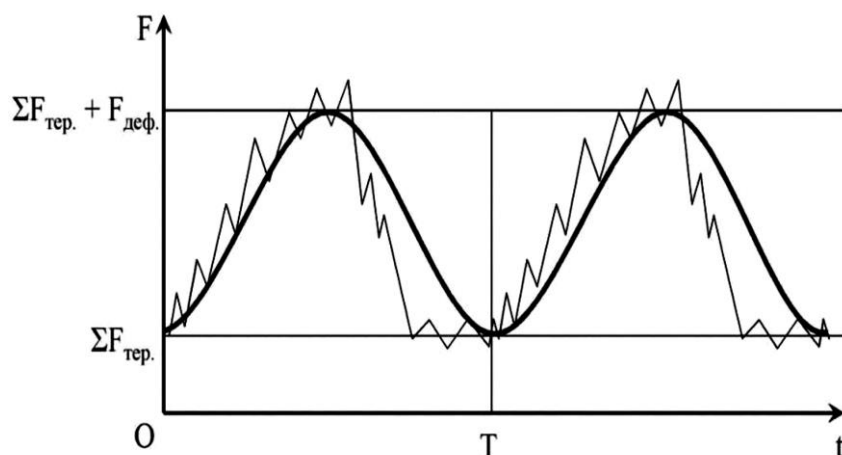


Рис. 1. Динамічна залежність сили опору деформації ґрунту:

1 – експериментальні дані досліджень, 2 – лінія апроксимації.

У вузькому діапазоні варіювання швидкості залежність між напруженістю опору ґрунту і швидкістю деформації може бути описана лінійним рівнянням [4]:

$$\sigma = \sigma_n = (1 + K_p V), \quad (2)$$

де σ – напруженість опору ґрунту, Па;

K_p – коефіцієнт релаксації ґрунту, $K_p = 0,25$ с/м;

V – швидкість деформації ґрунту (швидкість руху трактора), м/с;

σ_n – миттєве напруження опору ґрунту, Па.

Тому напружений стан у ґрунті залежить не тільки від значення деформації, а й від швидкості, з якою розвивається процес деформації. З цього можна зробити висновок, що ударне прикладення навантажень на ґрунт викликає вищі напруження. При цьому межі його міцності при руйнуванні підвищуються.

Список літератури:

1. Артёмов Н.П., Кушнарёв А.С. Биосферные основы повышения продуктивности земледелия / Н.П.Артёмов, А.С.Кушнарёв // Научный журнал «Инженерия природокористування» № 3(2) 2015, - Х.: ХНТУСГ, С.9 – 13.

2. Електронний ресурс - Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. <https://propozitsiya.com/ua/yaki-syderaty-krashche-yak-pravylnovybraty-syderaty>

3. Kushnarev A. Ways of improvement of stability of tillage tools with spring shanks moving in depth / A. Kushnarev, I. Shevchenko // ASAE (94-D-027), EurAgEng “Power, Machinery and mechanization”. – Belgium : CIGR, 1994. – Vol. 2. – P. 495-499.

4. Евстифеев Д. В. Исследование параметров ґрунта при его прямом сдвиге [Электронный ресурс] / Д. В. Евстифеев, Г. П. Дроздовский, Н. Р. Шоль. – Режим доступа : http://science-bsea.narod.ru/2005/mashin_2005/evstifeev_issled.htm.

УДК 631.1

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Владіміров І.В., магістрант, Іванов Д.Р., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто транспортні умови та їх значення на вибір стану і характеру вантажу. Сільськогосподарське виробництво виділяється великим розмаїттям видів вантажів які поділяються на класи за фізичним станом

Транспортне забезпечення в аграрній сфері – це сукупність організаційно-економічних відносин і зв'язків, які виникають при задоволенні потреб сільськогосподарського виробництва у ритмічних, узгоджених і якісних перевезеннях вантажів та існують як всередині господарств, так і між відповідними підприємствами й організаціями (автотранспортні парки, автоколони, лізингові компанії, машинно-технологічні станції, виробники техніки тощо). Тобто, надійне транспортне забезпечення полягає не лише у формуванні власної матеріально-технічної бази, а й у якісному транспортному обслуговуванні яке в значній мірі залежить від умов експлуатаціїю

Усю різноманітність умов експлуатації можна поділити на основні групи: транспортні, дорожні, кліматичні й організаційно-технічні.

Транспортні умови визначаються видом і характером вантажу, що перевозиться, обсягом і відстанню перевезень, нестабільністю вантажообігу, розміром і кількістю однорідних партій вантажу, терміновістю і своєчасністю перевезень. Вантажі поділяються на тверді, рідкі й газоподібні. У залежності від способу перевезення і навантаження-розвантаження, вантажі класифікуються як штучні, навалочні, насипні, наливні, жива вага. Вантажі перевозять без тари або в тарі.

Важливим параметром вантажів є щільність (насипна щільність), яка впливає на ступінь використання вантажопідйомності транспортного засобу. За цією ознакою вантажі поділяють на п'ять класів. До першого класу належать вантажі, для яких коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу із стандартним кузовом дорівнює: першого класу – 1,0, до другого – 0,71...0,99, до третього – 0,51...0,70, до четвертого – 0,41...0,50, до п'ятого – менше 0,40.

Клас вантажу визначається не тільки його властивостями, але і видом пакування тари. Найбільш поширеним є перевезення вантажів у контейнерах. Такі перевезення забезпечують комплексну механізацію навантажувальних та розвантажувальних робіт, підвищують неушкодженість вантажів.

Необхідно визначити номенклатуру вантажів, що підлягають перевезенню, у господарстві, проаналізувати їх обсяг відповідно до видів і класів. За основу можна взяти структуру перевезень за попередній рік і врахувати тенденції розвитку. Необхідно згрупувати однорідні партії вантажів (зернові, силосні,

коренеплоди і т.ін.), визначити їхні обсяги, тривалість освоєння та інтенсивність вантажопотоку.

Транспортні засоби в сільському господарстві виконують:

збирально – транспортні роботи (збір і транспортування врожаю цукрового буряку, соломи, силосної маси, кукурудзи в качанах та ін.);

транспортно - розподільні роботи (транспортування і розподіл по полю мінеральних і органічних добрив, розчинів отрутохімікатів та ін.);

масові перевезення (перевезення зерна на елеватор, цукрових буряків на завод та інше);

дрібно партійні перевезення (перевезення вантажів дрібними партіями між підрозділами підприємства, при обслуговуванні населення та позагосподарські).

Продуктивність і виробіток машин за зміну залежить від параметрів поля, довжини плеча перевезення. На підставі цих показників характеризують ефективність і якість роботи транспортних засобів за такими експлуатаційними показниками, як: продуктивність, витрати палива, збереження продукції на полях різної площі, довжини гонів за різною довжиною перевезення. Необхідно скласти план заходів щодо поліпшення умов роботи транспорту. На підставі цього плану слід сформулювати питання, які підлягають детальному аналізу.

Список літератури:

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. Романашенко // Інженерія природокористування. – 2018. – № 2 (10). – С. 87-93.

3. 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.

4. Пугачов М.І. Транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / М.І. Пугачов–К.: Тов-во “Знання України”, 2001. – 164 с.

5. Котелянець В.І. Маркетинг на ринку транспортних послуг в АПК // Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України. – 2010. - № 3 – С. 35-38.

6. Тарасенка Г.С. Організація сільськогосподарського виробництва / Г.С. Тарасенко, Л.Я. Зрібняк, М.М. Ільчук - К.: 2000. -112 с.

УДК 631.1

РАЦІОНАЛЬНЕ ПОЄДНАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ

Ємельяненко С.О., магістрант, Ванін Ю.М., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Раціональне використання транспортних засобів має прямий вплив на економічний розвиток підприємства в цілому і залежить від умов його експлуатації.

Транспортні витрати становлять 20–30% від усіх витрат на виробництво сільськогосподарської продукції. Тому раціональне використання транспортних засобів є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва.

Транспортний процес — це процес переміщення вантажів, включаючи їх підготовку до транспортування, навантаження і розвантаження, а також проміжне збереження.

Використання транспорту в сільському господарстві має свої особливості: велика різноманітність вантажів, нерівномірність вантажоперевезень протягом року, погані дорожні умови, залежність від погодних умов, що знижує продуктивність транспортних засобів. Транспортне забезпечення господарства являється головним критерієм роботоздатності транспорту в господарстві. В господарстві є різні види транспорту: бортові автомобілі, самоскиди, трактори з причепами і вони повинні бути задіяні в транспортному процесі. Але кожний вид транспортного засобу доцільно використовувати в певних умовах. Так трактори з причепами мають переваги на відстанях перевезень до 3 км по ґрунтовій дорозі, самоскиди виконують транспортні роботи на відстанях від 3 і більше кілометрів, а бортові автомобілі використовують на відстанях більше 10 км і по асфальтованій дорозі.

Для перевезення вантажів у сільському господарстві використовують переважно автомобілі, трактори, живу тяглову силу, а іноді річковий, повітряний та залізничний транспорт, дуже рідко — трубопровідний, підвісні дороги. Ефективність транспортних засобів на перевезенні різних вантажів і на різну відстань неоднакова. Тому важливе значення має раціональне поєднання різних видів транспорту.

Вантажні автомобілі рекомендується використовувати на великих відстанях, тобто більше на зовнішніх перевезеннях, бо на коротких відстанях істотно знижується швидкість їх руху.

Обсяг транспортних робіт у сільському господарстві визначають як обсяг перевезень у тоннах та вантажообіг у тонна-кілометрах (останній дорівнює добутку від множення обсягу вантажоперевезень окремих вантажів на середню відстань перевезень). При організації транспортних робіт обчислюють також коефіцієнт нерівномірності вантажообсягу і вантажообігу (відношення відповідних показників за місяць, квартал і т. д. до середньорічних показників).

Забезпечення об'ємів перевезень, підвищення ефективності роботи автотранспорту, скорочення транспортних витрат неможливі без широкого впровадження та використання прогресивних методів транспортних перевезень.

Сільськогосподарський транспорт є в основному технологічним транспортом, де більшість перевезень здійснюється на маятниковому маршруті. Якщо проаналізувати роботу транспорту при обслуговуванні сільськогосподарських машин, то можна знайти в маршрутних листках записи про наявність холостих їздок в обох напрямках. Наприклад, при ушкодженнях комбайна автомобіль, призначений для перевезення зерна, перевозить запасні частини, вузли, деталі в ремонтну майстерню і назад до комбайна, при цьому транспортну роботу автомобіль не виконує. На позагосподарських перевезеннях під час вивезення продукції на приймальні пункти нема вантажів для завою в господарство, елементи терміновості відіграють не останню роль. Тільки в окремих випадках вантажі перевозять в обох напрямках. Ці причини в значній мірі впливають на значення коефіцієнту використання пробігу. У сільському господарстві він знаходиться у межах 0,45...0,50 і залежить від напрямків і величини вантажопотоків, спеціалізації господарства і рівня організації технологічного процесу. В деяких випадках з метою покращення показників транспортного процес є поєднання видів транспортних засобів на виконання одного технологічного процесу.

Список літератури:

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. – 2018. – № 2 (10). – С. 87-93.
3. Анিকেєв А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Анিকেєв, 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.
4. Пугачов М.І. Транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / М.І.Пугачов–К.: Тов-во “Знання України”, 2001. – 164 с.
5. Котелянець В.І. Маркетинг на ринку транспортних послуг в АПК // Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України. – 2010. - № 3 – С. 35-38.

УДК: 656

ВИБІР ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ

Радіонов К.В., магістрант, Бакало В.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто умови транспортних робіт та вибір виду транспортних засобів для виконання заданого завдання. Основним критерієм вибору транспортного засобу є мінімізація витрат на тонну перевезеного вантажу при цьому необхідно, щоб зберігалось перевезення вантажів вчасно, без втрат і повнота виконання замовлень на транспортні перевезення.

Раціональна організація перевезень сільськогосподарських вантажів є однією з найважливіших складових частин розвитку економіки країни. У загальному комплексі сільськогосподарських робіт транспортні процеси займають до 35% всіх витрат праці на обробіток сільськогосподарських культур, а за витратами енергії - до 40%. Транспортні витрати складають близько 20 ... 25% витрат, що визначають собівартість найважливіших видів сільськогосподарської продукції. Основним завданням транспортного обслуговування аграрних підприємств є своєчасне вивезення сільськогосподарської продукції, її подальшої переробки, зберігання та своєчасної доставки продуктів харчування до кінцевого споживача.

Слід відмітити, що у виробництві сільськогосподарської продукції безпосередню участь бере внутрішньовиробничий (внутрішньогосподарський) транспорт – автомобільний та тракторний.

Транспортні роботи в аграрних підприємствах виконуються такими видами транспорту: автомобільним, тракторним, і в незначних обсягах — трубопровідним (водопроводи, молокопроводи). Співвідношення між окремими видами транспорту і розподіл обсягу перевезень за видами транспортних засобів устанавлюються у кожному підприємстві з урахуванням таких факторів, як клас вантажу, дорожні умови, відстань перевезень, терміновість, погодні умови, спосіб виконання вантажно-розвантажувальних робіт, технологія виробництва сільськогосподарської продукції. За інших однакових умов критерієм вибору транспортного засобу є мінімізація витрат на тонну перевезеного вантажу.

Відповідно до вимог вказаного критерію розроблені рекомендації щодо вибору найбільш ефективних транспортних засобів для виконання певних транспортних робіт. Установлено, наприклад, що для перевезення великих партій вантажів на далеку відстань доцільно використовувати бортові автомобілі підвищеної вантажності. Більш ефективним є застосування автомобілів з причепами, які дають змогу підвищити їх продуктивність на 45—55% і знизити собівартість перевезень на 25%. На короткі відстані вигідніше використовувати автомобілі-самоскиди.

Для внутрішньогосподарських перевезень, особливо вантажів III і IV класів, найкраще використовувати тракторні поїзди. Цей вид транспорту себе також виправдовує на поганих дорогах і коротких відстанях, але за інших однакових умов собівартість тонни перевезень тракторним транспортом в 1,5—2 рази вища, ніж автомобільним. Тому цей вид транспорту потрібно використовувати обмежено.

Важливо також, що автомобілі економічно не вигідно використовувати для перевезень вантажів на відстань менше 3 км. Чим вища вантажність автомобілів, тим раціональніше їх використання на далеких відстанях. Як свідчить практика, в сучасних умовах найефективнішим є застосування автомобілів вантажопідйомністю 4—6 т.

Вибір транспортного засобу повинен здійснюватися і з орієнтацією на досягнення якісних показників транспортного обслуговування, головними з яких є перевезення вантажів вчасно, без втрат і повнота виконання замовлень на транспортні перевезення.

Список літератури:

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. – 2018. – № 2 (10). – С. 87-93.

3. 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.

4. Пугачов М.І. Транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / М.І.Пугачов //К.:Тов-во “Знання України” – 2001.– 164 с.

5. Котелянець В.І. Маркетинг на ринку транспортних послуг в АПК // Вісник Академії праці і соціальних відносин Федерації профспілок України. – 2010. - № 3 – С. 35-38.

6. Тарасенка Г.С. Організація сільськогосподарського виробництва / Г.С. Тарасенко, Л.Я. Зрібняк, М.М. Ільчук - К.: 2000. -112 с.

7. Фришев С.Г. Загальний курс транспорту навчальний посібник / С.Г. Фришев, І.І. Мельник, Бондар С.М. - К.: Вища освіта. 2006.- 162 с.

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

Букарєв Д. В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

На сьогодні льон олійний займає близько 3,5 млн. га посівних площ у світі. Основними країнами, де його вирощують, є Канада, США, Китай, Індія, Казахстан. На сьогодні цей ринок є досить перспективним для вітчизняних аграріїв. Починаючи з 2000-х років, в Україні спостерігається динаміка зростання його площ, що зумовлено зростанням попиту на насіння на внутрішньому й зовнішньому ринках.

Льон олійний можна вирощувати в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України завдяки біологічним властивостям та екологічній адаптованості. Основними регіонами вирощування льону олійного є південні області (Запорізька, Дніпропетровська, Миколаївська, Херсонська), хоча останніми роками площі під цією культурою збільшуються і в областях центрального й північного регіонів. На півночі України льон олійний у сівозмінах займає нішу льону-довгунця. Позитивна динаміка зростання площ спостерігається також у зоні Лісостепу, де площі посівів льону олійного зросли від 12 % у 2020-му році до 29 % у 2021-му. У зоні Полісся частка посівів зросла від 3,3 % у 2022-му до 7,8 % у 2022-му році. Стрімкі темпи розширення посівів льону олійного протягом 2020–2022 рр. зафіксовано в Київській (із 8,9 до 388,3 га, або у 44 рази) та Львівській областях (із 47 до 603,1 га, або у 12 разів).

Під час збирання льону олійного основна увага приділяється насінневій частині врожаю. Збирання за традиційною технологією проводять двома способами: прямим комбайнуванням у фазі повної стиглості або роздільним збиранням у фазі біологічної стиглості рослин при значній засміченості посівів чи відростанні пагонів через дощову погоду. Фаза біологічної стиглості характеризується дозріванням 75 % коробочок, а абсолютна вага і олійність сягає максимуму. Вологість насіння в цей період складає 20-25 %, коробочок – 40-45 %, стебел – понад 60 %. Збирання ведуть тими ж машинами, які застосовуються на зернових культурах або жнивварками обчісувального типу. Враховуючи, що льон олійний – культура з незакінченим типом вегетації, для підсушування зерна і часткового подавлення бур'янів за 3-4 дні до збирання рекомендується проводити десикацію. Під час роздільного збирання найкраща конструкція валка отримується при середній висоті зрізу 15 см. Зрізана у валки маса за сприятливих погодних умов висихає за 6-8 днів. Для скошування льону у валки використовують начіпні (ЖВН-6, ЖНС-6-12, ЖЗК-7-2) та причіпні жнивварки. Підбирають і обмолочують валки через 6-8 днів при вологості насіння 12 %. Під час обмолоту валків з більшою вологістю спостерігаються великі втрати насіння від недомолоту та намотування стебел на обертових органах машин, що є недоліком традиційної технології збирання.

Для якісного зрізання стебел, які на відміну від зернових культур мають волокнисту структуру, робочі органи жаток потребують досконалої підготовки.

Для запобігання захопленню граблинами мотовила скошених стебел до них прикріплюють додаткові дерев'яні планки або гумові паси. Ріжучий апарат не повинен мати вищерблених та зношених сегментів ножа та вкладишів пальців. Більш якісне зрізування забезпечується ножем із гладкими сегментами. Для поліпшення якості роботи жаток доцільно збільшити частоту коливань ножа до 647 кол./хв. шляхом зміни передаточного числа приводу робочих органів.

Головним недоліком існуючих технологій збирання льону олійного є те, що для обмолоту рослин стебло повинно зрізатися і подаватися в молотильний апарат, що зумовлює його перевантаження і це, як наслідок, зумовлює підвищення витрат енергії та зменшення продуктивності машин.

Одним із напрямків інтенсифікації пристроїв для збирання льону олійного є технологія збирання методом обчісування рослин на корені. Головна особливість даної технології – зниження стеблової частки в обчісаному воросі у порівнянні із стебло насінною масою, яка подається на молотильно-сепаруючі пристрої традиційних комбайнів.

Збирання врожаю льону олійного жнивваркою обчісувального типу має такі переваги у порівнянні із традиційною технологією: можливість якісного збирання прямим комбайнуванням; зниження втрат врожаю з 30% до 3%; зростання продуктивності у 1,7-2,0 рази; економія палива на 40-50% та додатковий прибуток від реалізації стеблестою.

Для дослідження процесу збирання льону олійного жнивваркою обчісувального типу необхідно провести аналіз його характеристик.

Список літератури:

1. Козаченко О.В., Дьяконов С.О., Гончаров В.В., Пахучий А.М. Дослідження режимних параметрів обчісувального барабану жнивварки. 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. с. 64 – 69.
3. Чехов А.В., Лапа О.М., Міщенко Л.Ю., Полякова І.О. Льон олійний: біологія, сорти, технологія вирощування. К.: Українська академія аграрних наук, Інститут олійних культур, 2007. 59 с.

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ОБЧІСУВАЛЬНИХ ЖНИВАРОК

Д. В. Алесін, магістрант

Державний біотехнологічний університет

Збирання врожаю зернових культур, що є завершальним етапом процесу їх вирощування, — одна з найбільш ресурсомістких операцій у наявних технологіях. У структурі загальних витрат на виробництво зернових культур збирання потребує 31–50 % витрат енергії і 45–60 % затрат праці від загального обсягу затрат. Для якісного збирання зерна в оптимальні строки з мінімальними втратами необхідно використовувати сучасні технології збирання й мати відповідні технічні засоби для їх реалізації.

Особливістю збирання зернових колосових і зернобобових культур є обмеження оптимального періоду виконання робіт агрономічними строками в 7–10 діб від початку повної стиглості зерна. Ще більш жорсткі вимоги до збирання ріпаку й інших культур, які після досягання легко осипаються. Строки збирання зернових культур визначаються біологічними особливостями культури й погодними умовами. Важливо збирати врожай своєчасно, у стислі агрономічні строки, бо затримка призводить до значних його втрат.

Спосіб збирання зернових, насінників трав, рису й інших культур із застосуванням обчісувальних жаток (на відміну від традиційних, коли зрізається та подається в молотарку комбайна вся хлібна маса з бур'янами) полягає в обчісуванні колосків або суцвіть рослин без зрізання стебла. У такий спосіб збирають найбільш цінні складові врожаю — зерно й полу. При цьому в комбайн надходить значно менше технологічної маси, що дає змогу майже вдвічі підвищити продуктивність, зменшити пошкодження зерна, а також майже на 60% знизити питомі витрати пального й уникнути поломок і передчасного спрацювання окремих робочих органів комбайнів.

На сьогодні вивченням технології збирання методом обчісування в Україні займаються у УкрНДІПВТ імені Леоніда Погорілого, Таврійському державному агротехнологічному університеті (ТДАТУ м. Мелітополь), виготовлення жниварок обчісувального типу здійснює компанія «Укр. Агро-сервіс (м. Харків)». Провідні зарубіжні виробники однобарабаних обчісувальних жниварок представлені британською фірмою Shelbourne Reynolds. Жниварка «Слов'янка» (Україна) випускається у двобарабанному варіанті, а жниварки виробництва «Шелборн» та «Сибір» і «Озон» — в однобарабанному варіантах. Конструкції жниварок адаптовані для експлуатації з усіма зернозбиральними комбайнами провідних світових фірм-виробників техніки.

Експериментальні та теоретичні дослідження процесу обчісування рослин на корені, практика експлуатації зернозбиральних комбайнів із жниварками обчісувального типу визначили фактори, що впливають на ефективність процесу: тип жниварки, конструктивні параметри робочих органів (обтікача, бітера-відбивача, обчісувального барабана), режимні характеристики пристрою.

Проведений огляд існуючих конструкцій та аналіз класифікації сучасних пристроїв для обчісування рослин виявив велику різноманітність як за будовою, способом агрегування і збирання, так і за принципом виконання технологічного процесу.

Процес обчісування одно- та двобарабаним пристроєм має свої особливості. В процесі обчісування основна маса обчісаного вороху переміщується в просторі, в заданому напрямку, а саме в напрямку розташування інтегрального шнеку жнивarki. Однак при цьому певна частка обчісаного вороху рухається в напрямку відмінному від основного потоку – за напрямком руху комбайна, що зумовлює можливість втрат зернової маси. Для запобігання цього явища в однобарабанній конструкції застосовують пасивну відбивну поверхню – обтікач, а у двобарабанній жнивarki – активний бітер-відбивач. При роботі двобарабанної жнивarki зазор між барабаном і бітером-відбивачем дозволяє розпрямитися стеблам рослин і вони обчісуються у відносно вільному просторі, а та частка обчісаного вороху, що полетіла вперед, направляється в основний потік в напрямку розташування інтегрального шнека.

В практиці конструювання пристроїв для збирання сільськогосподарських культур методом обчісування рослин на корені набули дві основні конструктивні схеми: однобарабанні та двобарабанні жнивarki обчісувального типу.

Аналіз існуючих жниварок обчісувального типу провідних фірм-виробників вказує на певні загальні підходи до їх конструктивного виконання щодо робочих органів та допоміжних елементів, а також вибору режимних характеристик при виконанні технологічного процесу.

Аналізом досліджень процесу обчісування рослин на корені та конструкцій пристроїв для реалізації даного способу збирання врожаю сільськогосподарських культур встановлено напрямок підвищення ефективності, що полягає у оптимізації конструктивно-режимних параметрів.

Список літератури:

1. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчісувального 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.

ПРОЦЕС ВЗАЄМОДІЇ ОБТІКАЧА ОБЧІСУВАЛЬНОЇ ЖНИВАРКИ

Д. В. Алесін, магістрант, Пахучий А. М., к. т. н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Основними агротехнічними вимогами, що до якості роботи обчисувальної жниварки, є рівень втрат і ступінь пошкодження зерна. Джерелом пошкодження зерна може бути барабан, що обертається, на високих оборотах. При цьому лінійна швидкість гребінки обчисувального складає 16 м/с. У той же час, молотильний барабан зернозбирального комбайна обертається з частотою, коли його лінійна швидкість досягає 25 м/с. За таких умов, травмуванням зерна обчисувальним барабаном, можна знехтувати.

При вивченні питання про рівень втрат за жниваркою необхідно розглянути всі можливі випадки:

- втрати вільним зерном та зламанім колосом при початковому контакті рослинної маси та переднього обтікача;
- необчисаним колосом через недостатню частоту обертання обчисувального барабана або підвищену поступальну швидкість руху збирального агрегату;
- необчисаним колосом через слабку стеблову частину зернових культур і втрати колоса на обчисувальній гребінці;
- вільним зерном і колосом, що відлітає від обчисувального барабана, вперед по ходу руху агрегату під обтікач.

Мета дослідження: аналіз взаємодії переднього обтікача обчисувальної жниварки при збиранні колосових культур для забезпечення мінімальних втрат за рахунок вдосконаленням конструктивних параметрів та режимів роботи обтікача.

Для забезпечення рівномірної подачі рослинної маси до обчисуючого барабану, необхідно щоб всі рослини розташовувались під кутом до поверхні поля для згладжування ярусності рослин. Цей кут обумовлюється кутом положення верхньої поверхні обтікача, що залежить висоти рослин до нижнього положення обтікача. Практичні дослідження дозволили визначити раціональний кут положення нижньої поверхні обтікача - $\alpha=22^\circ$.

Процес взаємодії обтікача з рослиною розглянуто за трьома фазами: контакт рослини з обтікачем, нахил рослини обтікачем, рух стебла по обтікачу та подача рослини до обчисувального барабана. З урахуванням кінетичної:

$$T_p = \frac{m_p V_M^2}{2}, \quad (1.1)$$

та потенціальної енергії:

$$П_p = \frac{F_M^2 h_0^3}{3EI_x} \quad (1.2)$$

прийнятих припущень і положень теорії вигину, коли вигин балки в точці K прикладення зосередженої сили дорівнює:

$$y_0 = \frac{F_M \cdot h_0^3}{3E \cdot I_y} \quad (1.3)$$

отримано залежність:

$$F_M = \sqrt{\frac{3m_p V_M^2 E I_x}{2h_0^3}} \quad (1.4)$$

Аналіз отриманого виразу дозволяє стверджувати, що сила тиску F_M обтікача на стебло рослини залежить від поступальної швидкості руху V_M машини, маси m_h , висоти h_p рослини і жорсткості стебла EI_x в нижній частині.

Висота положення переднього обтікача жниварки в процесі роботи крім стану культури залежить також від висоти нижнього положення обтікача, радіуса обчисуючого барабану і форми обчисувальної гребінки. При цьому, навіть для високорослих рослин відстань від поверхні поля до обчисувальної гребінки в нижньому положенні не перевищує 100мм, а, отже, обчисувальні жниварки необхідно оснащувати системою копіювання поверхні поля, що працюють з високою точністю і швидкістю реагування на зміну рельєфу поля.

На підставі проведеного аналізу та враховуючи вищезазначені причини, з метою зниження втрат врожаю положення обтікача необхідно регулювати в залежності від висоти рослин. При проектуванні обтікача необхідно забезпечити можливість регулювання його верхнього положення залежно від висоти рослин без зміни кута положення нижньої поверхні переднього обтікача.

Список літератури:

1. Пахучий А.М. Обґрунтування форми обтікача обчисувальної жниварки для збирання льону олійного /О.В. Козаченко, С.О. Дьяконов, А.М. Пахучий//Вісник Сумського національного аграрного університету. Суми: СНАУ. – 2018. Вип. 5(33). С. 48 – 52.

2. Погорелый Л., Коваль С., Макушин Г. Теоретические и экспериментальные исследования очесывающих жаток. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук, праць. УкрНДІПВТ. 2000. Вип. 3(17). С. 14-20.

3. 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.

4. Козаченко О. В., Дьяконов С. О., Пахучий А. М. Обґрунтування форми обтікача обчисуючої жниварки для збирання льону олійного. Механізація та автоматизація виробничих процесів. Вип. 5 (33). Суми. 2018. С. 48-52.

УДК 631.

ЕЛЕМЕНТИ ТЕОРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ПРОФІЛЮ ГРУНТООБРОБНОГО ДИСКА

Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кравченко М.В.,
магістрант

Державний біотехнологічний університет

В технології «No-till» поширення набувають сівалки прямої сівби типу «Грейт Плейнз», які складаються з причіпної приставки з ґрунтообробними дисками і шарнірно приєднаної до неї зернової сівалки. Під час роботи вертикальні ґрунтообробні диски утворюють індивідуальні оброблені смуги до яких сошники заробляють насіння.

Основним завданням ґрунтообробного диска під час роботи є забезпечення необхідної ширини смуги ґрунту, що оброблюється, при мінімальному зниженні якості її підготовки та при мінімальних витратах енергії на її обробку.

При визначенні ширини оброблюваної смуги ґрунту виходили з існуючих аналогів ґрунтообробних дисків з формою леза у вигляді синусоїди, зокрема дисків сівалки прямої сівби «Грейт Плейнз». Внаслідок чого виникла необхідність в обґрунтуванні такого профілю диска для обробки ґрунту, що забезпечує мінімальний тяговий опір у заданих межах ширини оброблюваної смуги ґрунту.

Під час роботи пропонованої сівалки прямої сівби ґрунтообробний диск, перекочуючись, зсуває ґрунт у сторони, утворюючи оброблену смугу для сошника, в яку закладаються насіння. У процесі взаємодії диска із ґрунтом на нього діє опір від деформації ґрунту та сили тертя. Внаслідок непостійності фізико-механічних властивостей ґрунту, сила опору є величиною змінною. Найбільше значення опору ґрунту, що діє на робочу поверхню хвилі диска, досягається у момент його повного заглиблення. При цьому витрачатиметься найбільша величина енергії на його переміщення у ґрунті. У зв'язку з чим, доцільно визначати раціональний профіль леза ґрунтообробного диска в момент знаходження його в нижній точці.

Вибираємо рухому систему координат xOy , площина якої паралельна площині поля, що проходить по поверхні (рис. 1). У даній системі координат розглядаємо профіль ріжучої кромки диска криволінійної форми, де крива – проекція леза на площину xOy .

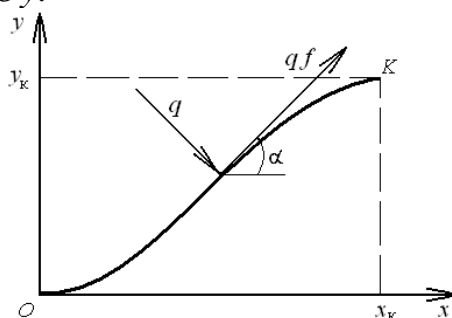


Рисунок 1 – Схема щодо визначення профілю диска

З безлічі кривих, які мають одну загальну граничну точку та іншу, що зміщується по прямій $y=y_k$, необхідно знайти профіль кривої при заданому куті нахилу дотичної в початковій точці, яка забезпечить мінімальний опір тяговий диска в ґрунті.

Для вирішення завдання у цій постановці будемо застосовувати метод прямого варіаційного обчислення.

На робочій поверхні диска виділяємо елементарну ділянку dl , на яку діє нормальний тиск ґрунту q і сила тертя ґрунту, що рухається qf , α – кут між дотичною до кривої, що описує профіль робочої поверхні диска, і віссю Ox . При цьому, вважаємо, що диск у ґрунті переміщається з постійною швидкістю.

В результаті проєкцій діючих сил на вісь Ox та перетворень і підстановок отримаємо вираз визначення тягового опору диска у ґрунті:

$$R_x = \int_0^{x_k} (f + y') \cdot \left(a_1 + \frac{a_2 y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) \cdot dx \quad (1)$$

де a_1, a_2 – постійні коефіцієнти, що залежать від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Рівняння кривої, що забезпечує екстремальне значення функціоналу (1) та задовольняє умовам постановки задачі, шукаємо у вигляді:

$$y = y'_0 x + \frac{x^2 (y_k - x_k y'_0)}{x_k^2} + c_1 x^2 (x - x_k) + c_2 x^3 (x - x_k), \quad (2)$$

де c_1, c_2 – постійні коефіцієнти, що підлягають визначенню.

Після підстановки рівняння (2) в рівняння (1) завдання зводиться до знаходження значень коефіцієнтів c_1, c_2 , що визначають профіль леза ґрунтообробного диска. Взявши частні похідні від отриманого рівняння по c_1, c_2 з урахуванням змінної межі інтегрування x_k і прирівнявши їх до нуля та з урахуванням умови трансверсальності між рівнянням кривої, що шукається, і рівнянням $x=x_k$, яке визначає вимоги до розміщення граничних точок отримуємо таку систему рівнянь:

$$\begin{aligned} \frac{\partial R_x}{\partial c_i} = \int_0^{x_k} \left\{ \left(a_1 + \frac{a_2 y'}{\sqrt{1 + y'^2}} \right) + \frac{a_2 (f + y')}{(1 + y'^2)^{\frac{3}{2}}} \right\} \cdot \frac{\partial y'}{\partial c_i} \cdot dx + \\ + (f + y'_1) \cdot \left(a_1 + \frac{a_2 (f + y'_1)}{\sqrt{1 + (y'_1)^2}} \right) \cdot \frac{\partial x_k}{\partial c_i} = 0; \end{aligned} \quad (3)$$

($i=1,2$)

$$f a_1 \sqrt{(1 + y_1'^2)^3} - a_2 y_1'^2 (1 - f y_1') = 0$$

Отриману систему рівнянь доцільно вирішити чисельним методом із застосуванням персонального комп'ютера. В результаті рішення будуть

визначені x_k , c_1 , c_2 які після їх підстановки в рівняння (2) приведуть до рівняння кривої, що визначає профільну лінію леза диска з найменшими витратами енергії.

Список літератури:

1. Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Каденко В.С., Блезнюк ОВ, Дяконов 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.
2. Пащенко В.Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочих органов сельскохозяйственных машин и орудий. Монография. – Харків, 1994. – 134 с.
3. Дяконов С.О., Пахучий А.М. Аналіз технологій вирощування зернових культур та конструкцій сівалок прямої сівби / Харків: ДБТУ, 2022. – С. 258-260.
4. Дяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого сіву. – Харків, 2007. – 20 с.
5. Рожков А.А., Дяконов С.А., Пахучий А.Н. Средства механизации в перспективных технологиях выращивания зерновых культур / Инженерия природокористування. – Харків, 2016. № 1 (5). С. 53-57.
6. 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.
7. Харченко С. О., Анікеєв О. І., Циганенко М. О., Антощенков Р. В., Качанов В. В., Калюжний О. Д., Гаєк 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.
8. 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.

УДК 631.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СЕРІЙНИХ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК

Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Кравченко М.В.,
магістрант

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено реалізацію напрямку підвищення ефективності використання вітчизнах серійних зернових сівалок в технологіях вирощування зернових культур

Найбільш перспективними є енергозберігаючі технології, спрямовані на зниження інтенсивності і глибини обробки. Результати проведених дослідів свідчать як на користь, так і проти впровадження різних систем мінімального обробітку ґрунту та різновид «нульова» обробка.

Традиційна система обробітку ґрунту заснована на оранці. Відповідно до теорії академіка В.Р. Вільямса необхідно раз в вегетаційний період застосовувати оранку полів, яка повинна здійснюватися восени після збирання врожаю. Головна мета оранки – скинути на дно борозни верхній шар, що втратив міцність ґрунту (агрегатний стан 1 мм) і винести на поверхню міцний структурний шар ґрунту. Як показують дослідження, оранка сприяє підвищенню біологічної активності і вмісту поживних речовин в нижній частині оброблюваного шару (15-25 см). Однак наукові дослідження, проведені в останні роки, свідчать про те, що поряд з позитивними сторонами інтенсивна система обробітку ґрунту, яка заснована на обертанні орного шару не відповідає сучасним вимогам зниження енерговитрат палива, трудових і матеріально-технічних засобів, підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів, особливо в районах дії вітрової ерозії, сприяє розвитку дефляційних процесів. Крім того, багаторазові обробки надмірно ущільнюють ґрунт важкими машинно-тракторними агрегатами.

В даний час на неї припадає близько 40% енергетичних і 25% трудових витрат всього обсягу польових робіт з вирощування і збирання с.-г. культур. Тому в сучасному землеробстві проблема мінімізації обробітку ґрунту є однією з головних. Дані провідних установ і практика передових господарств показують, що в умовах загального підйому культури землеробства, внесення підвищених норм добрив, засобів захисту рослин від шкідників і хвороби створюються передумови для отримання високого врожаю при зменшенні кількості і глибини обробок.

Термін «мінімальна обробка ґрунту» виник в кінці 50-х початку 60-х років. Однак мінімізація обробітку ґрунту стала можливою переважно при розпушуванні ґрунту без обороту пласта, коли на його поверхні накопичується шар рослинної мульчі. Вперше ідею обробітку ґрунту, без обороту пласта висловив І.Е. Овсинський. Новий поштовх мінімізації ґрунту отримала завдяки роботам Т.С. Мальцева. Він створив принципово нову систему обробітку ґрунту, засновану на чергуванні глибокої безполицевої і поверхневої обробок. Засновник школи мінімізації обробітку ґрунту професор П.Г. Семіхненко писав, що

частими обробками ми настільки розпилюємо і ущільнюємо ґрунт, що з цим злом змушені боротися ще більш частими обробками. Але слід мати на увазі, що тільки на досить окультурених ґрунтах найбільш повно проявляється агротехнічна продуктивність мінімізації. Теоретичною основою мінімізації обробки ґрунту є те, що для багатьох ґрунтових різниць оптимальна щільність складання оброблюваного шару знаходиться в межах рівноважної.

Одним із напрямів мінімізації можна вважати здійснення прямої сівби спеціальними сівалками без попередньої механічної обробки ґрунту – «нульова» обробка.

Зі всього різноманіття конструкцій сівалок прямої сівби слід приділити увагу сівалкам «Great Plains» серій 1200, 1500, 2000, 3000 зі зчіпним пристроєм (приставка для підготовки ґрунту) серій СРН, РРН, SSH або типу Green Plains 1500 виробництва ООО "АВЕРС-АГРО" та іншим такої конструкції. Перевагою яких є задовільна робота на різних типах ґрунтів, багатих поживних речовинах, невіривняних. А також менший тяговий опір у порівнянні з сівалками прямої сівби що обладнані стрілочатими лапами. До недоліку можна віднести достатньо високу вартість що важливо для невеликих господарств, досить часто не раціональне агрегування з існуючими в них тракторами. Наведені сівалки складаються з двох модулів. Перший, причіпна приставка з ґрунтообробними дисками до якої кріпиться другий модуль – начіпна зернова сівалка з дисковим сошниками. Другий модуль окремо можна використовувати для сівби і в традиційній технології, але з шириною його захвату понад 3 м значно погіршується керованість трактора і відповідно прямолінійність посівів.

Для усунення всіх вище наведених недоліків, особливо для недостатньо великих господарств, пропонується використовувати для причіпних серійних сівалок типу СЗ-3,6 (5,4) та їх аналогів приставку прямої сівби типу ППС-5,4 з можливістю переобладнання її і на меншу ширину захвата з тракторами класу тяги 20-30 кН.

Список літератури:

1. Сайко В. Актуальні проблеми землеробства: простих шляхів мінімізації ґрунту не буває / В. Сайко // Техніка АПК. – 2008. – № 1. – С. 8–14.
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. 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.
5. 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.

6. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дукат-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеев, 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.

7. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеев, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.:ТОВ «Планета-Прінт», 2020.– 140 с.

8. <https://www.greatplainsag.com/ru/implements/russia/drills>

9. https://avers-agro.com.ua/sejalka_diskovaja_green_plains_1500

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПНЕВМАТИЧНОГО СПОСОБУ ПОДАЧІ ДОБРИВ ДО РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ РОЗСІВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Колодяжний І.О., аспірант

Державний біотехнологічний університет

Створення широкозахватних пневматичних машин з використанням в якості повітродувних пристроїв відцентрових вентиляторів вимагає призначення оптимальних режимів транспортування мінеральних добрив. При переміщенні повітряним потоком у горизонтальному трубопроводі частки мінеральних добрив здійснюють поперечні коливання під дією сил тяжкості та аеродинамічних підйомних сил. Стійкість процесу транспортування залежить від рівномірності розподілу транспортованого матеріалу за перерізом трубопроводу, а енергоємність від величини концентрації повітряно-мінеральної суміші. Зважування частинок матеріалу у горизонтальному повітряному потоці забезпечується за допомогою дії підйомних сил. Потенційна робота, яку можуть здійснити підйомні сили, залежить від структури повітряного потоку (турбулентності) і визначає, в свою чергу, максимально допустиму концентрацію суміші добрив та повітря, при якій частинки матеріалу, що транспортується, не осаджуються на днище трубопроводу. Основною особливістю схем розташування пневматичних мереж машин є паралельне з'єднання великої кількості трубопроводів різної довжини при однаковому діаметрі. В ході роботи агрегату продуктивність всіх трубопроводів має бути однаковою, а також подача добрив у них здійснюється одночасно і розподіляється рівномірно каналами закінчення. Головне те, що при розрахунку пневмотранспортної мережі визначається її максимальна продуктивність. Робочий процес розсіювання добрив у штанговому пристрої складається з етапів:

а) надходження добрив з живильника в штангу та псевдозрідження його з повітрям;

б) встановлений режим руху добрив, який складається з двох видів руху двофазної системи (частка-повітря): –рух псевдо зрідженого шару по стінок штанги до отворів для закінчення; –гідравлічне закінчення двофазної системи через насадки, що розсіюють (при постійному натиску);

в) гідравлічне закінчення при змінному натиску (заключний етап розсіювання).

Головні переваги пневматичного способу подачі добрив до робочих органів машин для внесення добрив визначаються, як пристосовування до будь-яких вимог технологічних процесів розсіювання, дешеве обслуговування конструкції, низька собівартість машин та обладнання і покращення умов праці .

Список літератури:

1.Franzen D.W.,Peck T.R. Field Soil Sampling Density for Variable Rate Fertilization. J. Prod. Agric, Vol. 8, no. 4, 1995, pp. 568-574.

2.Kachanovski R.G., Fairchild G.L. Fild Scale Fertilizer Recomendations: The Spatial Scaling Problem. Can. J. Soil. Sci. Vol. 76, 1996, pp. 1-6.

•

Секція 4

||| **МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

УДК 641

ПРОДОВОЛЬЧИ ЗАПАСИ ДОМОГОСПОДАРСТВ ЯК ФАКТОР ВИЖИВАННЯ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДБОРУ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

**Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М., Канаяма Рене, Винник-Чаплинський М.О.
студент, к.т.н., доцент Черепньов І.А.**

*ГО «Асоціація фахівців цивільного захисту», м. Київ,
Національний університет харчових технологій, м. Київ,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Розглянуто значення аварійного запасу продуктів харчування в домогосподарствах для виживання в умовах надзвичайних ситуацій. Класифікація та критерії відбору продуктів харчування для тривалого зберігання.

Світова статистика надзвичайних ситуацій (НС) свідчить, що з 1970 року спостерігається збільшення середньорічного числа стихійних лих, викликаних небезпечними природними явищами. Якщо порівняти показники 2021 та 2022 років, то в кількісному вираженні НС, ініційовані кліматичними змінами, значною мірою перевищували аналогічні показники катастроф техногенного характеру. І ця тенденція продовжує існувати [1]. Як зазначено в роботі [2], в ряді країн програми з надання продовольчої допомоги постраждалим можуть охоплювати від 10% до 40% населення. З фінансової точки зору забезпечення продуктами харчування є єдиною найбільш важливою відповіддю міжнародного співтовариства на нинішні надзвичайні ситуації. Розподіл продовольства має здійснюватися в екстреному порядку, щоб запобігти недоїдання і смертність серед постраждалого населення. У багатьох країнах світу існують системи цивільної оборони або інші державні служби, які спеціалізуються на захисті населення в умовах НС. Крім того, ще в 1931 році в Парижі Жорж Сен-Поль заснував Асоціацію «Женевських зон», поклавши початок створенню сучасної міжнародної організації цивільної оборони, яка в теперішньому часі складається з 60 країн-членів, 16 країн-спостерігачів і 28 афілійованих членів. Крім того для організації евакуації, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт а так само ліквідації наслідків катастроф часто залучається армія, поліція та інші силові структури. Не дивлячись на це, досить часто виникає деякий часовий інтервал, протягом якого все населення постраждалої території або деяка її частина не отримує своєчасної допомоги, в тому числі і продовольчої. Наведемо кілька прикладів.

Японія, землетруси 1995 і 2011 року [3,4]:

- Великий землетрус Хансін-Аваджі 17 січня 1995 року. Загибло 6434 людини, зруйновано 200 000 будівель, порушено електропостачання міста. Значна частина людей навіть через місяць не були забезпечені достатньою кількістю пайків;

- Після великого землетрусу в Східній Японії 11 березня 2011 року розподіл і доставка пайків все ще були погано організовані, навіть після того, як

були відновлені інженерні комунікації, що дозволяють перевозити зазначені припаси;

- Протягом перших трьох днів після цього же землетрусу спеціалізовані установи які відповідають за харчування постраждалого населення майже 25% жителів не змогли отримати воду і продукти харчування.

США:

- 23 грудня 2014 року, на Міссісіпі обрушився торнадо, за яким лише через 15 днів послідувало президентське оголошення про стихійне лихо. Цей випадок є прикладом відносно тривалого періоду після стихійного лиха до початку надання федеральної допомоги [5]. З огляду на вищесказане наявність продовольчих запасів в кожному домогосподарстві стає питанням життя і смерті.

Як зазначено в роботі [6] на відношення людей до необхідності мати запаси продовольства в своєму домогосподарстві впливає ряд факторів, таких як: соціально-демографічні характеристики району, освіта, раса, стать, вік і дохід. Наприклад, в студентському середовищі досить широко поширене легковажне ставлення до загрози виникнення НС і необхідність сформувати запас продуктів, води і медикаментів. Наприклад, проведене опитування в університеті Юніон (Union University) показало, що на думку частини респондентів наявність в багажнику автомобіля батончика Снікерс і пляшки мінеральної води, дозволяють вижити при виникненні природної катастрофи типу торнадо [7]. На думку японських фахівців у сфері дієтології, продукти харчування на випадок НС в залежності від відмінностей в простоті їх споживання, можна класифікувати [4]:

- Категорія А: продукти, які не потребують приготування і вживаються без пиття, такі як рисова каша і желейні напої;

- Категорія В: продукти, які не потребують приготування і вживаються одночасно з питвом, такі як хліб і крекери;

- Категорія С: продукти, що вживаються після додавання або занурення в гарячу воду;

- Категорія D: продукти, які необхідно приготувати методом розігріву на відкритому вогні або на газовій (електричній) печі.

У цій же роботі сформульовані критерії, відповідність яким дозволяє віднести конкретні види продуктів харчування, до їжі призначеної до використання в екстремальних ситуаціях, а саме:

1. Приготування та споживання. Час на підготовку продуктів має бути мінімальним, а наявність посуду - необов'язковим.

2. Вибір поживної цінності продуктів харчування для надзвичайних ситуацій повинна враховувати стресовий стан людей і можливий дефіцит їжі.

3. Вибір упаковки харчових продуктів повинен передбачати можливість використання її в якості посуду.

4. Продукти для приготування в разі стихійного лиха повинні максимально довго зберігати споживчі властивості у відсутності холодильника, тобто при кімнатній температурі.

Фахівці з питань цивільного захисту США розробили схему поетапної оцінки стану забезпечення домогосподарства продуктами харчування, які розраховані для використання в екстремальній ситуації [5]:

- Визначення кількості днів, протягом яких можливо забезпечити 100% добової норми калорій на кожного члена сім'ї;
- Оцінка доступності поживних речовин;
- Оцінка доступності калорій і поживних речовин з урахуванням втрати ресурсів для приготування і зберігання продуктів.

І, нарешті є ще один показник, який визначає, а точніше обмежує перелік і кількість продуктів харчування, які вибирають члени домогосподарства. Це їх економічна доступність. Цей момент знайшов відображення в результатах дослідження стану продовольчого постачання в забезпечених переважно білих домогосподарствах із середнім і високим соціально-економічним статусом в США. Отримані дані говорять про наявність як мінімум 8-денного аварійного запасу продуктів в домогосподарствах. При цьому, в даний момент не завершена об'єктивна оцінка запасів продовольства в надзвичайних ситуаціях в уразливих домогосподарствах представників меншин з низьким рівнем доходу та іммігрантів [5]. З цих же причин, значна частина населення Японії обмежена в можливості поповнювати свої аварійні запаси сушеними і консервованими продуктами, ціна яких досить висока [8].

Список літератури:

1. World disasters report 2022. Trust, equity and local action. Lessons from the COVID-19 pandemic to avert the next global crisis. *PreventionWeb*: website. URL: <https://www.preventionweb.net/publication/world-disasters-report-2022> (дата звернення: 11.11. 2023).
2. Valerie Guarnieri. Food aid and livelihoods: challenges and opportunities in complex emergencies: *Forced Migration Review*. Refugee Studies Centre. Oxford Department of International Development University of Oxford. 2003. 10 p. URL: <https://www.fmreview.org/about> (дата звернення: 10.11. 2023).
3. Takashi Nakazawa, Shigeru Beppu. Shifting from Emergency Food to Disaster Preparation Food to Help Disaster Survivors. *Quarterly Review*. 2012. № 44. P. 36-52.
4. Miho Nozue, Kazuko Ishikawa-Takata, Nobuko Sarukura, Kazuko Sako, Nobuyo Tsuboyama-Kasaoka. Stockpiles and food availability in feeding facilities after the Great East Japan Earthquake. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2014. № 23(2). P.321-30. doi: 10.6133/apjcn.2014.23.2.14.
5. Devon L Golem, William Hallman, Cara Cuite, Carol Byrd-Bredbenner. Food Supplies of Immigrant and Minority Households: How Prepared Are They for Disaster Emergency Conditions? *Topics in Clinical Nutrition*. 2016. Vol. 31, № 3. P. 213–221. doi: 10.1097/TIN.0000000000000074.

УДК 631.372

МЕХАТРОННА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ НАПРЯМОМ РУХУ

Скуратов О. С., Митько С. О., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі запропонована концепція мехатронної системи керування напрямом руху трактора.

Сільське господарство має довгу історію, але все ще зазнає багатьох змін. На початку вирощування велося вручну. З роками були розроблені різні види інструментів, і люди почали використовувати тварин для різних операцій. Механізація сільського господарства відбулася на початку ХХ століття, коли коней і волів замінили трактори. Постійно винаходили все більше знарядь, і розміри машин також зросли з перших днів механізації. Однак основна концепція трактора та знаряддя залишилася незмінною з перших концепцій. Типовими сучасними сільськогосподарськими роботами є, наприклад, оранка, боронування (рис. 1.1), посів і збирання врожаю. Одна людина може виконати всю операцію самостійно, використовуючи лише трактор і знаряддя.



Рис. 1. Боронування сучасним трактором і знаряддям

Останнім часом все більше електроніки додається до тракторів, а також до знарядь. Причина очевидна. Зростає попит на підвищення ефективності машин і покращення способів використання ресурсів. Простого збільшення розміру обладнання вже недостатньо. Натомість машини потрібно використовувати більш розумно. Проблема полягає в тому, що існують різні виробники тракторів і знарядь. Існує багато різних комбінацій тракторів і знарядь, і всі вони повинні працювати разом.

Навантаження на тракториста зросло в міру розвитку техніки. Через збільшення навантаження у водія знижується увага протягом робочого дня. Коли його увага знижується, точність і ефективність роботи падає, а головне — безпека роботи. З метою зменшення навантаження частина завдань автоматизована. Одне з них - це завдання водити трактор.

Цілі автоматизації охоплюють переважно системи трактор-навісне

обладнання, використовуючи стандартну мережеву технологію для реалізації системи керування. Стандарт ISO 11783 став справжнім промисловим стандартом за ці десять років, і наразі він є робочою конячкою, коли йдеться про керування та автоматизацію систем трактора-навісного обладнання. Вивчення комбінованої навігації почалося в 2006-2007 роках, коли були проведені перші експерименти з виявлення локального позиціонування за елементами, намальованими на полі; спочатку це робилося за допомогою технології машинного зору та обробки зображень, а пізніше за допомогою лазерного сканера відстані.

Розроблено навігаційну систему як концепцію, яка включає всі пристрої та методи, які необхідні для контролю положення транспортного засобу. Іншими словами, система навігації складається з системи позиціонування, системи наведення та системи керування. Також система може включати системи планування шляху та запобігання зіткненням. Над системою навігації знаходиться планування завдань.

Список літератури:

1. 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>.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

ВІБРОЗБУДНИК ПРЯМОЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ

Мазунін М.О. студ., Рева Ю.В. асп.

Державний Біотехнологічний Університет

Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів віброзбудника прямолінійних коливань є важливою задачею при розробці та конструюванні вібраційних систем. Віброзбудники прямолінійних коливань використовуються в різних галузях, таких як промисловість, медицина, будівництво та інші, для різноманітних завдань, таких як подача матеріалів, переміщення об'єктів, а також в дослідницьких дослідженнях та експериментах.

Обґрунтування параметрів віброзбудника включає в себе розгляд таких основних аспектів:

Цільове призначення: Визначення конкретного завдання або функції, яку віброзбудник повинен виконувати. Наприклад, для транспортування частинок, для змішування матеріалів чи для розсіювання об'єктів.

Характер коливань: Розгляд типу коливань, необхідних для виконання завдання. Це може бути прямолінійний рух вгору-вниз, коливання вздовж окремих осей тощо.

Амплітуда та частота: Визначення оптимального діапазону амплітуди та частоти для забезпечення ефективної роботи в конкретних умовах.

Подивимося, наприклад, на розробку віброзбудника для переміщення сипучих матеріалів у промисловому процесі. Перший крок - визначити тип коливань, які найефективніше здійснюють переміщення даного матеріалу. Для сипучих продуктів, наприклад, може бути корисним використання вертикальних прямолінійних коливань для створення потоку.

Далі, ми визначаємо оптимальні параметри, такі як амплітуда та частота коливань, щоб забезпечити ефективне переміщення матеріалу без його ущільнення чи затрунень. З урахуванням характеристик самого матеріалу, розраховуємо силу, яка потрібна для його руху, і обираємо адекватний механізм збудження. Коли весь цей комплекс параметрів і конструкційних рішень обґрунтовано та оптимізовано, ми отримуємо віброзбудник, який відповідає вимогам завдання, є безпечним у використанні та дозволяє досягти ефективного переміщення сипучих матеріалів в промислових умовах.

Список літератури:

1. Жихоренко, М.О., Лук'яненко В.М., Галич І.В.. Удосконалення віброзбудника прямолінійних коливань мехатронної насінноочисної машини. *The International scientific and practical conference «Problems and Innovations in Science» Part 1* (May 4-5, 2020). С 268-272.

2. Лук'яненко В.М. Галич І.В., Нікіфоров А.О. Мехатронна вібраційна насінноочисна машина / *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2015. Вип. 156. С. 413-419.

АВТОНОМНИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ МОБІЛЬНИЙ РОБОТ

Савченко Ю. С., Скуратов О. С., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки автономного сільськогосподарського мобільного робота.

Розробка автономних мобільних роботів, здатних розумно рухатися та діяти, передбачає інтеграцію багатьох різних масивів знань.

Робота можна визначити як «механічний пристрій, який виконує автоматизовані завдання, або згідно з прямим наглядом людини, заздалегідь визначеною програмою, або за набором загальних інструкцій, використовуючи методи штучного інтелекту». Перший комерційний робот був розроблений у 1961 р. та використовувався в автомобільній промисловості компанією Ford. В основному роботи були призначені для заміни людини в монотонних, важких і небезпечних процесах. В даний час, через економічні причини, промислові роботи інтенсивно використовуються в дуже різноманітних сферах застосування. Більшість промислових роботів стаціонарні. Вони працюють із фіксованого положення та мають обмежений робочий діапазон. Навколишня зона робота зазвичай проектується відповідно до завдань робота, а потім захищається від зовнішнього впливу. Ці роботи ефективно виконують такі завдання, як зварювання, свердління, складання, фарбування та пакування.

Однак у багатьох додатках може бути корисним створити робота, який може працювати з більшою мобільністю. На відміну від більшості стаціонарних роботів, де навколишній простір адаптований відповідно до завдань робота, мобільні роботи повинні адаптувати свою поведінку до оточення. Замість того, щоб виконувати фіксовану послідовність дій, мобільним роботам потрібно розвивати певну обізнаність про навколишнє середовище через взаємодію з усіма видами датчиків; вони використовують вбудований інтелект, щоб визначити найкращу дію. Розробка інтелектуальних навігаційних систем на мобільних роботах, які забезпечують ефективне пересування без зіткнень, все ще є центром кількох дослідницьких проєктів.

Мобільні роботи – це зазвичай ті роботи, які можуть пересуватися з місця на місце по землі. Мобільність дає роботі набагато більшу гнучкість для виконання нових, складних, захоплюючих завдань. Світ не потрібно змінювати, щоб зробити всі необхідні предмети доступними для робота. Роботи можуть пересуватися куди потрібно. Можна використовувати менше роботів. Роботи з мобільністю можуть виконувати більш природні завдання, в яких середовище не призначене спеціально для них. Ці роботи можуть працювати в просторі, зосередженому на людині, і співпрацювати з людьми, розділяючи робочий простір разом.

Мобільному роботу потрібні механізми пересування, які дозволяють йому необмежено переміщатися в навколишньому середовищі. Існує велика різноманітність можливих способів пересування, що робить вибір підходу

робота до пересування важливим аспектом конструкції мобільного робота. Більшість цих механізмів пересування створено на основі їхніх біологічних аналогів, які пристосовані до різних середовищ і цілей. Багато біологічно натхненних роботів ходять, повзають, ковзають і стрибають.

Автономний робот здатний виявляти об'єкти за допомогою датчиків або камер і обробляти цю інформацію в рух без дистанційного керування.

Створення надійного, модульного та автономного мобільного роботу, який здатний розумно рухатися і виконувати різні завдання в полі є перспективним науковим завданням.

Список літератури:

1. Kim, W.-S.; Kim, Y.-J.; Kim, Y.-S.; Baek, S.-Y.; Baek, S.-M.; Lee, D.-H.; Nam, K.-C.; Kim, T.-B.; Lee, H.-J. Development of Control System for Automated Manual Transmission of 45-kW Agricultural Tractor. *Appl. Sci.* 2020, 10, 2930. <https://doi.org/10.3390/app10082930>.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. 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.

AUTOFARMING

**Бондар О. С., Савченко Ю. С.,
Кісь В. М., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено визначення autofarming та системи автоматичного керування колісних транспортних засобів.

Автоматичне керування колісних транспортних засобів має широкий спектр застосувань, включаючи розмінування полів, очищення від небезпечних хімікатів, транспортування ядерних матеріалів, наведення сільськогосподарських тракторів, автоматизовані магістралі та транспортні засоби доставки всередині заводів або лікарень. Автономні транспортні засоби вимагають високоточного керування, безперервної роботи, підвищеної ефективності та виключення людини-оператора з небезпечного середовища. Незважаючи на те, що автономні транспортні засоби вже давно є предметом досліджень, лише недавно датчики та комп'ютерні технології зробили автономні транспортні засоби практичними. Поява датчиків диференціальної глобальної системи позиціонування за фазою несучої (CPDGPS) для вимірювання положення та положення (крену, куту та повороту) запропонувала інженерам високу точність, необхідну для точного керування транспортним засобом, за незначну частину вартості аналогічні інерційні датчики. Зараз доступні відносно недорогі комп'ютери, які здатні запускати алгоритми керування та оцінки зі швидкістю, практичною для керування в реальному часі, алгоритми, які були б надто вимогливими до обчислень лише кілька років тому.

Маючи всі інструменти, необхідні для економічного керування наземними транспортними засобами в режимі реального часу, спеціальні комерційні програми стимулюють дослідження ефективних систем керування транспортними засобами. Сільське господарство стало одним із перших потенційних застосувань керування транспортними засобами в реальному часі. CPDGPS має кілька обмежень: чіткий огляд неба, близькість до фіксованої опорної станції та радіозв'язок із радіопередавачем опорної станції. Сільськогосподарські трактори майже завжди відповідають цим обмеженням. Крім того, висока точність, можлива завдяки автономній системі навігації трактора, має численні переваги для фермерів.

Деякі типи сільськогосподарських застосувань, наприклад застосування просапних культур, можуть виграти від високоточного контролю, який доступний за будь-яких умов видимості. Як приклад, за оцінками, неточне керування трактором спричиняє приблизно 13% загальних втрат під час збирання цукрових буряків. Іншим прикладом застосування, яке може виграти від високоточного контролю, є крапельне зрошення. При крапельному зрошенні стрічкою перфорований шланг або «стрічка» закладають під коріння культури. Вода, що прокачується через стрічки, зрошує безпосередньо коріння культур, уникаючи втрати зрошувальної води через випаровування. У деяких посушливих

регіонах світу, наприклад на південному заході США, де наявність води є вирішальним фактором у тому, чи варто обробляти наявну землю, фермери дуже зацікавлені у застосуванні крапельного стрічкового зрошення.

Термін *autofarming* був створений, щоб втілити нові можливості, які пропонує автономне керування трактором на основі CPDGPS. Цей термін охоплює не лише автоматичне керування трактором, але й увесь спектр можливих розробок, які можуть виникнути завдяки такій системі. Наприклад, людські фактори, такі як здатність водія бачити землю, комфорт водія та безпека оператора, є основними обмеженнями, які інженери-трактори повинні враховувати при проектуванні тракторів. Без людини-оператора на борту двигун можна переробити таким чином, щоб циліндри були розташовані горизонтально протилежно, щоб покращити охолодження та знизити центр ваги. Кондиціонер, підвішені сидіння чи навіть закрита кабіна більше не будуть потрібні. Радіатори більшого розміру могли б покращити охолодження двигуна, одночасно зменшуючи потужність двигуна, що відводиться для обертання охолоджуючого вентилятора. Нарешті, трактори могли працювати на швидкостях, обмежених не комфортом оператора, а точністю кермового керування.

Список літератури:

1. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

УДК 631.372

БЛОКУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЛІВ ТРАНСМІСІЇ БАГАТОВІСНОЇ КОЛІСНОЇ МАШИНИ

**Борисенко С. А., Бондар О. С.,
Кісь В. М., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі розглянуто необхідність блокування диференціалів трансмісії багатовісної колісної машини.

Інтенсивний розвиток багато вісної колісної техніки пов'язані з рішенням різних транспортних і спеціальних завдань, зокрема й у військових цілях. Визначальними факторами ефективності та успішності виконання таких завдань є середньотехнічна та максимальна швидкість руху транспортних засобів, а також ефективність, тобто паливна економічність, у тому числі й у складних дорожніх умовах. Підвищенню швидкостей руху автомобільних шасі сприяють такі експлуатаційні властивості як прохідність та керованість. Варто зауважити, що підвищення потужності та питомих характеристик силових установок транспортних засобів не завжди призводить до поліпшення показників прохідності, а визначальним фактором є можливість реалізації потужності, що розташовується на ґрунтах зі слабкими зчіпними властивостями. Такий підхід передбачає раціональний розподіл моменту, що крутить, між колесами транспортних засобів. Одним із способів підвищення прохідності транспортних засобів у сукупності з підвищенням енергоефективності є керування трансмісією колісної машини (КМ) в дорожніх умовах, що різко змінюються, зокрема, управління муфтами блокування диференціалу.

Для багатовісних колісних машин кількість диференціалів трансмісії може сягати 7-ми (КМ 8x8) і більше. Управління такою кількістю диференціалів збільшує напруженість праці та потребує додаткової уваги до кваліфікації водія. Крім того, несвоєчасне вимкнення механічних блокувань або включення під час руху може призвести до поломки елементів трансмісії. Тому автоматизація керування муфтами блокування диференціалів є актуальним завданням.

Під час руху колісних машин по пересіченій місцевості, особливо у складних дорожніх умовах, за великої неоднорідності дорожнього покриття можливе істотне зниження середньотехнічної швидкості руху, яка впливає на ефективність колісної машини. Слід зазначити, що збільшення питомих потужностей силових установок не призводить до значного збільшення середньої швидкості руху, а істотний вплив надає можливість повної реалізації потужності, що розташовується. Зважаючи на різні зчіпні властивості для кожного з коліс у кожний конкретний момент часу виникає необхідність у перерозподілі крутних моментів між колесами для повної реалізації тягової сили за умовами зчеплення з опорною поверхнею, що передбачає активне керування трансмісією. Крім того, виникає завдання правильного визначення стану опорної поверхні під кожним колесом автомобіля для коректної роботи системи керування трансмісією.

Проблемами раціонального розподілу потужності між провідними колесами під час руху колісної машини у складних дорожніх умовах займалися багато вчених.

Застосування блокування диференціалів суттєво підвищує сумарну тягову силу у складних дорожніх умовах. Однак у разі багатовісної колісної машини виникає завдання управління від 2 і більше диференціалів. При цьому водій повинен мати високу кваліфікацію і вчасно блокувати потрібні диференціали. При цьому у разі багатовісного шасі навіть кваліфікований водій не завжди розуміє, який диференціал слід заблокувати. Крім того, невимкнені блокування диференціалів можуть призвести до зростання опору руху або погіршення керованості та повертання.

Використання диференціалів, що самоблокуються, не завжди є раціональним рішенням, так як їх застосування ускладнює конструкцію і може призвести до зниження надійності колісної машини. Застосування диференціалів підвищеного тертя також є оптимальним рішенням, оскільки така трансмісія завжди створює момент опору руху, навіть за руху рівною дорозі.

Список літератури:

1. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО БЛОКУВАННЯ РУШІЇВ

**Ганноченко Д. В., Борисенко С. А.,
Никифоров А. О., ст. викл., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки системи автоматичного блокування рушіїв колісного трактора.

На всіх сучасних автотранспортних засобах (АТЗ) застосовують системи автоматичного блокування (САБ) рушіїв таких як системи антиблокування (АБС). Світова практика підтвердила дієвість використання АБС, тому починаючи з 1 жовтня 1991 р. Директива 71/320 ЄЕС та додаток до Правил 13 ЄЕК ООН законодавчо наказують їх установку на вантажні автомобілі. У зв'язку з цим ефективність САБ АТЗ великою мірою залежить ефективності алгоритмів АБС. В даний час найбільшого поширення набули комбіновані САБ АТЗ – це поєднані антиблокувальні та протибуксувальні системи (АБС/ПБС).

Останніми роками інтенсивно розвиваються нові системи – системи регулювання динаміки руху АТЗ (VDC), системи BAS (Brake Assist), ESP (Electronic Stability Program) та інших., вироблені відомими фірмами «Вабко», «Бош», «Лукас», «Гірлінг», «Бендікс», «Дана» та багатьма іншими. САБ АТЗ вирішують також проблему діагностики силових агрегатів та виконавчих систем, здійснюють моніторинг процесу руху колісних машин.

В алгоритмах сучасних АБС використовуються такі найбільш відомі принципи регулювання: 1 – регулювання коефіцієнта відносного ковзання контакту колеса; 2 – регулювання максимальної реалізації тангенціальної сили колеса; 3 – регулювання похідної від коефіцієнта зчеплення за коефіцієнтом відносного ковзання контакту колеса (градієнтний метод). Причому джерелами первинної інформації всіх алгоритмів управління АБС є кінематичні параметри обертання коліс машин.

Сучасні АБС реалізовані за такими методами регулювання: IR (Individuelle Regelung) – індивідуальне регулювання; InR (Indirekte Regelung) – непряме регулювання; SH (Select-High) – регулювання з високого порога; SL (Select-Low) – регулювання низького порога. Відповідними модифікаціями є: MIR (Modifizierte Individuelle Regelung) – модифіковане індивідуальне регулювання; InIR (Indirekte Individuelle Regelung) – непряме індивідуальне регулювання; InSR (Indirekte Seitenregelung) – непряме бортове регулювання; MAR (Modifizierte Achsregelung) – модифіковане осьове регулювання; MSR (Modifizierte Seitenregelung) – модифіковане бортове регулювання.

Індивідуальне регулювання IR передбачає регулювання гальмування кожного колеса машини відповідно до дорожніх умов зчеплення з розрахованим темпом і частотою зміни тиску в приводі. Використання принципу IR дозволяє досягати високої ефективності гальмування під час руху по однорідній поверхні та сталості нормальних реакцій опорної поверхні коліс (рівномірне навантаження на колеса автомобіля). У той же час при різних зчепленнях коліс

по бортах автомобіля, при маневруванні, нерівномірному завантаженні автомобіля або русі дорогою з поперечним ухилом гальмування за принципом IR не забезпечує необхідних керованості та стійкості.

Непряме регулювання InR – принцип управління тиском у гальмівній камері колеса, що використовує інформацію про стан іншого колеса. Це суто технічний прийом розробників АБС, що здешевлює вартість за рахунок того, що кількість датчиків мінімальна. При цьому відповідно знижуються вимоги до логічного пристрою. Такий принцип регулювання застосовують для причепів та напівпричепів АТЗ.

Регулювання високого порога SH засноване на регулюванні тиску в гальмівному приводі, що реалізує алгоритм максимального використання зчеплення колеса, що знаходиться в найкращих умовах зі зчеплення.

Регулювання низького порога SL організовано аналогічно, але з алгоритму IR. Очевидно, що високопорогове регулювання забезпечує ефективність гальмування, але керованість та стійкість знижуються з тих же причин, що й принципу IR.

Низькопорогове регулювання має явні переваги щодо забезпечення керованості і стійкості, але при цьому втрачається ефективність гальмування, тому що HR не використовуються повністю потенційні можливості зі зчеплення колеса.

Принципи SH і SL у «чистому» вигляді не застосовуються в АБС, тому що вони неефективні в умовах типу «мікст», при криволінійному русі машини та інших складних ситуаціях.

Модифіковане індивідуальне регулювання MIR – принцип роботи АБС, що дозволяє досягати оптимального співвідношення між забезпеченням необхідної гальмівної ефективності та достатньою керованістю та стійкістю. Для реалізації такого регулювання кожне колесо повинно мати індивідуальний інформаційний канал, а також обмін інформацією та розрахунок компромісних сигналів керування для кожного колеса. Використання принципу MIR сприяє високій ефективності гальмування під час руху по однорідній поверхні дороги та рівномірному завантаженню автомобіля, тому що можлива реалізація максимального гальмівного моменту на кожному з коліс. У той же час в умовах типу «мікст» при маневруванні, нерівномірному завантаженні автомобіля або русі дорогою з поперечним ухилом гальмування за принципом MIR забезпечуються достатня керованість та стійкість АТЗ.

Алгоритм MIR, що працює за принципом SL, припиняє фазу підвищення і починає фазу зниження тиску для LR і одночасно фазу витримки для HR, на відміну від алгоритму IR, при якому тиск у гальмівній камері HR наростає до досягнення «уставки». Після того, як прискорення входить у допустимі межі, при повторному проходженні порога уповільнення тенденція зниження уповільнення змінюється фазою витримки тиску і одночасно фазою зниження тиску, яка через розрахункове (щодо тривалості фази зниження LR) час змінюється також фазою витримки. Тривалість фази зниження тиску для HR розрахована таким чином, щоб забезпечити у гальмівній камері (циліндрі) HR рівень тиску, дещо більший, ніж у LR (ступінь чутливості MIR). Коли швидкість

LR досягає порогового значення, для коліс, що гальмують, починається синхронне чергування фаз підвищення і підтримки тиску. Наступні цикли організовані аналогічно, але відрізняються тим, що різниця тиску в гальмівних камерах (циліндрах) LR і HR від циклу до циклу поступово зростатиме, поки тиск для HR не наблизиться до значення, адекватного умов зчеплення. Таким чином, за рахунок плавного переходу в процесі гальмування з принципу регулювання SL на принцип IR постійно виникає інерційний момент автомобіля щодо вертикальної осі можна компенсувати своєчасним впливом на кермо. В результаті досягаються необхідні керованість та стійкість, а також максимальна ефективність гальмування, але тільки тоді, коли граничне значення «уставка» відповідає характеристикам.

Список літератури:

1. 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>.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАКТОРА

Мікла І. А., Кісь О. В.,

Галич І. В., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтовано основи конструкції та принципу дії електричного трактора.

На сьогоднішній день автомобільний транспорт є одним із основних споживачів вуглеводневих джерел енергії, що формує загальну проблему підвищення ефективності силових агрегатів автотранспортних засобів.

Одним із трендів світового автомобілебудування є застосування комбінованих енергетичних установок із електричними трансмісіями. Найбільш поширений тип електричної трансмісії – індивідуальний регульований електропривод (ІРЕ) з електронним керуванням через «CAN» інтерфейс.

Тенденція використання ІРЕ змушує вирішувати завдання ефективної реалізації електричної енергії. На даний момент рівень технічної досконалості галузі електромашинобудування досяг високих результатів, проте використання даних результатів в автомобілебудуванні є недостатнім. Максимальна ефективність може бути досягнута рахунок адаптації системи управління до умов роботи електроприводу провідних коліс автотранспортних засобів. Таким чином, стає актуальним завдання індивідуального керування окремими приводами коліс залежно від дорожніх умов руху.

При проектуванні автотранспортних засобів з електричною трансмісією з індивідуальним регулюванням потужності, що підводиться, стає актуальною задача забезпечення кінематичного та силового узгодження провідних коліс. На автотранспортних засобах, побудованих за традиційними диференціальними компоновочними схемами, дана проблема вирішується за допомогою пристрою розподілу потужності – диференціала.

Диференціал - механізм трансмісії, який розподіляє момент, що підводиться до нього, крутний момент між колесами одного мосту або між мостами автотранспортного засобу у певному співвідношенні, яке залежить від конструкції диференціала, і дозволяє обертатися кінематично пов'язаним між собою приводним валам як з однаковою, так і з різною кутовою швидкістю.

Відповідно, ідеальний механізм розподілу потужності, що підводиться, між колесами повинен забезпечувати:

1) Високі тягово-динамічні властивості автотранспортного засобу, що досягаються при максимальному використанні сил зчеплення коліс.

2) Розподіл підведеної потужності до коліс, пропорційний розподіл сил зчеплення в кожний момент часу під час руху автотранспортного засобу по прямій у звичайних умовах.

3) Обмеження потужності, що підводиться, до колеса до рівня прослизання колеса, що відповідає максимальному зчепленню колеса з опорною поверхнею.

4) Розподіл потужності між колесами, що не порушує курсової стійкості

автотранспортного засобу.

5) Відсутність перерозподілу гальмівної потужності під час роботи антиблокувальних систем (АБС).

6) Плавне перебіг перехідних процесів, що виключає їх негативний вплив на стійкість і комфортабельність при високій швидкості реакції на вхідні та вихідні параметри.

7) Оптимальні значення кутових швидкостей коліс автотранспортного засобу під час руху в повороті.

8) Високий ККД системи.

Проте нині немає систем, які задовольняють одночасно всім вищевикладеним вимогам. Існуючі варіанти технічних рішень знаходять ті чи інші варіанти компромісу.

На автотранспортних засобах, побудованих за традиційними диференціальними компоновочними схемами, найбільш затребуваними є вільні симетричні диференціали (ССД) та диференціали підвищеного

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів [Текст] : підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедєв, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич. - Харків : ХНТУСГ, 2020. – 248 с.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТИВ ПОКРАЩЕННЯМ ТОЧНОСТІ РУХУ

**Зуб В. О., Войтенко І. В.,
Фабричнікова І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод підвищення ефективності функціонування сільськогосподарських агрегатів покращенням точності руху.

Пропонується розробка алгоритмів інерціальної навігаційної системи (INS) для недорогих інерційних вимірювальних пристроїв (IMU). Термін «низька вартість IMU» використовується для опису IMU, побудованого зі стандартними низькоякісними гіроскопами та акселерометрами, які не можуть виконувати самовирівнювання. Ці алгоритми спонукали до розробки моделей помилок INS і моделей помилок глобальної системи позиціонування (GPS) для недорогої допомоги в автономній навігації.

Вирішена задача розробки моделей розповсюдження помилок швидкості, позиції та орієнтації безсистемної INS для великих кутових помилок у комп'ютерному кадровому підході. Є два набори моделей. Перший набір використовує кути ψ для опису помилок орієнтації. Інший використовує кватерніони. Ці моделі відрізняються від інших моделей помилок INS тим, що вони не вимагають припущень малого кута. Другим внеском є розробка недорогих алгоритмів INS з використанням моделей помилок INS, розроблених у цій дипломній роботі. Є два алгоритми, які використовують два набори моделей INS. Основним внеском цих алгоритмів є підхід до вирівнювання в русі з невідомими початковими умовами. Реалізація алгоритму з використанням кутової моделі ψ включає розширений фільтр Калмана (EKF). Алгоритм кватерніонів використовує фільтр апроксимації розподілу (DAF). Вимірювання GPS використовуються для допомоги INS. Стверджується, що підхід кватерніонів дає кращу точність і вимагає менше обчислень. Третім внеском є моделювання GPS у частотній області. Рівняння похибок позиції GPS отримані як ідентичні системи другого порядку в частотній області. Представлено фільтри зворотного зв'язку та прямого зворотного зв'язку для декореляції помилок GPS з використанням інформації INS.

Теоретична робота перевірена серією експериментів з використанням реальних даних. Стандартний GPS використовується для перевірки моделювання GPS. Експериментальні результати з використанням недорогого IMU та допоміжного DGPS показали, що точність позиції, швидкості та положення може бути досягнута за допомогою алгоритмів, представлених у цій дипломній роботі.

Застосування під час експериментальних досліджень інерціальних навігаційних систем на базі недорогих інерційних вимірювальних пристроїв приведе до підвищення ефективності функціонування сільськогосподарських агрегатів покращенням точності руху.

Список літератури:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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>.
10. 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.
11. Україна: ринок сільськогосподарської техніки. Аналіз та перспективи [Текст] / Р. В. Антощенко, В. М. Антощенко, І. В. Галич, В. В. Антощенкова, О. В. Козлова // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки. - Харків : ХНТУСГ, 2019. - Вип. 198 : Механізація с.-г. вир-ва. - С. 194-200.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОЛІСНИХ ТА ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ

Данець М. В., Харужев Г. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод підвищення точності вимірювання параметрів колісних та гусеничних машин при випробуваннях.

Натурні випробування є невід'ємною частиною проектування, технологічного процесу виготовлення та експлуатації колісних машин. Необхідність їх проведення обумовлена дослідницькими та експериментальними завданнями з оцінки якісних та кількісних показників транспортних засобів загалом, а також окремих вузлів та агрегатів, для перевірки працездатності конструкції, відповідності вимогам, заявленим у технічному завданні на проектування, а також для вирішення інших супутніх завдань. Очевидно, що різноманіття конструктивних особливостей колісних машин висуває вимоги щодо розробки методів проведення експериментальних досліджень, а також створення для цих цілей оригінального стендового обладнання.

Цінність дорожніх випробувань полягає у дослідженні реальних умов взаємодії повнорозмірної машини із зовнішнім середовищем. Разом з тим, дорожні випробування пов'язані з проблемами коректного збору даних, із витратами на організацію та обслуговування полігонів (трас) для проведення досліджень, з необхідністю організації роботи колективу випробувачів та багатьох інших.

Відомі аналоги випробувань машин у дорожніх умовах. Наприклад, експерименти в умовах стенду з біговими барабанами мають основну позитивну особливість, що полягає в можливості управління поєднанням тягових і гальмівних навантажень, швидкісних режимів і умов зовнішнього впливу, причому режим, що встановився, може бути організований тривалий час з метою проведення всіх необхідних вимірювань, т.к. на відміну від дорожніх умов, забезпечення сталості умов експерименту не обмежена за часом. Ще однією важливою позитивною особливістю стендових випробувань є незалежність від сезонно-кліматичних умов.

Основний недолік стендових випробувань повнорозмірних автомобілів – невідповідність умов кочення автомобільних шин барабаном реальним дорожнім покриттям, які практично неможливо імітувати на поверхні барабанів. У попередньому дослідженні наголошується, що при вирішенні проблеми стендової імітації руху по реальній дорожній поверхні, стендові випробування перетворюються на найкращий за ефективністю метод дослідження транспортних засобів.

В даний час накопичено великий досвід з випробувань автомобільної техніки, розроблено методи оцінки експлуатаційних властивостей транспортних засобів загалом, а також окремих систем, вузлів та агрегатів.

Для існуючих колісних машин з традиційними схемами трансмісії (диференціальний та блокований зв'язок) та розроблених зразків автомобільної техніки з електромеханічними трансмісіями, а також іншими типами трансмісій, що дозволяють організувати індивідуальне керування кожним рушієм транспортного засобу, є актуальною задачею розробка методів випробувань на стендах з бігом. з метою вдосконалення систем розподілу потужності колесами. При сучасному рівні розвитку обчислювальної техніки певне коло завдань, пов'язане з оцінкою працездатності та ефективності пропонується теоретичних розробок, доцільно вирішувати за допомогою імітаційного математичного моделювання робочих процесів на ЕОМ.

Таким чином, завдання відтворення на стенді реальних дорожніх умов має важливе наукове та практичне значення, вирішення якої дозволить підвищити ефективність натурних випробувань на стендах з біговими барабанами, необхідних для вирішення широкого кола завдань, у тому числі для скорочення термінів проектування та зниження вартості довідкових випробувань колісної техніки.

На етапі розробки найбільш ефективним є прогнозування характеристик рухливості автомобіля при функціонуванні різних законів та алгоритмів для систем керування з використанням імітаційного математичного моделювання на ЕОМ. Проведення обчислювальних експериментів на ранніх стадіях створення автомобіля дає можливість досліджувати ефективність різних законів та алгоритмів на сукупності дорожніх умов, при виконанні різноманітних маневрів, у тому числі відповідних галузевих стандартизованих випробувань. Це дозволяє розробникам визначитися не лише з вимогами до систем керування автомобіля, а й скорочувати терміни довідкових випробувань і тим самим знижувати вартість розробки.

Під терміном «технологія» у роботі розуміється комплекс організаційних заходів, операцій та прийомів, спрямованих на виготовлення, обслуговування, ремонт та/або експлуатацію виробу з номінальною якістю та оптимальними витратами, зумовленими поточним рівнем розвитку науки, техніки та суспільства загалом.

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.

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 ТЗ, 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

Список літератури:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

УДК 631.372

ПОКРАЩЕННЯМ СТІЙКОСТІ ПРИЧІПНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МАШИНИ

Світличний А. А., Зуб В. О.,
Черепньов І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод покращення стійкості причіпної сільськогосподарської машини.

Розроблено слідкуючий контролер для системи машина-причіп, у якій вимірюється лише положення причепа. Лінеаризована модель простору станів системи отримана з використанням кінематичних рівнянь, які раніше виявилися достатніми для контролю стану зі зворотним зв'язком. Оптимізація підсилення спостерігача обчислюється з використанням відомої дисперсії шуму вимірювання. Результати моделювання свідчать про те, що вимірювання положення без спільного розташування достатньо для точної оцінки повних станів системи при успішному регулюванні причепа на бажану траєкторію. Експериментальні результати показують, що оцінювач здатний відстежувати стани системи, а система робота та трейлера можна змусити слідувати типовій геофізичній зйомці.

Регулювання автономної машини по траєкторії вимагає точних вимірювань стану, включаючи, але не обмежуючись цим, положення, орієнтацію, швидкість і швидкість повороту. Приймачі системи глобального позиціонування (GPS) мають відносно високі похибки вимірювання позиції, але диференціальні вимірювання між двома або більше датчиками можуть значно підвищити точність системи відстеження шляху. GPS-приймачі також видають вимірювання швидкості, які можна використовувати для вимірювання швидкості транспортного засобу з високою точністю і навіть доведено ефективність для вимірювання бокового ковзання транспортного засобу в програмах, де можливе значне ковзання. Поєднання вимірювань GPS-приймача з інерціальними навігаційними системами (INS) призводить до високоточного вимірювання руху транспортного засобу та положення через те, що дві системи мають некорельовані помилки вимірювання. Змішані системи GPS/INS, такі як NovAtel SPAN tm є комерційно доступними та не тільки покращують точність позиціонування, але й дозволяють швидше повторно отримати сигнал GPS.

Для геофізичних зйомок стан буксированого сенсорного причепа часто є важливішим, ніж стан робота. Датчики кута зчипки можна використовувати для прямого вимірювання курсу причепа в поєднанні з інформацією про курс робота. Проте шумні вимірювання кута зчипки можуть знизити точність розрахунків курсу причепа. Крім того, кут зчеплення можна оцінити на основі комбінації одного або кількох інших вимірювань стану машини та причепа. Оцінка стану може не тільки точно відстежувати кут зчеплення, але також може призвести до «гладшого» зареєстрованого кута зчеплення порівняно з прямими

вимірюваннями. Цю згладжену оцінку стану можна вважати кращою для цілей керування, оскільки вона призведе до менш нестабільного керування порівняно з вимірюванням стану з шумом. Крім того, змішану систему GPS/INS можна встановити безпосередньо на причепі з датчиками для безпосереднього вимірювання положення та курсу, обходячи багато проблем, пов'язаних із спробами виміряти кут зчіпки та визначити орієнтацію причепа. Але використання змішаних систем GPS/INS може значно збільшити витрати на прилади порівняно з використанням простішого приймача GPS.

Керування траєкторією машини через слідкуючий контролер, що враховує орієнтацію енергетичного засобі дозволяє покращити її стійкість руху.

Список літератури:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАКТОРА ЗНИЖЕННЯМ БУКСУВАННЯ РУШІВ

**Харужев Г. В., Світличний А. А.,
Фабричнікова І. А., к.т.н., доц., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод підвищення ефективності функціонування сільськогосподарських агрегатів покращенням точності руху.

Тенденція зростання чисельності населення та темпів споживання призвела до зростання попиту на виробництво продуктів харчування в світі в останні десятиліття. Стрімко зростаючі темпи механізації сільськогосподарської галузі визначають тенденції розвитку машинобудування. Компанія Global Industry Analysts, Inc. опублікувала новий звіт про глобальний ринок сільськогосподарських тракторів із прогнозами досягнення 44,2 мільярдів доларів США до 2018 р.

Зокрема, лише у 2008 р. обсяг виробництва сільськогосподарської техніки в Європейському Союзі показав зростання на 16 %, тоді як у Німеччині зростання сягнуло значення 24 %. Незважаючи на уповільнення світової економічної кризи, темпи зростання в усіх сферах економіки у 2009 р., що вплинуло також на сільське господарство, валовий внутрішній продукт (ВВП), особисті споживчі витрати та інші показники вже відновили свої тенденції у 2010 р. Виробництво сільськогосподарських машин у Німеччині також показало стрімке зростання вже восени 2010 р. Загальна кількість тракторів, щойно зареєстрованих у Європейському Союзі у 2011 р., становила близько 191 тисяча, серед яких 35 тисяч у Німеччині, що демонструє 22 % зростання порівняно з 2010 р.

Основною метою роботи є розробка оптимальної системи контролю пробуксовки сільськогосподарських тракторів, оснащених засобами отримання зворотного зв'язку по моменту приводу. Основна мета оптимального контролю ковзання полягає в тому, щоб підтримувати робочу точку та ковзання трансмісії на оптимальному рівні, що відповідає певній стратегії, визначеній користувачем, як-от економія палива, продуктивність тощо. Система керування повинна відстежувати зміни в умовах ґрунту та регулювати робочу точку та/або ковзання трансмісії, щоб уникнути неоптимальних умов роботи. Сама система контролю повинна складатися з ідентифікаційної системи, контролера для визначення оптимального заданого значення для системи контролю ковзання, наприклад, триточкова система контролю тяги або TCS.

На додаток до стандартної системи контролю ковзання, яка реалізована як функція контролю тяги триточнової навіски або TCS, повинні бути включені два елементи, якими є система ідентифікації та диспетчер. Керівник повинен додатково відкоригувати порогове значення для системи контролю ковзання залежно від ґрунтових умов, використовуючи розрахункові параметри зчеплення – коефіцієнт тягового зусилля та коефіцієнт опору коченню.

В якості системи контролю ковзання вибирається TCS і передбачається, що

робоча глибина не змінюється під час роботи. Розроблена оптимальна система контролю ковзання повинна бути перевірена за допомогою комплексної імітаційної моделі динаміки автомобіля. В якості транспортного засобу для моделювання обрано повнопривідний трактор з максимальною потужністю трансмісії 80 кВт. Модель динаміки повинна задовольняти наступним умовам:

- слід детально змодельовати рух кузова транспортного засобу з метою комплексного дослідження можливостей оцінки параметрів зчеплення та оптимального контролю ковзання;

- приводні механізми, тобто колеса, і знаряддя (задні та, можливо, передні) повинні мати власні DoFS відповідно до дизайну. Трансмісії з підвіскою повинні рухатися, серед обертових DoF, у вертикальному напрямку відносно кузова автомобіля. Передні трансмісії повинні мати додатковий DoF для рульового керування;

- модель кузова транспортного засобу і трансмісії повинні включати динамічні елементи – підвіску і пневматичні шини - які включають радіальну жорсткість як нелінійну функцію навантаження на колесо. Внутрішнє тертя трансмісії необхідно також ввести в модель;

- силу тяги або опір навісного сільськогосподарського знаряддя необхідно моделювати за допомогою емпіричних формул, які враховують силу тертя опорних коліс, робочу глибину та ширину, коефіцієнт опору ґрунту, масу знаряддя тощо.

Динаміка контакту колеса з землею повинна бути детально змодельована. Основний фокус дослідження лежить на моделюванні поздовжнього руху, тоді як моделювання бічної динаміки розглядається з точки зору можливості розширення. Модель повинна містити набір параметрів ґрунту, які впливають на зовнішню силу шини, тобто горизонтальну силу, вертикальну реакцію поверхні ґрунту та опір коченню внаслідок деформації ґрунту. Внутрішня сила шини, тобто опір коченню внаслідок деформації шини, яка враховує тиск і властивості шини, також слід моделювати.

Для всебічного аналізу впливу оптимального контролю ковзання на загальну динаміку та продуктивність транспортного засобу до імітаційної моделі необхідно додати додатковий блок, який враховує стохастичні властивості сили тяги та мікропрофілю ґрунту. Цей блок, який називається генератором стохастичного вхідного сигналу, виробляє додатковий кольоровий шум до сили тяги та глобальної вертикальної координати, визначеної картою поля. У найпростішому випадку карта — це просто плоска поверхня. Додатковий шум слід моделювати на основі даних вимірювань польових експериментів.

На першому етапі моделювання слід протестувати систему ідентифікації. Різні режими на цьому етапі: визначення параметрів тяги з використанням різних підходів, порівняння результатів; визначення тягових параметрів із застосуванням статичних методів, що не враховують динаміку - поздовжнього прискорення та кутового прискорення колеса. Порівняння результатів з адаптивною системою ідентифікації; визначення тягових параметрів за змінних ґрунтових умов; оцінка характерних кривих коефіцієнта тягового зусилля як функції ковзання за допомогою супервізора та порівняння з результатами

моделювання.

На другому етапі імітаційних тестів ідентифікаційні дані повинні бути надані керівнику. Він повинен встановити задане значення для TCS. На цьому етапі слід порівняти три загальні конфігурації: працює зі звичайним контролем ковзання, утримуючи ковзання на рівні 10 %; робота з оптимальним контролем ковзання за мінливих умов ґрунту, використовуючи задане значення від керівника; робота без керування при максимальній потужності трансмісії; порівняння загальних характеристик - потужності приводу, тягової потужності тощо.

Список літератури:

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. 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.

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗИЦІЇ МАШИНИ РОЗРОБКОЮ ДАТЧИКА ДИНАМІКИ КОЛЕСА

**Войтенко І. В., Ганноченко Д. В.,
Галич І. В., к.т.н., доц., Антощенков Р. В., д.т.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтований метод підвищення точності визначення позиції машини розробкою датчика динаміки колеса.

Керуючи транспортним засобом безпосередньо через радіозв'язок, дивлячись із транспортного засобу за допомогою камери або дивлячись прямо на транспортний засіб, особа, яка тримає пристрій дистанційного керування, орієнтується на місцевості. Особа, яка керує транспортним засобом, візуально визначає положення платформи та вирішує, що робити далі. Автономні транспортні засоби повинні приймати ті самі рішення.

Один зі способів зробити це – надати автономному транспортному засобу камеру, підключену до комп'ютера. Потім комп'ютер ідентифікує об'єкти на зображенні камери та керується ними. Комп'ютер не такий розвинений, як людський мозок, і позиціонування за допомогою зображень вимагає великих обчислень у всіх випадках, крім найпростіших.

Простіший спосіб для автономного транспортного засобу вирішити цю проблему навігації – дати йому карту місцевості, де він може і не може рухатися. Щоб автономний транспортний засіб міг використовувати цю карту, потрібно знати його більш-менш точне положення на карті. Розроблено низку різноманітних пристроїв, які можуть відстежувати положення та напрям транспортних засобів. У цій дисертації основна увага приділяється використанню гіроскопа, одометрії та GPS. INS відстежує всі сили, прикладені до транспортного засобу, і шляхом інтегрування цих сил положення, швидкість і орієнтація можуть бути обчислені з початкових значень. За допомогою GPS можна визначити миттєве положення транспортного засобу, і це положення має обмежену абсолютну похибку. За допомогою одометра підраховується кількість обертів коліс і таким чином можна обчислити відстань, яку проїхав автомобіль. Обчислення, необхідні для відстеження транспортного засобу, набагато менші за допомогою цих датчиків, ніж для навігації за допомогою камери.

Потреба в тому, щоб автономний транспортний засіб дуже точно знав своє положення, має більше ніж одну причину. Один з них полягає в тому, щоб триматися на прохідних частинах карти або просто слідувати кільком попередньо встановленим маршрутним точкам. Автономний транспортний засіб найчастіше має принаймні ще одну місію, ніж просто навігацію. Одним із них може бути визначення положення об'єктів. Щоб автономний транспортний засіб міг визначити положення об'єкта з будь-якою точністю, він спочатку повинен знати своє власне положення та напрямок з високою точністю, оскільки він може визначити положення об'єкта лише порівняно з самим собою. Додавання низької впевненості положення самого транспортного засобу до низької впевненості

датчика, що визначає положення об'єкта відносно транспортного засобу, дасть низьку загальну впевненість положення об'єкта.

Метою роботи є розробка та реалізація об'єднання датчиків GPS-приймача, автомобільного гіроскопа та одометра для отримання дешевої навігаційної системи, яка підлягає переробці. Ці три датчики мають три унікальні набори властивостей, і за допомогою злиття датчиків додаткові властивості можна використовувати для отримання надійної навігації.

Датчики розміщені на колісній платформі, а бортовий комп'ютер здійснює реєстрацію даних датчиків. Злиття датчиків має бути реалізовано та перевірено в MatLab з використанням зареєстрованих даних. Транспортний засіб оснащено комп'ютером PC-104 для всіх бортових обчислень, камерою, гіроскопом, приймачем GPS і W-LAN.

Перше завдання полягає в тому, щоб отримати рішення для одометра, виробити механіку для одометра та зробити для нього математичну модель. Потім слід розробити та оцінити злитий фільтр GPS-одометрії, GPS-гіроскопа та GPS-одометрії-гіроскопа.

Існує ряд датчиків, які можна використовувати для навігації. Всі вони мають свої переваги і недоліки. Для цієї дисертації для оцінки були обрані GPS, одометрія та гіроскоп. Гіроскоп, тому що його неможливо заглушити, він має високу роздільну здатність і високу частоту дискретизації, GPS, оскільки він дає глобальне положення з обмеженою абсолютною похибкою, і одометрію, оскільки його неможливо заглушити, не дрейфує, коли автомобіль стоїть на місці, і має високу роздільну здатність і частота дискретизації.

Список літератури:

1. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

ВІБРОЗБУДНИК ПРЯМОЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ

Мазунін М.О. студ., Рева Ю.В. асп.

Державний Біотехнологічний Університет

Обґрунтування конструктивно-режимних параметрів віброзбудника прямолінійних коливань є важливою задачею при розробці та конструюванні вібраційних систем. Віброзбудники прямолінійних коливань використовуються в різних галузях, таких як промисловість, медицина, будівництво та інші, для різноманітних завдань, таких як подача матеріалів, переміщення об'єктів, а також в дослідницьких дослідженнях та експериментах.

Обґрунтування параметрів віброзбудника включає в себе розгляд таких основних аспектів:

Цільове призначення: Визначення конкретного завдання або функції, яку віброзбудник повинен виконувати. Наприклад, для транспортування частинок, для змішування матеріалів чи для розсіювання об'єктів.

Характер коливань: Розгляд типу коливань, необхідних для виконання завдання. Це може бути прямолінійний рух вгору-вниз, коливання вздовж окремих осей тощо.

Амплітуда та частота: Визначення оптимального діапазону амплітуди та частоти для забезпечення ефективної роботи в конкретних умовах.

Подивимося, наприклад, на розробку віброзбудника для переміщення сипучих матеріалів у промисловому процесі. Перший крок - визначити тип коливань, які найефективніше здійснюють переміщення даного матеріалу. Для сипучих продуктів, наприклад, може бути корисним використання вертикальних прямолінійних коливань для створення потоку.

Далі, ми визначаємо оптимальні параметри, такі як амплітуда та частота коливань, щоб забезпечити ефективне переміщення матеріалу без його ущільнення чи затрунень. З урахуванням характеристик самого матеріалу, розраховуємо силу, яка потрібна для його руху, і обираємо адекватний механізм збудження. Коли весь цей комплекс параметрів і конструкційних рішень обґрунтовано та оптимізовано, ми отримуємо віброзбудник, який відповідає вимогам завдання, є безпечним у використанні та дозволяє досягти ефективного переміщення сипучих матеріалів в промислових умовах.

Список літератури:

1. Жихоренко, М.О., Лук'яненко В.М., Галич І.В.. Удосконалення віброзбудника прямолінійних коливань мехатронної насінноочисної машини. *The International scientific and practical conference «Problems and Innovations in Science» Part 1* (May 4-5, 2020). С 268-272.

2. Лук'яненко В.М. Галич І.В., Нікіфоров А.О. Мехатронна вібраційна насінноочисна машина / *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2015. Вип. 156. С. 413-419.

ПРОЕКТУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Ждан Є.В. студ., Никифоров А. О., ст. викладач

Державний Біотехнологічний Університет

В роботі розглядається встановлення, забезпечення та підтримання необхідного рівня якості продукції при її розробці, виробництві та експлуатації, які здійснюються шляхом систематичного контролю якості та цілеспрямованого впливу на умови та фактори, що впливають на якість продукції.

Під управлінням якістю продукції розуміють встановлення, забезпечення та підтримання необхідного рівня якості продукції при її розробці, виробництві та експлуатації, які здійснюються шляхом систематичного контролю якості та цілеспрямованого впливу на умови та фактори, що впливають на якість продукції.

Принципи управління якістю – це всебічне та фундаментальне правило або переконання, що лежить в основі керівництва організацією та в основі її діяльності та спрямоване на довгострокову безперервну роботу з задоволення потреб споживачів з одночасним урахуванням потреб усіх зацікавлених осіб та організацій. Усього було виділено вісім принципів:

- 1) організація, орієнтована на споживача;
- 2) керівництво;
- 3) залучення працівників;
- 4) підхід, заснований на процесах;
- 5) системний підхід до управління;
- 6) безперервне вдосконалення;
- 7) ухвалення рішень на основі фактів;
- 8) взаємовигідні відносини із постачальником.

Розглянемо докладніше зміст та особливості застосування кожного з восьми принципів управління якістю.

Відомо, що використання основних принципів теорії управління можливе за деяких вихідних умов. Такими основними умовами є:

- наявність програм поведінки керованого об'єкта або заданих, запланований рівень параметрів його стану;
- нестійкість об'єкта стосовно програми та заданих параметрів, тобто. об'єкт повинен ухилятися від заданої програми чи планових значень параметра;
- наявність способів та засобів для виявлення та вимірювання відхилення об'єкта від заданої програми або значень параметрів;
- наявність можливості впливати на керований об'єкт з метою усунення відхилень, що виникають.

Розглядаючи вихідні умови можливого застосування основних принципів загальної теорії управління та схему механізму управління до організації робіт з якості, можна з великою відповідальністю за об'єктивність скласти схему

механізму управління якістю продукції Але спочатку кілька попередніх міркувань про характер якості продукції як об'єкт управління.

Вимоги до якості встановлюються та фіксуються у нормативних та нормативно-технічних документах: державних, галузевих, фірмових стандартах, технічних умовах на продукцію, у технічних завданнях на проектування або модернізацію виробів, у кресленнях, технологічних картах та теологічних регламентах, у картах контролю якості тощо. Цей перелік не важко продовжити.

Зі сказаного стає очевидним, що перша умова з теорії управління у випадку з якістю задовольняється.

Звернемося до другої умови. Тут розглянемо кілька ситуацій. Насамперед звернемо увагу на те, що відхилення якості продукції від заданих параметрів відбувається, як правило, у гірший бік і має спільні та приватні прояви.

До загальних належить моральне зношування, фізичне і моральне старіння продукції, тобто. втрата початкових властивостей в експлуатації та зберіганні.

Можна констатувати, що якість продукції перебуває у постійному русі. Отже, якість визначає хронічно нестійкий об'єкт. Це об'єктивна реальність, з якою доводиться мати справу.

Якість продукції є найважливішим показником діяльності підприємства. Саме воно формує такі показники роботи підприємства, як собівартість, прибуток, рентабельність та ін. насамперед формування високого рівня іміджу підприємства (відомість, популярність) і як наслідок: зростання ефективності виробництва, економія ресурсів, отже, і виживання підприємства за умов ринку. Зростання рівня якості продукції та послуг – головна робота провідних фірм світу та основа конкуренції між ними.

Список літератури:

1. Загальне управління якістю. О. В. Нанка, Р. В. Антощенко, В. М. Кісь, І. О. Листопад, Н. І. Моїсеєва, І. В. Галич, А. О. Никифоров. Харків: ХНТУСГ. 2019. 205с.

2. Векслер Е. М. та ін. Менеджмент якості. Навч. Посібник. К.: «ВД «Професіонал», 2008. 320 с.

3. Галич І.В., Немикін А.В., Радченя С.І. Управління якістю в аграрній сфері. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ»*. 2023. С 191

4. Гудзенко К.О., Галич І.В. До питання оцінювання ефективності систем менеджменту якості. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія»* С. 220-221.

5. Вусик А.А., Майстренко А.О., Галич І.В. Якість в агроінженерії. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ»*. 2023. С. 192

ПОКАЗНИКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Митько С. О., Хижняк В. С., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі виконано аналіз показники ефективності тракторів сільськогосподарського призначення.

Основою сільськогосподарського виробництва як у рослинництві, і у тваринництві є тракторний парк. Від його функціонування вирішальною мірою залежать продуктивність праці, ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) та АПК в цілому.

Сільськогосподарські трактори призначені для енергетичного забезпечення виконання технологічних операцій під час роботи МТА. Трактори та мобільні сільськогосподарські агрегати на їх базі є основою механізованого сільськогосподарського виробництва в рослинництві та своїми характеристиками вирішальним чином впливають на його ефективність. У зв'язку з цим однією з найважливіших умов ефективної та якісної роботи є виконання вимог технологічних операцій до основних агротехнічних показників сільськогосподарських тракторів.

У світі досягнуто суттєвого прогресу у конструюванні та виробництві тракторів сільськогосподарського призначення, оскільки тракторний парк є основою енергетичного забезпечення рослинництва. Світові тенденції розвитку тракторної техніки здійснюються у таких основних напрямках:

- розширення модельної лінійки тракторів, у тому числі гусеничних;
- збільшення потужності тракторів до 600 к.с. ;
- вдосконалення конструкції двигунів тракторів, спрямоване на зниження токсичності вихлопних газів, збільшення крутного моменту, зменшення витрати палива та підвищення довговічності;
- впровадження автоматичних безступінчастих трансмісій з пристроєм розподілу потужності з провідних осей;
- розширення застосування інформаційних систем керування подачею палива, положенням коліс трактора з незалежною підвіскою, вирівнюванням кабіни на схилі, регулюванням параметрів безступінчастої коробки передач та гідронавісної системи;
- використання тракторів нестандартної конструкції, у тому числі на базі шарнірно-зчленованої рами;
- підвищення комфортності кабіні;
- впровадження систем управління технологічними процесами з використанням можливостей супутникової навігації GPS та ГЛОНАСС.

Випробування тракторів сільськогосподарського призначення дозволяють визначити конкретні показники щодо кожної моделі трактора.

Попередніми дослідженнями встановлені наступні показники ефективності універсально-просапних колісних тракторів: діапазон швидкості руху, км/год;

агротехнічний просвіт, мм; максимальний тиск рушіїв на ґрунт, кПа; дорожній просвіт, мм; питома витрата палива, г/кВт – год; ірина колії, мм; номінальне тягове зусилля на гаку, транспортний засіб; агрегатованість трактора та сільгоспмашини, %; найменший радіус повороту, м; вписування трактора в міжряддя 0,45; 0,7; 0,9.

Показники ефективності сільськогосподарських колісних тракторів загального призначення тягових класів 3, 4, 5: діапазон швидкості руху, км/год; агротехнічний просвіт, мм; максимальний тиск рушіїв на ґрунт, кПа; дорожній просвіт, мм; питома витрата палива, г/кВт – год; ширина колії, мм; номінальне тягове зусилля на гаку, транспортний засіб (кН); агрегатованість трактора та сільгоспмашини, %; найменший радіус повороту, м; можливість використання на транспортних роботах; буксування, %.

Список літератури:

1. 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>.

2. 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.

3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. 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.

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТІВ МАШИНОБУДУВАННЯ НА БАЗІ СИСТЕМИ МАШИННОГО ЗОРУ

Сіромашенко О.Ю. студ., Никифоров А. О., ст. викладач

Державний Біотехнологічний Університет

В роботі розроблена модель контролю об'єктів машинобудування на базі системи машинного зору.

Нині вивчення питання передавання й аналізу цифрових зображень, які містять інформацію про характерні особливості об'єкта, є актуальним завданням. До аналізованих параметрів належать геометричні розміри деталі, форма об'єкта, поверхневі дефекти, шорсткість і багато інших. Засоби технічного діагностування відіграють величезну роль у розвитку сучасних методів контролю якості механізму на різних етапах його життєвого циклу. Перевірка справності, правильності функціонування, пошуку дефектів та оцінка технічного стану машин потребує вимірювання та контролю. Отримання максимального обсягу інформації, заснованого на використанні математичного апарату і прикладному застосуванні технічних новинок, слугує надійною базою розвитку сучасних методів діагностування.

Для дистанційного контролю форми об'єкта необхідне застосування системи машинного зору та методів аналізу Фур'є. Перше надає змогу отримати цифрові зображення високої якості, а друге – здійснити достовірний аналіз форми поверхні, в окремому випадку аналіз кривої.

Зображення, одержувані за допомогою відеокамери, записуються на комп'ютері та проходять подальше опрацювання, з метою виявлення необхідних характеристик. Після отримання кадру, що містить інформацію про поверхню деталі, необхідно отримати "криву", яка відповідає реальному профілю об'єкта, для цього використовується методи аналізу Фур'є.

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin (nx)]$$

Для вирішення поставленого завдання було розроблено універсальну вимірювальну установку рис. 1, що дає змогу використовувати контрольно-вимірювальні прилади з різними принципами дії. Наприклад, із застосуванням лазера, інфрачервоного датчика, USB-мікроскопа. Зібрана установка працює на базі системи машинного зору.

Модель передбачає систему машинного зору (2) і систему освітлення (3), закріплених на універсальних штативах (6). Щоб уникнути похибки від встановлення, усі елементи моделі закріплюються на станині (7).

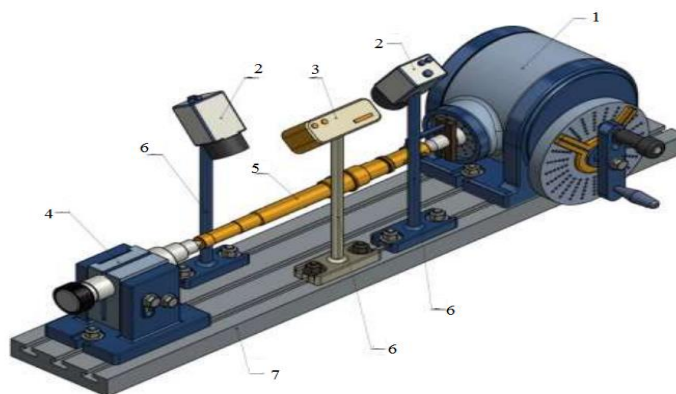


Рис. 1. Модель вимірювальної установки.

Запропонована модель системи машинного зору може містити в собі кілька компонентів, таких як: одна або кілька цифрових або аналогових камер (чорно-білі або кольорові), програмне забезпечення для обробки зображень, персональний комп'ютер з багатоядерним процесором або "розумні" камери з вбудованим процесором, які дають змогу розв'язувати великий спектр завдань, що виникають під час проведення вимірювань і діагностики об'єктів.

Висновок: розроблена модель контролю об'єктів машинобудування на базі системи машинного зору дає змогу:

- практично дослідити можливості машинного зору в метрології (наприклад, USB-мікроскопа, ВЕБ-камери, "розумних" цифрових відеокамер, зокрема в інфрачервоному діапазоні тощо);
- здійснювати достовірний аналіз форми поверхні, в окремому випадку аналіз кривої з використанням перетворень Фур'є для отримання інформації про механічні пошкодження типу скол, температурних деформаціях контрольованого об'єкта, нашарування продуктів окислення;
- досліджувати елементи морфологічного аналізу з метою вивчення алгоритмів автоматизованого аналізу зображень;
- експериментувати з різними джерелами освітлення, зокрема з використанням прецизійних стробоскопів;
- застосовувати розроблену модель у навчальних цілях.

Список літератури:

1. Деталі машин. Лабораторний практикум по деталях машин: навчальний посібник / Р. В. Антощенко, В. В. Коломієць, Є. І. Калінін, Р. В. Рідний, С. А. Богданович, І. В. Галич, О. А. Свіргун. Харків: ХНТУСГ, 2021. 170 с.
2. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко [та ін.]. Харків: ХНТУСГ, 2020, 248 с.
3. Антощенко Р.В., Антощенко В.М., Галич І.В. Пріоритетні напрями викладання дисципліни мехатроніка з урахуванням надійності мехатронних систем. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Вип. 192. С. 326-332

РОБОТИЗОВАНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ AGROVER

Хижняк В. С., Бойко Р. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки роботизованого транспортного засобу AgRover.

Автономні сільськогосподарські роботи зазнали стрімкого розвитку протягом останнього десятиліття. Вони здатні автоматизувати численні польові операції, такі як збір даних, обприскування, прополка та збирання врожаю. Через зростаючий попит на польові роботи та зменшення робочої сили, навпаки, очікується, що все більше й більше автономних сільськогосподарських роботів використовуватимуться в майбутніх сільськогосподарських системах.

Як роботизований транспортний засіб 4WS/4WD, AgRover (рис. 1) міг працювати в чотирьох режимах рульового керування, включаючи крабове, переднє рульове, заднє рульове керування та скоординоване рульове керування. Ці режими керування забезпечили надзвичайну гнучкість, щоб справлятися з відстеженням бездоріжжя та поворотами. AgRover можна було вручну керувати за допомогою дистанційного джойстика, щоб виконувати дії під індивідуальним ПД-регулятором кожного двигуна.



Рис. 1. Загальний вигляд робота AgRover

Однією з головних проблем автоматизованого керування навігацією для позашляховиків є подолання неточності моделювання транспортного засобу та складності взаємодії ґрунту та шини. Крім того, робототехнічний транспортний засіб є багатовимірною нелінійною системою з декількома входами та декількома виходами (МІМО), якою важко керувати або включити звичайні методи лінеаризації. З цією метою було розроблено надійний нелінійний навігаційний контролер на основі теорії керування ковзним режимом (SMC), а AgRover використовувався як тестова платформа для перевірки продуктивності контролера. На основі теоретичної основи розробки такого надійного контролера було проведено серію польових експериментів з надійного керування відстеженням траєкторії та досягнуто багатообіцяючих результатів.

Ще одним життєво важливим компонентом автоматизованої навігації

сільськогосподарського обладнання є автоматичний поворот на смузі повороту. Дотепер автоматизоване розворотна смуга все ще залишається складним завданням для більшості сільськогосподарських транспортних засобів з автоматичним керуванням. Це особливо вірно після посіву, коли точне вирівнювання між рядком культури та трактором або тракторним навісним обладнанням є критичним, коли обладнання входить на наступний шлях.

Враховуючи обмеження руху, що виникають через неголономні сільськогосподарські транспортні засоби та допустимий простір повороту на поворотній смузі, для реалізації автоматизованого повороту на поворотній смузі дуже бажано оптимізований планувальник траєкторії повороту на поворотній смузі.

Список літератури:

1. 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>.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.

РИНОК ЕЛЕКТРОТРАКТОРІВ ЗРОСТЕ ВТРИЧІ ЧЕРЕЗ 10 РОКІВ

**Кісь О. В., Вернигора В. С., магістри,
Антощенко Р. В., д.т.н., проф., Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено огляд ринку електротракторів.

Компанія Fact.MR, яка спеціалізується на дослідженнях світових ринків, опублікувала прогноз щодо зростання ринку електричних тракторів у найближче десятиліття. Відповідно до зібраних даних, світовий ринок електричних тракторів у 2022 році оцінювався у \$94,04 млн, а до кінця 2032 року очікується зростання до \$319,23 млн, тобто майже у 3,5 раза

Викопному паливу потрібна альтернатива – і це основний рушій світового ринку електричних тракторів. Так зазначають упорядники дослідження, і з цим фактом складно не погодитися. Окрім значно нижчої вартості палива для електричної техніки, для фермерів, особливо у західному світі, важливим фактором є нульовий рівень викидів CO₂. Цей факт сприяє зростанню обсягів продажу подібної техніки. Світовий курс на декарбонізацію економіки, й сільського господарства зокрема, теж на руку виробникам і продавцям. У підсумку прогнозується, що середньорічний темп зростання галузі становитиме 13%.

Ринок міг би розвиватися ще швидше, якби не обмежена доступність електричних тракторів протягом прогнозованого періоду. Обсяги виробництва зростають поступово, хоча мати в лінійці електротрактор – це помітний тренд серед виробників сільгоспмашин.

Недавно свій електротрактор представила компанія Deere and Company – один із найбільших виробників сільськогосподарського обладнання та машин в усьому світі під маркою John Deere.

Ключові гравці ринку, вони ж – виробники: Deere and Company, AGCO GmbH, The Escorts Group, SOLECTRAC, Multi Tool Trac, BV, MTZ Equipment LTD.

Крім того, попит на електротрактори стримують практичні недоліки, які має ця техніка. Зокрема, це низька швидкість, відносно невисока потужність і обмежена ємність акумуляторів.

Деякі виробники намагаються створити трактори на сонячних батареях. Однак потужності сонячних батарей для роботи тракторів недостатньо. Якщо серед самохідних машин, наприклад прополювачів бур'янів, активно випускаються і використовуються гібридні моделі (такі як FarmDroid FD20) на сонячних батареях і акумуляторах, то в сегменті тракторів переважають машини на акумуляторах, адже місця для розміщення сонячних батарей на тракторах мало, а потужність вони дають невисоку.

Ще один стримувальний фактор: акумулятори електромобілів складаються з горючих компонентів, таких як літій, марганець і полімери. Коли літій піддається впливу води, він стає надзвичайно реактивним. Це викликає побоювання щодо продуктивності та безпеки цих батарей у надзвичайно сухих

або вологих умовах, що обмежує попит на них на територія із дуже посушливим або, навпаки, вологим кліматом.

Значний попит електротрактори мають на органічних фермах. Також електротрактори популярні серед власників виноградників.

Електричний безпілотний трактор Monarch MK-V став об'єктом цікавості аграріїв з моменту свого анонсування у 2020 році. Відтоді компанія Monarch Tractor, що спеціалізується на виробництві автономних електричних тракторів, працювала над його виведенням на ринок, і вже продала понад 50 одиниць цієї техніки.

Monarch Tractor – це каліфорнійська компанія, яка спеціалізується на автономних електричних тракторах для сільського господарства. Вона була заснована у 2019 році з акцентом на інноваційних рішеннях для підвищення продуктивності й сталого розвитку сільського господарства. Трактори Monarch оснащені найсучаснішими технологіями, такими як автономне водіння, підключення до мережі та вдосконалені датчики.

Гарна новина в тому, що трактор Monarch MK-V більше не є прототипом. Наприкінці 2022 року компанія офіційно оголосила про запуск серії MK-V Founder Series, яка пропонує першим покупцям доступ до ексклюзивних функцій та додаткових переваг. Трактор Monarch MK-V – це багатофункціональна машина, здатна виконувати різні сільськогосподарські завдання. Розроблено три моделі MK-V для різних типів фермерських господарств: класична, для молочної ферми та модель із функціями навантажувача.

Ще один нюанс: електрична потужність навіть у моделях із надвеликими батареями може бути обмеженою. Для найбільш інтенсивних операцій, зокрема оранки, потрібне ретельне планування. Заряджається машина повільно, а заряд віддає швидко. Також ускладнити використання трактора може відсутність мережі в потрібному місці.

Утім, незважаючи на перелічені недоліки, компанія Monarch Tractor зіткнулася з високим попитом на свої машини. Це призвело до затримок у поставках і виконанні замовлень. Брак виробничих потужностей – це проблема багатьох стартапів. Вирішити її має нове партнерство з Foxconn для виходу Monarch Tractor на нові континенти.

Напередодні міжнародної виставки Agritechnica 2023 виробник сільгосптехніки Fendt розповів про свою нову розробку електричний трактор Fendt e107 V Vario. Техніка знаменує подальший розвиток лінійки електричних агромашин Fendt e100 Vario, вихід яких на ринок запланований вже в 2024 році.

Повідомляється, що новий електричний трактор Fendt e107 V Vario комплектується трансмісією власного виробництва компанії Fendt, а також оснащується операційною системою управління та робочим місцем оператора FendtONE з новим джойстиком, цифровою приладовою панеллю та багатофункціональним підлокітником (втім, тут сюрпризів немає, напрямки справді значущі).

Особливості ховаються в іншому. По-перше, електротрактор Fendt e107 V Vario оснащуватиметься мотором пропорційною потужністю 90 к.с. та приводом, що дозволяє йому розвивати швидкість до 40 км/год. По-друге, техніка отримає акумуляторну батарею нового покоління ємністю 100 кВтг (в

такий спосіб трактор зможе виконувати технологічні операції в полі протягом 4-7 годин безперервно, і це при тому, що зарядка до 80% відбувається всього за 45 хвилин). По-третє, Fendt працює над створенням так званого «розширювача діапазону» (ця розробка в майбутньому дозволить збільшити час безперервної експлуатації трактора ще на 20-30%). Трактор вкрай компактний: його габаритні розміри становлять ширина 1,07 і висота 2,45 метрів, що особливо важливо при експлуатації в галузі тваринництва, в садах та на виноградниках.

Електрична технологія гарантує вкрай низький рівень шуму та високий показник екологічності викидів. Модель Fendt e107 V Vario має три режими роботи – Eco (для роботи на знижених потужностях та оборотах двигуна), Dynamic (для більш енергоємної роботи) та Dynamic + (що активує додаткову потужність при пікових навантаженнях).

Техніка також оснащена переднім та заднім ВОМом, новою просторою кабіною, шинами Trelleborg, спеціально розробленими для цієї серії електричних агромашин (щоб знижувати навантаження на акумулятор та оптимізувати передачу потужності), а також оновленою телеметрією Fendt, яка дозволяє виводити на бортовий комп'ютер усі дані про експлуатацію техніки та необхідності її сервісного обслуговування.

Випускати дані електротрактори, як і нові «електрички» Fendt, планується на виробничому майданчику бренду в місті Марктобердорф, Баварія, Німеччина. Старт серійного виробництва має відбутися наприкінці 2024 року.

На колишньому заводі Goldoni в Італії вироблятимуть електричний трактор Keestrack V1e, на основі Rigitrac SKE40. Трактор призначається для догляду за зеленими насадженнями та для роботи на стійких та органічних фермах та в містах. Про це повідомляє Vaielettrico.it.

Трактор має 5 електродвигунів сукупною потужністю понад 80 кВт, проте завдяки інтелектуальному управлінню системою всі сільськогосподарські операції можна виконувати навіть з половиною потужності та з максимальною ефективністю.

«Енергія генерується лише тоді і там, де вона потрібна (коробка відбору потужності, гідравліка, тяга). Управління потужністю може бути налаштовано оператором відповідно до використання трактора», – зазначають інженери Keestrack.

Літій-іонні батареї ємністю 50 кВт/ год вистачає на 4-6 годин автономної роботи залежно від програм. Майже повний заряд (80%) досягається менш ніж за 2 години від стандартної розетки.

Колісна база трактора становить 1728 мм, мінімальна ширина 1322 мм, вага 2300 кг при допустимому навантаженні понад 4300 кг і ідеальний баланс ваги 45% спереду і 55% ззаду. Ці компактні розміри роблять машину ідеальною для використання у вузьких рядах виноградників і садів, теплиць для вирощування овочів, а також для догляду за зеленими насадженнями та в містах, включно з історичними центрами.

Інвестиція електротрактор виправдовується завдяки дуже низькій загальній вартості володіння порівняно з традиційним трактором завдяки низьким витратам на технічне обслуговування, енергію та високій залишковій ринковій

вартості машини. А власне виробництво електроенергії дозволяє цікаво знизити витрати.

Дослідники стверджують, що більшість фермерів надають перевагу тракторам на викопному паливі через те, що воно доступне, хоча й коштує дорого. Відсутність інфраструктури для підзарядки електротехніки є серйозною проблемою в країнах, що розвиваються, і це буде стримувати її широке використання.

Географічно прогнозується, що на світовому ринку електричних тракторів домінуватиме Північна Америка, де чітко виражена тенденція до зростання попиту на трактори компактних моделей.

Значні темпи зростання очікуються в найближчому майбутньому на ринку електричних тракторів Азійсько-Тихоокеанського регіону, який очолює Індія. По-перше, площі сільгоспугідь регіону доволі значні. По-друге, попиту на електричні трактори в Індії, Китаї та Індонезії сприятиме технологічна модернізація та державна підтримка в прогнозовані роки.

Очікується, що Близький Схід, Африка та Латинська Америка займатимуть невеликі частки світового ринку, однак і там продаж електричних тракторів зростатиме значними темпами.

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедєв, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич–Харків: ХНТУСГ, 2020 р. –219 с.

2. Чигир Н.А., Діденко О.О., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Аналіз глобального ринку електромобілів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 41-44 с.

3. Кісь О.В., Мішньов Д.В., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Безпілотні трактори для сільського господарства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 168-171 с.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

РОЗРОБКА ТА ОЦІНКА СИСТЕМИ НАПІВАКТИВНОЇ ПІДВІСКИ ДЛЯ ТРАКТОРІВ

Бойко Р. В., Кусков М. А., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки системи автоматичної керування трансмісією трактора.

Традиційні сільськогосподарські трактори не мають систем підвіски. Оскільки використання систем підвіски в тракторах покращує комфорт їзди та динамічну поведінку, сучасні сільськогосподарські трактори оснащуються різними системами підвіски, такими як підвіска сидіння, кабіни або шасі. Розвивається технологія систем підвіски для тракторів. Останнім часом деякі моделі тракторів представлені з рамною конструкцією. Ці трактори можуть оснащуватися як передньою, так і задньою підвіскою. Однак ефективність пасивних підвісок обмежена, і в даний час ідея активних систем розглядається з метою покращення роботи підвісок автомобіля. З останнім прогресом в електронних технологіях ця ідея ставатиме все більш практичною.

У цьому дослідженні використання активної підвіски розглядалося разом із розвитком технології підвіски сільськогосподарських тракторів. В якості першого кроку було вивчено передумови дослідження, що призвело до вибору напівактивних підвісок як належних систем для сільськогосподарських тракторів. Щоб експериментально оцінити цю нову систему, було визначено тестовий трактор. Цей трактор є повнопідвісним випробувальним трактором із гідропневматичною задньою підвіскою. Під час цієї дослідницької роботи підвіска заднього моста була оснащена системою напівактивного керування.

Для оцінки нової системи підвіски було використано два підходи: комп'ютерне моделювання та експериментальне тестування. Для першого була побудована комп'ютерна модель трактора та системи підвіски за допомогою програми MATLAB-Simulink. Для другого підходу був розроблений прототип нової системи підвіски, що включає набір датчиків, гідроприводів та електронного контролера, а потім вони були встановлені на підвісці трактора.

Після цього було визначено план тестування та план моделювання та експериментальних тестів. Система підвіски збуджувалась трьома наборами імпульсів, які подавались на чотири колеса трактора. Кожне випробування проводилося один раз на тракторі з пасивним режимом підвіски, а потім таке ж випробування було виконано цього разу з комп'ютерною моделлю напівактивної підвіски. Під час експериментальних випробувань використовувався випробувальний стенд для підвіски, щоб застосувати тестові входи до трактора. Цей випробувальний стенд є частиною обладнання Берлінського технічного університету – відділу проектування систем машин. Виходами випробувань були дані про прискорення кузова трактора та коліс. Ці дані були проаналізовані для отримання результатів у часовій та частотній областях. Ці результати були використані у двох групах прискорень кузова та динамічних зусиль на шинах, щоб оцінити комфорт їзди та керованість трактора.

Використовуючи ці результати, загальну комп'ютерну модель було перевірено шляхом порівняння результатів моделювання з експериментальними. Потім порівняльні результати пасивного та напівактивного режимів моделювання та експериментальних випробувань були використані для оцінки ефективності нової системи підвіски. Це порівняння продемонструвало зниження в середньому на 13 % прискорень кузова трактора, що продемонструвало значне покращення комфорту їзди трактора. Крім того, середнє значення динамічного зусилля шини трактора було зменшено до 6%, що свідчить про те, що керованість трактора не зменшилася, але також значно покращилася. Як висновок, загальна продуктивність підвіски трактора була підвищена завдяки використанню нової системи підвіски.

Список літератури:

1. 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>.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.

УДК 631. 362

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ СФЕРОРОБОТА З ВНУТРІШНЬОЮ ПЛАТФОРМОЮ, ЩО МАЄ ЧОТИРИ ОМНКОЛЕСА

Тарасенко О.Ю. студ., Никифоров А. О., ст. викладач

Державний Біотехнологічний Університет

В роботі розглядається сфероробот із внутрішньою платформою, оснащеною чотирма омніколесами класичного типу. Метою дослідження є побудова моделі динаміки сфероробота з внутрішньою омніплатформою.

Сьогодні існує безліч праць, присвячених дослідженню та розробці мобільних роботів у формі сфери, які приводяться в рух різними внутрішніми рушіями: маятником; роторами; омніколісною платформою (див. приклад робота на рис. 1). У більшості робіт описуються моделі кінематики сферороботів, на основі яких створюють систему керування роботом. Але точність руху робота, що досягається таким підходом, виходить невисокою. Тому завдання розроблення моделей динаміки сферороботів актуальне.



Рис. 1 Сфероробот з внутрішньою платформою, що має три механум-колеса

В роботі розглядається сфероробот із внутрішньою платформою, оснащеною чотирма омніколесами класичного типу.

Побудовано рівняння руху сфероробота в рамках неголономної механіки за таких припущень: ковзання в точках контакту роликів зі сферичною оболонкою уздовж осей роликів відсутнє; точка контакту сфероробота з опорною поверхнею не ковзає; центри мас сферичної оболонки й омніплатформи збігаються й розташовані в геометричному центрі сфероробота. Розглянуто базові рухи сфероробота і знайдено програмне керування рухом робота.

Список літератури:

1. Handbook of Industrial Robotics. 2nd ed / Ed. by S. Y. Nof. — New York: John Wiley & Sons, 1999.
2. Angelo J. A. Robotics: A Reference Guide to the New Technology. — Westport, Conn.: Greenwood Press, 2007.
3. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р.В. Антощенко, О. В. Нанка, А.Т. Лебедєв, В. М. Антощенко, В.М. Кісь, І.В. Галич. Харків: ХНТУСГ, 2020 р. 219 с.

УДК 631.372

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РОБОТА З ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИМ ПРИВОДОМ З УРАХУВАННЯМ ПОЛІКОМПОНЕНТНОГО КОНТАКТНОГО ТЕРТЯ

Вернигора В. С., Никифоров А. О., ст. викладач

Державний біотехнологічний університет

В роботі розглядається динаміка робота з диференціальним приводом під час руху на горизонтальній поверхні при використанні комбінованої моделі сухого тертя.

Розглядається динаміка робота з диференціальним приводом під час руху на горизонтальній поверхні при використанні комбінованої моделі сухого тертя (рис. 1). Колеса передбачаються ідентичними і рухомими без відриву від поверхні. Центр мас робота зміщений щодо його точки, що є серединою осі колісної пари. У більшості робіт, присвячених динаміці подібних систем, контакт з опорною поверхнею описується моделлю сухого тертя Кулона або за допомогою введення неголономних зв'язків.



Рис. 1. Вид знизу на двоколісний робот

Метою дослідження є вивчення ефектів у динаміці двоколісного робота на шорсткій поверхні при описі контактної взаємодії чотиривимірною моделлю тертя. Побудовано рівняння руху робота з урахуванням складної кінематики коліс: ковзання, крутіння і кочення. Порівняльний аналіз показав, що при врахуванні полікомпонентного тертя дисипація енергії в системі збільшується порівняно з випадком моделі тертя Кулона. Також урахування комбінованої моделі сухого тертя призводить до відхилення траєкторії точки, що є серединою осі колісної пари, від бажаної траєкторії під час використання програмного закону керування. Показано, що у випадку моделі полікомпонентного тертя відхилення траєкторії буде більшою за величиною, ніж у разі моделі тертя Кулона. Зроблено висновок про суттєвий вплив моделі контактного тертя на динаміку робота з диференціальним приводом.

Список літератури:

1. Angelo J. A. Robotics: A Reference Guide to the New Technology. – Westport, Conn.: Greenwood Press, 2007.
2. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р.В. Антощенко, О. В. Нанка, А.Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В.М. Кісь, І.В. Галич. Харків: ХНТУСГ, 2020 р. 219 с.

БЕЗПІЛОТНІ ТРАКТОРИ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

**Кісь О. В., Сметана А. Ю., магістри,
Антощенко Р. В., д.т.н., проф., Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналітичний огляд безпілотних тракторів та перспектив їх розвитку.

Сегмент безпілотних тракторів на ринку сільськогосподарських робіт буде найбільшим. Такі агрегати досить довго проходили випробування на полях у США та Японії. Навіть менш розвинуті країни, такі як Індія, випробують ці агрегати.

Хоча кількість нових сільськогосподарських програм і послуг зростає швидкими темпами, виробництво сільськогосподарського обладнання все ще буде домінувати на ринку робототехніки.

Доступ до систем автоматичного керування і підвищення точності GPS дозволили трактору та іншим сільськогосподарським наземним транспортним засобам працювати автономно. А важкі трактори в майбутньому взагалі замінять, щоб мінімізувати пошкодження ґрунту.

Що вміють розумні трактори:

Посадка, прополювання та збирання овочів та плодів у 100% автоматичному режимі.

Обприскування та боротьба з бур'янами у полях, садах та виноградниках.

Внесення добрив та полив культур в оптимальному режимі та кількостях.

Здійснюють необхідні маневри, виконують завдання з мінімальними похибками, визначають межі поля. Причому роботи можуть працювати цілодобово, а керувати ними можна за допомогою планшета.

Розрізняють уявні перешкоди від справжніх. Наприклад, сенсори впізнають високі стебла соняшнику або кукурудзи, не сприймаючи їх як перешкоду руху.

Можуть пересуватися системою «іди за мною». Один автономний трактор під керуванням людини координує рух кількох безпілотників на полі, задає їм потрібну швидкість та напрямок руху.

До 2025-2030 років. буде доступна технологія збирання особливо крихких культур, таких як помідори, персики та полуниця.

Використання автономних тракторів призведе до значного зниження витрат на оплату праці, зменшення витрат на обслуговування застарілої техніки та підвищення прибутковості агробізнесу.

Безпілотні трактори, що виконують польові роботи все ще недоступні для більшості фермерів у всьому світі. Однак, автоматизовані рішення стають доступнішими у ціні й починають конкурувати зі звичайними тракторами.

Case IN представив концепт автономного трактора ще у 2016 році. Інноваційна модель може працювати з широким асортиментом навісних знарядь; також інженери зазначили, що у трактора не буде кабіни для оператора.

Автономні трактори покращують управління агробізнесом, оскільки їх впровадження впливає на розподіл робочої сили, логістику та допоможе знизити використання ресурсів.

Погляд John Deere на сучасний трактор ще більш радикальний, адже інженери створили машину без паливного бака, кабіни і традиційної трансмісії. Ці елементи зазвичай займають багато місця на звичайному тракторі. Натомість трактор має електропривод, що оснащений кермовим управлінням.

Подальшим розвитком проекту стала розробка автономного електротрактора з потужністю 500 кВт, який працює від акумуляторів. Новий трактор відрізняється компактністю і може бути оснащений колесами або гусеницями. John Deere виділив \$ 305 млн, щоб навчити свою техніку розрізняти бур'яни і корисні культури.

Kubota в розробці автономних тракторів також робить акцент на електродвигуни, які будуть забезпечувати достатню потужність протягом тривалого часу. X Tractor-Cross Tractor буде оснащений системою регулювання висоти для роботи з різними культурами.

Основною мотивацією Kubota для створення автономного трактора є швидке старіння і скорочення чисельності японських фермерів, а також тенденція до об'єднання багатьох сімейних ферм в меншу кількість великих підприємств.

Компанія AgriRobo запустила трактор — звичайну виробничу машину, оснащену технологіями автономного управління для практичних польових випробувань. Kubota зазначає, що AgriRobo дозволяє оператору планувати, змінювати і контролювати всі автономні операції, щоб уникнути небезпечних маневрів у роботі.

Компанії Yanmar, Mahindra й інші розробили технології самоуправління для стандартних тракторів, New Holland виходить з гнучкості своєї концепції NHDrive зі звичайною кабіною і системами управління.

Свій трактор NHDrive вони розробили у співпраці з Autonomous Solutions Inc. Його можна контролювати і управляти за допомогою настільного або портативного пристрою. Він надає своєму дистанційному оператору дані про трактор чи агрегат в реальному часі, показує маршрут, видаючи до чотирьох зображень з камери в реальному часі: два спереду і два ззаду. Дані від датчиків, що показують норму висіву також можна буде налаштувати в реальному часі дистанційно.

Дослідження компанії AGCO з дистанційного управління трактором почалося з системи Fendt Guide Connect, яка дозволяє повторювати маневри ведучого трактора на іншому вже через секунду. Підхід “слідуй за мною” дає можливість одному оператору підвищити продуктивність вдвічі, зберігши при цьому гнучкість у двох тракторів одночасно.

Крім приймання команд онлайн, агрегати повідомляють про швидкість руху, помилки, низький рівень палива та ін., щоб тримати в курсі провідного водія.

Підрозділ Valtra від компанії AGCO зосереджений на дистанційному керуванні роботою трактора. Спочатку компанія використовувала 3G-зв'язок для мобільних телефонів, але нещодавно почали використовувати 5G-зв'язок та

360° огляд камери. Завдяки підключенню 5G, трактором можна керувати дистанційно з будь-якої точки, навіть за сотні кілометрів.

Низька затримка сигналу 5G забезпечує негайну реакцію та зворотний зв'язок, тоді як використання гарнітури віртуальної реальності дає оператору відчуття присутності на тракторі, перебуваючи в комфортному середовищі без жодних незручностей, що характерні для справжньої їзди на тракторі.

Трактор з причепом надає операторам комбайнів можливість викликати агрегат для розвантаження зерна без необхідності у присутності водія. Виробник зернозбиральних комбайнів Kinze був одним з перших, хто представив цю технологію. Створена система надає змогу працювати одразу з декількома комбайнами і причепами на одному полі. Коли комбайну потрібно було розвантажитись на ходу, система автоматично обирала причеп.

Сьогодні Kinze призупинив розробку “через слабку кон'юнктуру сільськогосподарського ринку і того, що багато фермерів не зовсім готові до автономних технологій”.

Найбільш прогресивно автоматизовані технології розвиваються у тваринницькому секторі, де такі виробники, як Lely, Kuhn, Triolet, Jeantil та Lucas-G, продають повністю автоматизовані системи годівлі та самохідні годівниці.

Дилери Claas невдовзі почнуть приймати перші замовлення на безпілотні трактори. Крім того, машини-роботи будуть доступні для оренди у рамках програми First Claas Rented. Усе це допоможе фермерським господарствам якнайшвидше освоїти перспективний вид техніки.

За допомогою власної інвестиційної компанії Seed Green Innovation GmbH один із найбільших виробників сільгосптехніки підтримує розробників інноваційних рішень для аграріїв. Так, Claas нещодавно розширив співпрацю з голландським стартапом AgXeed BV і отримав доступ до безпілотних технологій.

Нагадаємо, що в 2020 році AgXeed BV презентував перший сільськогосподарський робот – гусеничну машину AgBots із дизель-електричною силовою установкою потужністю 154 л. с. У 2021 році була триколісна модель, а за нею і чотириколісна, з 74-сильною гібридною силовою установкою.

Безпілотні трактори вже готові до виходу на поля, де можуть виконувати роботу не менш якісно, ніж люди. Поява таких роботів суттєво змінить співвідношення робочої сили у сільському господарстві, де основне місце займуть кваліфіковані співробітники – фахівці з управління роботизованою технікою.

Важливо, що безпілотний трактор може бути інтегрований у сільське господарство найближчим часом, оскільки здатний працювати на одному полі із звичайними тракторами із водієм. Тобто заміна техніки відбуватиметься поступово, що не вимагатиме одночасних величезних фінансових вкладень. Швидше за все, перехід на безпілотні трактори розпочнеться вже у найближчі п'ять років. Нова техніка дозволить скоротити витрати на робочої сили, і навіть удосконалити роботу з допомогою можливості дистанційного контролю та управління.

Безпілотний трактор вважається спірним з погляду безпеки та громадського визнання. Трактор, який працює без водія, змушує деяких нервувати. Створення

технології, яка залишається безпечною у всіх сценаріях, де може статися збій, потребує багато програмування та часу. Що стосується виявлення руху, трактори мають датчики, щоб зупинити їх, якщо вони виявляють об'єкти на своєму шляху, такі як люди, тварини, транспортні засоби або інші великі об'єкти.

У разі масового переходу на безпілотні трактори одним із основних бенефіціарів стане компанія Trimble Inc. (TRMB, NASDAQ), яка створює системи навігації та автоматичного водіння. Компанія розробляє технології автоматизації для різних галузей, включаючи сільське господарство, будівництво, управління розумною інфраструктурою міст, тобто у галузях, де традиційно багато ручної праці. У своїй галузі Trimble є лідером.

Перехід до нових технологій займе час, перш ніж досягне значних масштабів. Тим часом виробники, що інвестують величезні кошти в виробництво традиційних тракторів — зосередять свої зусилля на тому, щоб надати тракторам можливості дистанційного керування.

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедев, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич–Харків: ХНТУСГ, 2020 р. –219 с.

2. Чигир Н.А., Діденко О.О., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Аналіз глобального ринку електромобілів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проєктування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 41-44 с.

3. Кісь О.В., Мішньов Д.В., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Безпілотні трактори для сільського господарства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проєктування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 168-171 с.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

ВНУТРІШНІЙ АУДИТ ЯК ІНСТРУМЕНТ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Радченя С.І. студ., Никифоров А. О., ст. викладач

Державний біотехнологічний університет

Ризики в сільському господарстві – можливі зовнішні та внутрішні загрози економічній безпеці сільськогосподарських товаровиробників. У сільському господарстві виділяють ризики природного, фінансового, політичного характеру тощо.

Ризик, пов'язаний з кадровим потенціалом є дуже важливим аспектом діяльності сільськогосподарського підприємства і полягає він як у низькій кваліфікаційній складовій трудових ресурсів підприємства, так і в обмеженій їх чисельності в сільській місцевості.

Природно-кліматичний ризик передбачає зовнішній вплив природних факторів, таких, як велика кількість дощів, сніговий покрив, перепади середньорічних температур. Фінансовий ризик полягає в імовірності зміни системи кредитування суб'єктів агропромислової сфери, змінами курсу іноземних валют.

Але як виявити ці ризики і виключити або хоча б мінімізувати? Цю проблему вирішує ризик-орієнтована система внутрішнього аудиту.

Внутрішній аудит – діяльність, спрямована на оцінку ефективності діяльності компанії та аналіз ризиків у частині ефективності діяльності компанії та аналіз ризиків у частині бізнес-процесів, прийнятих управлінських рішень, ведення бухгалтерського та податкового обліку, моніторингу діяльності всіх підрозділів за допомогою контрольних процедур. Основне завдання внутрішнього аудиту – запобігання зловживанням обов'язків.

Здійснюється ця процедура на підставі регламенту, складеного самою компанією.

Внутрішній аудит включає 4 основні етапи:

- Предаудит;
- Проведення аудиторської перевірки;
- Збір доказів і документування аудиту;
- Розроблення рекомендацій.

Предаудит – це попередній огляд осіб, які проходять аудит (економічні чинники, компетентність посадових осіб), визначення періоду, координація робіт, виявлення аспектів, які впливатимуть на висновки та підсумкову звітність. Потім слідує етап проведення безпосередньо аудиторської перевірки, у процесі якої відбувається вивчення порушень і зловживань, виявлення їх причин.

На третьому етапі відбувається узагальнення результатів аудиту, формується аудиторський звіт. На заключному етапі розробляються заходи, спрямовані на недопущення виявлених зловживань у майбутньому, а також мінімізацію реалізації ризиків.

Отже, система внутрішнього аудиту відіграє дуже важливу роль як для

акціонерів, так і для менеджменту, оскільки дає змогу виявити зловживання, порушення, недоліки в системі управління компаній сільськогосподарських товаровиробників і своєчасно запобігти реалізації можливих загроз.

Список літератури:

1. Робертсон Дж. Аудит / Дж. Робертсон. М.: КРМ О, Аудиторская фирма «Контракт», 2003. - 496 с.
2. Макаренко А.П., Меліхова Т.О., Бескоста Г.М. Аудит: навч.посібник. Запоріжжя: ЗДІА, 2016. 183 с.
3. Дерев'янюк С. І., Кузик Н. П., Олійник С. О., Ганяйло О. М. Аудит : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2016. 380 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/TSUL/0038957.pdf>.
4. Загальне управління якістю / О.В. Нанка, Р.В. Антощенко, В.М. Кісь, І.О. Листопад, Н.І. Моїсєєва, І.В. Галич, А.О. Никифоров. Харків: ХНТУСГ, 2019. 205 с.
5. Гудзенко К.О., Галич І.В. До питання оцінювання ефективності систем менеджменту якості. *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія»* С. 220-221.
6. Цибуля Ю.В., Ткаченко А.О., Галич І.В. Система управління якістю як фактор підвищення конкурентоспроможності продукції. *Матеріали МНПК «Інноваційні розробки в аграрній сфері»*, ХНТУСГ, ННІ МСМ, 12-13 грудня 2019 року. С. 134-135.
7. Лук'яненко В.М., Галич І.В., Жиліна О.О. Упровадження інтегрованих систем менеджменту на підприємствах України. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, С. 58-61.
8. Галич І.В., Антощенко Р.В. Оцінка відповідності продукції як складова технічного регулювання. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції ННІ механотроніки і систем менеджменту*. 2020. С 142-143.
9. Чуб О.О. Галич І.В. Модулі оцінки відповідності. *Матеріали МНПК «Інноваційні розробки в аграрній сфері»*, ХНТУСГ, ННІ МСМ, 12-13 грудня 2019 року. С. 136.

ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ ЕЛЕКТРОТРАКТОРА

**Кісь О. В., Мішньов Д. В., магістри,
Антощенко Р. В., д.т.н., проф. Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналітичний огляд історії та сучасності електротрактора.

Нині в умовах посилення загрози глобальних кліматичних змін багато країн світу активізували зусилля щодо переходу до «Зеленого курсу». Сільське господарство також має поступово перейти до декарбонізованого виробництва. Тому дуже важливо впроваджувати сучасні технології й технічні засоби, зокрема електротрактори.

Підтриманий Україною курс на декарбонізацію всіх сфер діяльності безпосередньо також стосується й сільського господарства. Адже на цей сектор припадає, за даними Національного кадастру викидів парникових газів близько, 12,1% усіх сукупних викидів 2017 року.

Саме тому значний інтерес для агробізнесу може являти техніка, що працює на електричних двигунах, відповідно, має нульовий рівень викидів. Варто зазначити, що електротрактори мають довгу історію.

Одним із перших серійних вітчизняних електротракторів став ХТЗ-12, що виробляв Харківський тракторний завод. Основою для трактора став СХТЗ-НАТИ. Його виробництво розпочалося ще 1952 року, але через окремі технічні аспекти, зокрема порівняно високу капітальну вартість і складність забезпечення тривалого автономного електроживлення, цей трактор не отримав значного поширення в сільському господарстві.

У наш час завдяки прогресу в цьому напрямі та вивченню потужніших електросилових агрегатів і нових надійних і енергомістких акумуляторів дослідження й розробки електротракторів отримали новий поштовх до розвитку. Зокрема, науковці й фахівці Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» під керівництвом академіка НААН і доктора технічних наук В. В. Адамчука досліджують окремі питання організації ефективної роботи електротракторів, оптимального вибору силового електроприводу та розроблення принципів схем керування електроприводом.

Вітчизняні машинобудівні підприємства останніми роками освоїли виробництво кількох моделей електротракторів. Відомий флагман вітчизняного тракторного машинобудування Харківський тракторний завод виробляє електротрактори модельного ряду ХТЗ 2511 Е та ХТЗ 3512 Edison.

Візьмемо для прикладу електротрактор ХТЗ 2511 Е model 1 (клас 0,6), що має задній привод / Electric Motor — ном. 10 кВт і 20 кВт max і відповідні особливості в роботі, зумовлені технічною специфікацією:

- електродвигун вентильного типу — коефіцієнт корисної дії до 95%;
- коробка передач механічна, реверсивна, 8 передач уперед і 8 — назад;

- роздільний привід на гальмах дає можливість пригальмовувати одним із ведучих для зменшення радіуса повороту;
- радіус розвороту 3,5 м — додатково електропідсилювач;
- агротехнологічний просвіт 587;
- можливість транспортування причепів і напівпричепів масою 1 т або 2 т з установкою пневматичних гальм, згідно з правилами дорожнього руху;
- мінімальне обслуговування й надійність в експлуатації.

Цей тип електротрактора може застосовуватися передусім як економічний тягач причепів і напівпричепів; для роботи в теплицях, закритих приміщеннях, фермах, садах, виноградниках; для робіт на малих фермерських ділянках; на вирощуванні овочів, фруктів й інших культур; для розчищення доріг від снігу, а також для виконання різних видів робіт на будівельних майданчиках.

Значний інтерес викликає електротрактор вітчизняного виробництва, розроблений Харківським тракторним заводом спільно з компанією «АвтоЕнтерпрайз» на базі серійного трактора ХТЗ-3512. Трактор обладнано літій-іонними батареями потужністю до 24 кВт і електродвигуном потужністю Nissan Motors 35 к. с. Повна зарядка — від 2 до 4 год. У транспортному положенні безперервно може працювати до 8 год, на силових роботах — до 4 год.

Електротрактор ХТЗ 3512 Edison оснащено заднім приводом, коробка передач — механічна, реверсивна, 8 передач переднього ходу і 6 — заднього. Роздільний привід на гальмах дає можливість пригальмовувати одним із ведучих коліс для зменшення радіуса повороту. Також трактор спроможний транспортувати причепи та напівпричепи загальною масою до 2 т зі швидкістю до 40 км/год. Агротехнічний просвіт до 587 мм дозволяє виконувати обробку сільськогосподарських культур у пізніші терміни (дорожній просвіт становить 278 мм). Одномісна кабіна термошумоізольована, є вентиляція й обігрівач, сидіння — підресорене.

Останніми роками на ринку з'явився електротрактор MOBEL Belarus 920, що належить до тяглового класу 1,4. Його створено на базі відомого білоруського трактора Belarus 920. На електротракторі встановлено італійський електродвигун потужністю 60 кВт, 250 НМ, 2200 об./хв, робоча напруга — 300 В. Електродвигун працює на електроживленні від блока на основі літій-іонної батареї Thunder Sky Batteries місткістю 56 кВт. Трактор може працювати без підзарядки до 4 год.

Серед закордонних зразків електротракторів можна перелічити такі марки, як Rigitrac SKE 50 виробництва швейцарської компанії Rigitrac. Потужність цього електротрактора — 50 кВт (68 к. с.). Також із 2019 року на світовому ринку з'явився електротрактор Soletrac SET номінальною потужністю 40 к. с. (18 кВт), а також інші моделі, зокрема Fendte100Vario.

У США розробили електротрактор, що працює 8 год без підзарядки. Розробник електричних тракторів Soletrac оголосив про надходження в продаж 70-сильного трактора e70N.

За словами виробника, нова розробка — це вузький електротрактор потужністю 70 к. с., з повним приводом, розроблений для робіт на фермах, садах і виноградниках. Відзначають, що модель E70N може працювати до 8 год на

одній зарядці акумулятора ємністю 60 кВт/год. Також можна додати змінний акумулятор.

«E70N – це ще один інноваційний прорив у сегменті електричних тракторів від Soletrac, що цього разу орієнтований на комерційні, високопродуктивні сільськогосподарські роботи. Ця категорія електричних тракторів з нульовим рівнем викидів користується великим попитом, оскільки він також є досить маневровим. Унікальна й багатогранна нова модель дозволить Soletrac завоювати частку ринку і вигідно конкурувати з середніми та важкими тракторами», – зазначає генеральний директор Soletrac Мані Айер.

Перші трактори e70N вже доставили трьом окремим фермам у Каліфорнії. Для бронювання потрібна \$ 1 тис., поставки триватимуть протягом року.

У Туреччині запустять масове виробництво електротракторів.

Турецька компанія ZY Electric Tractor завершила розробку електротракторів. Вони мають більше кінських сил, ніж аналоги, не виділяють диму та працюють тихо. Їх серійне виробництво почалося з 2021 року. Про це повідомляє турецьке видання Daily Sabah.

«Менша версія електротракторів матиме потужність до 140 к.с. і підійде для садових робіт. Працювати ними можна буде до 5 год, а заряджати – біля 20 хв. Трактори середнього розміру мають потужність до 220 к.с., у той час, як двигуни аналогів – до 105 к.с. Вони будуть надійними навіть в найскладніших польових умовах і працюватимуть до 7 год», – зазначив Ондер Йол, голова ZY Electric Tractor.

Також він додає, що версія електричного трактора розміру «king-size» вийде на ринок з потужністю 320 к.с., що вище середньосвітового показника на 130 к.с.

«Трактор заряджається за 90 хв, а на вулиці – менш, ніж за годину. Але найбільша особливість цих тракторів в тому, що вони тихі та не виділяють дим. У тваринництві дуже важлива тиша, оскільки виробництво молока може знизитися, якщо на фермі постійно гучний шум».

Відділ спеціального виробництва Holland-Utrecht BV завершив модернізацію трактора Fendt 300 в електричну модель та підготував її до серійного виробництва. Новий електротрактор Fendt-E конструктивно значно відрізнятиметься від свого прототипу, який створений наприкінці 2021 року. Про це повідомляють виробники на своєму офіційному сайті. Наприклад, у готовому до запуску тракторі Fendt-E більше немає батареї Tesla. Буде встановлено літій-залізо-фосфатні акумулятори LFP, які стають стандартом у галузі. Також вони краще захищені при недостатньому та надмірному навантаженні та простіше встановлюються. На вибір покупців буде запропоновано дві моделі. Дешевший трактор укомплектують двома акумуляторними блоками загальною ємністю 240 кВт*год. Другий трактор, як і прототип, матиме батарею 360 кВт*год. На середньоважких роботах машини загалом відпрацюють 8 годин.

Крім того, у прототип були встановлені 2 електродвигуни Siemens, які спільно приводили в дію трансмісію Varіо через редуктор. У серійну модель буде встановлений лише один новий електричний двигун потужністю 100 кВт (136 к.с.) як і двигун Fendt 314 Varіо.

У серійній моделі Fendt-E удосконалено ПЗ, яке регулює розгін та прискорення трактора, подачу живлення за низького рівня заряду акумулятора та коректне заряджання двох або трьох акумуляторних батарей.

Якщо вдасться знайти покупців, серійне виробництво електричного трактора Fendt розпочнеться вже 2023 року. Планується випустити серію із 3-5 машин. Трактори зйдуть із конвеєра у першому кварталі 2024 року. Ціна нового електричного трактора Fendt-E складе 495 тис. євро.

Таким чином, у найближче десятиліття сільське господарство поступово буде переходити до декарбонізованого виробництва. Тому дуже важливо впроваджувати сучасні технології та технічні засоби, зокрема електротрактори, які завдяки появі нових доступніших за вартістю та потужністю акумуляторів стають технічно та економічно вигідним в аграрному виробництві.

Список літератури:

1. Мехатронні системи автомобілів і тракторів: підручник / Р. В. Антощенко, О. В. Нанка, А. Т. Лебедєв, В. М. Антощенко, В. М. Кісь, І. В. Галич–Харків: ХНТУСГ, 2020 р. –219 с.
2. Чигир Н.А., Діденко О.О., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Аналіз глобального ринку електромобілів. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 41-44 с.
3. Кісь О.В., Мішньов Д.В., Антощенко Р.В., Антощенко В.М. Безпілотні трактори для сільського господарства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. – 168-171 с.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. 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.

УДК 631.1.65

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ В ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИНАХ

Тарасенко О.Ю. студ, Лук'яненко О.В. асп.

Державний біотехнологічний університет

Післязбиральна обробка зерна і його зберігання – це найважливіша ланка в системі забезпечення збереження врожаю зернових і в доведенні його до товарних кондицій. Разом з тим, техніко-технологічна забезпеченість зерновиробництва сучасними і ефективними знаходиться на низькому рівні.

Інтенсифікація процесу сепарації зернового матеріалу в зерноочисних машинах є актуальним завданням в агропромисловому секторі. Оптимізація цього процесу дозволяє підвищити ефективність очищення, покращити якість зерна та знизити втрати врожаю. Для досягнення інтенсифікації сепарації важливо враховувати декілька ключових аспектів:

Розробка та налаштування оптимальних режимів сепарації, враховуючи різні сорти зерна та умови обробки. Це включає в себе регулювання швидкості інерційного барабану, частоти вібрацій, та інших параметрів.

Впровадження сучасних систем сортування та фільтрації, таких як оптичні сенсори та сортувальні валки. Це дозволяє виявляти та видаляти дефекти чи непотрібні елементи. Використання адаптивних технологій, що дозволяють системі автоматично реагувати на зміни властивостей зернового матеріалу та умов роботи. Це може включати в себе системи машинного навчання для оптимального аналізу та регулювання.

Розробка конструкцій, які покращують динаміку руху зернового матеріалу під час сепарації. Це включає оптимізацію форми сепараційних елементів та системи транспорту. Введення систем моніторингу та контролю, які надають операторам детальну інформацію про ефективність процесу сепарації, дозволяючи оперативно втручатися в разі необхідності. Інтеграція цих підходів дозволяє досягти високої продуктивності та якісної сепарації зернового матеріалу в зерноочисних машинах, сприяючи підвищенню ефективності виробництва та мінімізації втрат врожаю.

Список літератури:

1. Лук'яненко В.М., Никифоров А.О., Галич І.В., Лук'яненко О.В., Петрик А.П. Сепарація насінневої суміші сої на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*, Вип. 190 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2018. С. 273-278.

2. Лук'яненко В.М., Антощенков Р.В., Никифоров А.О. Галич, І.В. Методи оптимізації в задачах дослідження процесів очищення і сортування насінневих культур. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, (1(23), 2022. С. 53-59.

УДК 631.372

ТЕХНОГЕННИЙ ВПЛИВ НА ҐРУНТ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Світличний О. В., Задорожний В. П., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено аналіз техногенного впливу на ґрунт рушіїв мобільних енергетичних засобів.

Технології вирощування сільськогосподарських культур, що використовуються в даний час, включають операції, які потребують великої кількості проходів по полю мобільних енергетичних засобів (МЕЗ). Ходові системи даних МЕЗ, впливаючи на ґрунт, переуцільнюють її та погіршують структуру, склад, пористість, об'ємну вагу, що призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Питання зниження техногенного 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.

Щільність ґрунту є основною характеристикою, яка впливає на водний, повітряний та тепловий режими ґрунту, а отже, умови для здійснення біологічної діяльності всіх видів рослин. Величина щільності дуже впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Для нормального розвитку більшості сільськогосподарських культур величина щільності знаходиться в таких межах: для суглинистих і глинистих ґрунтів $1,0\text{--}1,3\text{ г/см}^3$ легко-суглинистих – $1,1\text{--}1,4\text{ г/см}^3$. Дослідження, проведені В. І. Ревутом показали, що збільшення або зменшення густини ґрунту від оптимального значення на $0,1\text{--}0,3\text{ г/см}^3$ призводить до зниження врожайності сільськогосподарських культур до 40%. Відомими дослідженнями встановлено, що урожай на ділянках, ущільнених тракторами К-700, ДТ-75 та МТЗ-80 знизився порівняно з контрольною відповідно на 26%, 18%, 12,5%.

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 подальшому його обробітці, а, отже, і до збільшення енерговитрат. Тому зниження ущільнюючого впливу мобільних машин на ґрунт в даний час є актуальним та важливим науковим завданням.

Використання енергонасиченої техніки, що має велику масу посилює серйозність цієї проблеми.

Раніше проведені дослідження показали, що ущільнення ґрунту, викликане інтенсивним переміщенням енергонасиченої техніки по полю веде в кінцевому підсумку до значного зниження врожайності культур.

Щорічні втрати, спричинені зниженням урожаю, за рахунок техногенного впливу ходових систем на ґрунт, становлять близько 1,8 мільярда доларів. Вчені багатьох країн займаються проблемою зменшення негативного впливу техніки на навколишнє середовище за рахунок створення нових ходових систем з мінімальним техногенним впливом на ґрунт. Поряд із цим, незважаючи на

широкі дослідження в даній галузі, питання зниження ущільнення ґрунту вирішене ще не повною мірою.

У роботі В. М. Макарова зазначається, що при збільшенні густини ґрунту на $0,07\text{--}0,12\text{ г/см}^3$, врожайності сої знижується на $2,5\text{--}5,39\text{ ц/га}$, при контрольній густині ґрунту $1,08\text{ г/см}^3$. З метою визначення техногенного впливу на ґрунт тракторів марки Т-125 та К700 у порівнянні з тракторами ДТ-75 та Т-74 були проведені дослідження, щодо визначення глибини колії, буксування та ущільнення ґрунту. В результаті проведених досліджень було отримано, що на ранньовесняних польових роботах при підвищеній вологості для запобігання руйнуванню структури, збільшення глибинності та утворення глибокої колії, ходову систему слід удосконалювати шляхом зниження тиску в шинах, постановки додаткових коліс або застосування пневматичних уширювачів коліс.

Зміна щільності ґрунту під рушієм трактора розглядається у роботі С. В. Носова та Н. Є. Перегудова. В результаті проведених досліджень були отримані та опрацьовані результати деформування шару ґрунту рушієм енергетичного засобу з метою перевірки збіжності з раніше складеною математичною моделлю взаємодії рушія з опорною основою.

Встановлено, що найбільший техногенний вплив на ґрунт надає рушій трактора К-700 через підвищений тиск у шині та високу зчипну вагу.

Наведено дослідження зміни напружено-деформованого стану та щільності в'язкопружного супіщаного ґрунту в залежності від кількості проходів та швидкості руху МЕЗ. Розроблено та запропоновано алгоритм визначення показників деформування та ущільнення ґрунту внаслідок його повзучості при зупинці енергетичного засобу. Дослідження, проведені з використанням комп'ютерних програм, отримані дані, що дозволяють, визначити ряд факторів, що впливають на в'язкопружні властивості ґрунту та ступінь його ущільнення. Встановлено, що ущільнюючий вплив рушіїв на ґрунт знижується за таких умов:

- передні та задні колеса рухаються не по одній колії;
- енергетичний засіб укомплектований шинами оптимальних типорозмірів;
- правильно підібрана швидкість руху МЕЗ;
- трактор робить зупинки тільки на ущільненому ґрунті.

Зі збільшенням числа проходів по одній колії та часу впливу рушія на ґрунт після зупинки на неущільненому ґрунті щільність ґрунту досягає свого гранично можливого значення.

З метою зниження ущільнюючого впливу на ґрунт запропоновано методику розрахунку та комп'ютерні програми для прогнозування ущільнюючого впливу на ґрунт колісних тракторів. Запропоновані програми дозволяють провести оцінку ефективності заходів щодо зниження ущільнення. Авторами представлені розрахункові графіки, побудовані за результатами обчислювальних експериментів при взаємодії із ґрунтом задніх коліс трактора МТЗ-82. Встановлено, що за однакових умов поведінки дослідів колесо з шиною 18R38 має на ґрунт менший вплив, що ущільнює, ніж з шиною 13R38. Запропонована методика дозволяє робити прогнозування ущільнюючого впливу на ґрунт МЕЗ з метою оцінки ефективності заходів щодо його зниження.

Відомо, що в гранично напружено-деформованому стані ґрунт деформується зсувом, коли кут відхилення результуючого напруги від нормалі до площі ковзання більше кута внутрішнього тертя, якщо ця умова не виконується, відбувається відрив ґрунтової цегли. В роботах В. П. Дьякова розглядається питання перебування такого співвідношення дотичних і нормальних напруг, у якому максимальний кут відхилення дорівнюватиме куту внутрішнього тертя. За цієї умови витрати на обробіток ґрунту будуть мінімальними.

Список літератури:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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>

УДК 631.1.65

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

Сіромашенко О.Ю. студ., Рева Ю.В. асп.

Державний біотехнологічний університет

В сучасних умовах розвитку агропромислового виробництва надзвичайно важливою стає задача підвищення ефективності процесів подрібнення зерна. Процес подрібнення визначає якість та кількість виготовлених продуктів і безпосередньо впливає на кінцевий результат аграрного виробництва.

У роботі розглянуто важливі аспекти обґрунтування техніко-технологічних параметрів обладнання для подрібнення зерна. Перед учасниками доповіді висунута задача розгляду різних типів зернодробарок та їхніх технічних характеристик. Визначення оптимальної робочої швидкості виявиться ключовим для досягнення максимальної ефективності процесу подрібнення зернових культур. Детальний аналіз впливу розміру та форми робочих органів на якість подрібнення дає можливість обрати оптимальні параметри для різних видів зерна. Питання вибору розміру відкриття сітки та системи регулювання робочого простору необхідні для досягнення високої продуктивності та якісного подрібнення.

Особлива увага приділена важливості енергоефективності обладнання та розрахунку оптимальної потужності для забезпечення ефективного подрібнення зерна при мінімальних енерговитратах. Розгляд матеріалів для виготовлення робочих органів та їх зносостійкості дає можливість обрати оптимальний компроміс між якістю та тривалістю служби.

Під час виконання дослідження та розробки проведено комплексний аналіз параметрів обладнання для подрібнення зерна. Розглянуті різні типи зернодробарок та їх технічні характеристики, що дало можливість вибрати оптимальний тип для досягнення поставлених цілей щодо ефективності та продуктивності.

Визначена оптимальна робоча швидкість обладнання, яка забезпечує максимальну ефективність подрібнення з урахуванням різних видів зерна та умов роботи. Детальний аналіз впливу розміру та форми робочих органів на якість подрібнення дозволив визначити оптимальні параметри для кожного конкретного випадку.

Вивчення впливу розміру відкриття сітки та системи регулювання робочого простору виявилось ключовим для забезпечення високої продуктивності та якісного подрібнення різних зернових культур.

Врахована важливість енергоефективності обладнання та розрахунків оптимальної потужності для досягнення ефективного подрібнення зерна при мінімальних енерговитратах. Розглянута вибір матеріалів для робочих органів та їх зносостійкість з метою забезпечення оптимального балансу між якістю та тривалістю служби.

ДИНАМІЧНІ ТА ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ ПОВНОПРИВІДНОЇ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОЇ МАШИНИ

Череватенко Г. І, Сміцков Д. С., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено результати досліджень динамічних та тягово-енергетичних показників повнопривідної тягово-транспортної машини.

В агропромисловому виробництві все частіше застосовуються багатоопераційні комбіновані агрегати, що мають високу продуктивність. Одними з основних складових комбінованих агрегатів є колісні повнопривідні тягово-транспортні машини (ТТМ) [1].

Колісні повнопривідні ТТМ мають високу прохідність та їх можна віднести у окрему групу транспортних засобів через специфіку їх конструктивного виконання та умов застосування. Колісні повнопривідні ТТМ високої прохідності переважно використовують на ґрунтах з низькою несучою здатністю, при експлуатації по бездоріжжю або ґрунтових дорогах низької якості, де вони можуть рухатися з високими середніми швидкостями. Колісні ТТМ агрегують з сільськогосподарськими машинами та причепами великої маси [2].

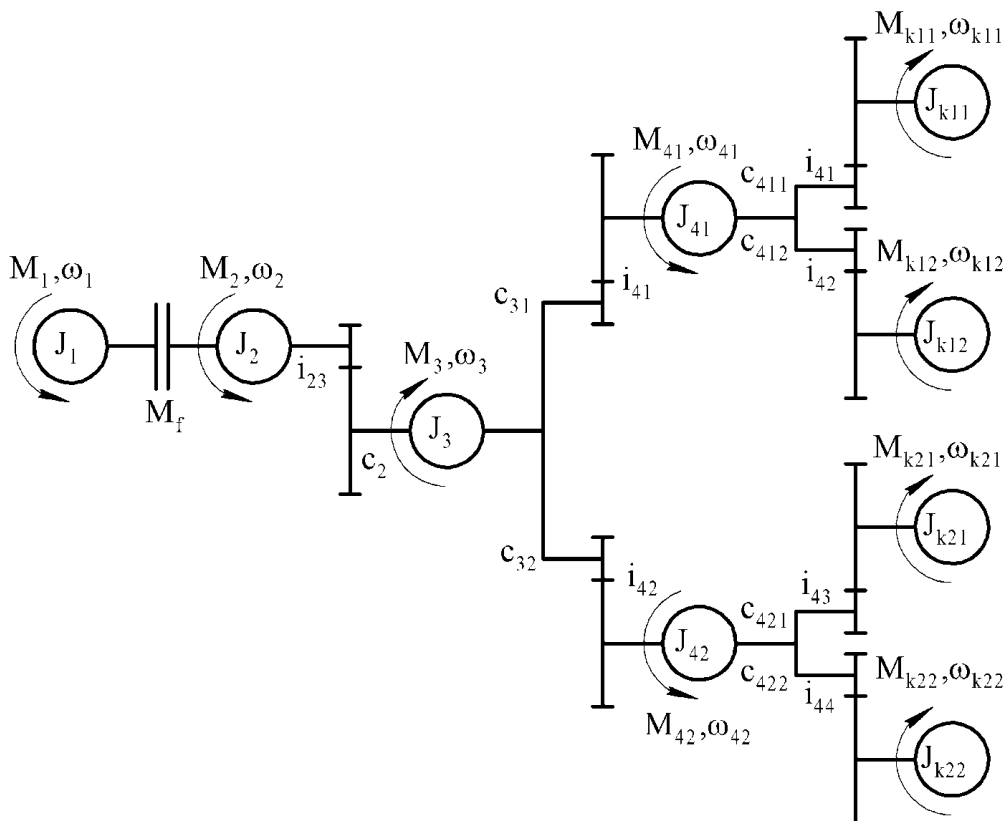


Рис. 1. Схема динамічної моделі трансмісії повнопривідної тягово-транспортної машини

На рис. 1 наведено такі позначення: J_1 – приведений момент інерції мас, що

обертаються, двигуна внутрішнього згоряння; M_1 – ефективний крутний момент ДВЗ; ω_1 – кутова швидкість обертання колінчастого вала ДВЗ; M_f – момент муфти зчеплення; J_2, M_2, ω_2, c_2 – приведений момент інерції, крутний момент, кутова швидкість обертання та приведена кутова жорсткість первинного валу коробки передач; η_{23}, i_{23} – ККД та передатне число коробки передач; J_3, M_3, ω_3 – приведений момент інерції, крутний момент, кутова швидкість обертання вторинного валу коробки передач; c_{31}, c_{32} – приведені кутові жорсткості переднього та заднього карданного валів; $\eta_{23}, i_{41}, i_{42}$ – ККД та передатне число головної передачі переднього та заднього мостів; $J_{41}, M_{41}, \omega_{41}$ – приведений момент інерції, крутний момент та кутова швидкість обертання головної передачі передньої осі; $J_{42}, M_{42}, \omega_{42}$ – приведений момент інерції, крутний момент та кутова швидкість обертання головної передачі задньої осі; $c_{411}, c_{412}, c_{421}, c_{422}$ – приведені кутові жорсткості передньої лівої, передньої правої, задньої лівої та задньої правої напівосі; $\eta_{23}, i_{411}, i_{412}, i_{421}, i_{422}$ – ККД та передатне число переднього лівого, переднього правого, заднього лівого та заднього правого бортових редукторів; $J_{kij}, M_{kij}, \omega_{kij}$ – приведений момент інерції, крутний момент та кутова швидкість обертання ведучого колеса ТТМ ($ij=11$ – переднього лівого, $ij=12$ – переднього правого, $ij=21$ – заднього лівого, $ij=22$ – заднього правого).

Крутний момент від ДВЗ M_1 передається через муфту M_f до первинного валу коробки передач та передачу i_{23} . Далі крутний момент вихідного валу коробки передач передається на передній та задній диференціали ТТМ через вали c_{31} та c_{32} . Передній диференціал утворюється елементами J_{41}, c_{411}, c_{412} , а задній – J_{41}, c_{411}, c_{412} .

Вихідними даними для розрахунку математичної моделі обрані такі: потужність ДВЗ – $N_{\text{емак}}=176$ кВт; приведені моменти інерції $J_1=0,618$ кг·м², $J_2=0,0081$ кг·м², $J_3=0,618$ кг·м², $J_{41}=0,002098$ кг·м², $J_{42}=0,00404$ кг·м², $J_{k11}=J_{k12}=J_{k21}=J_{k22}=31,1$ кг·м². Приведені кутові жорсткості $c_2=10023$ Н·рад, $c_{31}=2750$ Н·рад, $c_{32}=23032$ Н·рад, $c_{411}=c_{412}=c_{421}=c_{422}=8523$ Н·рад. Передаточні числа $i_{23}=2,4$, $i_{41}=2,9$, $i_{411}=i_{412}=i_{421}=i_{422}=4,1$. ККД – $\eta_{23}=0,921$, $\eta_{41}=\eta_{42}=0,922$, $\eta_{411}=\eta_{412}=\eta_{421}=\eta_{422}=0,945$.

Для повнопривідної колісної ТТМ визначені залежності кутових швидкостей обертання елементів трансмісії тягово-транспортної машини від часу (рис. 2).

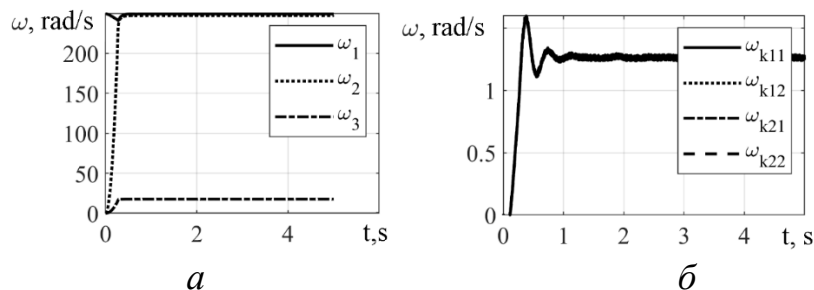


Рис. 2. Залежності кутових швидкостей обертання елементів трансмісії тягово-транспортної машини від часу: *a* – залежності кутових швидкостей обертання елементів трансмісії; *б* – залежності кутових швидкостей обертання коліс

Досліджено процес розгону ТТМ під час якого кутова швидкість ДВЗ знижується з номінального значення $n_{\text{ном}}=250$ рад/с до 241 рад/с та при $t>1$ с знов

повертається до номінального значення (рис. 2). При $0 < t < 1$ с вмикається зчеплення та швидкість первинного валу коробки передач вирівнюється з кутовою швидкістю ДВЗ 250 рад/с. Кутові швидкості обертання коліс ТТМ стабілізуються на рівні $\omega_{k11}=1,29$ рад/с, $\omega_{k12}=1,27$ рад/с, $\omega_{k21}=1,24$ рад/с, $\omega_{k22}=1,25$ рад/с при $t > 1$ с.

Встановлено залежності крутних моментів елементів трансмісії тягово-транспортної машини від часу (рис. 3).

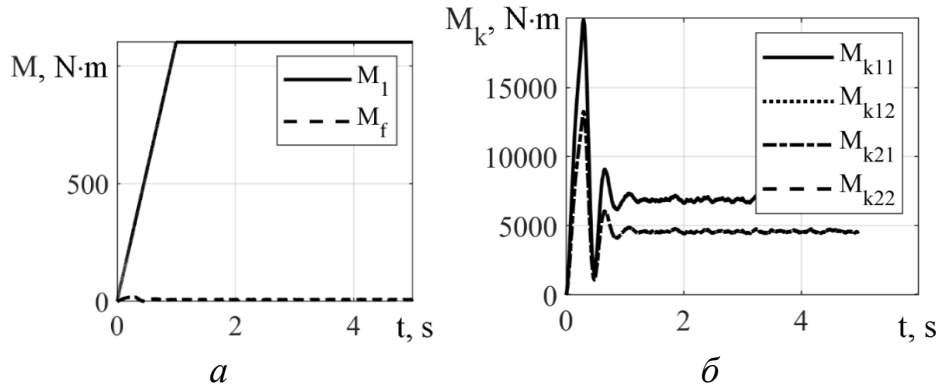


Рис. 3. Залежності крутних моментів елементів трансмісії тягово-транспортної машини від часу: *a* – залежності крутних моментів елементів трансмісії; *б* – залежності крутних моментів ведучих коліс

Крутний момент ДВЗ підвищується лінійно до номінального значення $M_{\text{ном}}=1100$ Н·м під час розгону ТТМ (рис. 3). Момент тертя муфти зчеплення на початку розгону має коливальний процес з розмахом $\Delta M_f=50$ Н·м. Крутні моменти передніх ведучих коліс короткочасно підвищуються до $M_{k11}=M_{k12}=20012$ Н·м та при $t > 1$ с приймають значення $M_{k11}=M_{k12}=6972$ Н·м. Аналогічні процеси відбуваються на задніх ведучих колесах однак крутні моменти підвищуються до $M_{k21}=M_{k22}=13209$ Н·м при $0 < t < 1$ с, а надалі приймають значення $M_{k21}=M_{k22}=4622$ Н·м.

1. Встановлено, що кутові швидкості обертання передніх коліс ТТМ $\omega_{k11}=1,29$ рад/с, $\omega_{k12}=1,27$ рад/с вище за кутові швидкості задніх коліс $\omega_{k21}=1,24$ рад/с, $\omega_{k22}=1,25$ рад/с. Різниця між кутовими швидкостями передніх та задніх коліс призводить до появи кінематичної невідповідності та додаткових втрат енергії. Крутні моменти передніх ведучих коліс короткочасно підвищуються до $M_{k11}=M_{k12}=20012$ Н·м та при $t > 1$ с приймають значення $M_{k11}=M_{k12}=6972$ Н·м. Аналогічні процеси відбуваються на задніх ведучих колесах однак крутні моменти підвищуються до $M_{k21}=M_{k22}=13209$ Н·м при $0 < t < 1$ с, а надалі приймають значення $M_{k21}=M_{k22}=4622$ Н·м. Дотичні сили тяги на передніх колесах ТТМ збільшуються до $P_{k11}=P_{k12}=15667$ Н при $0 < t < 1$ с та стабілізуються на значенні $P_{k11}=P_{k12}=5478$ Н після закінчення розгону. Так саме при $t > 1$ с дотичні сили тяги на задніх колесах ТТМ стабілізуються зі значеннями $P_{k21}=P_{k22}=3473$ Н, а при розгоні приймають найбільші значення $P_{k21}=P_{k22}=10442$ Н.

Список літератури:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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>.
10. 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.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОЇ КЕРУВАННЯ ТРАНСМІСІЄЮ ТРАКТОРА

Задорожний В. П., Кусков М. А., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі обґрунтована необхідність розробки системи автоматичної керування трансмісією трактора.

Трактори – це машина, яка використовуються в різних галузях, таких як сільське господарство, будівництво та лісове господарство, і очікується, що їх попит і частота використання постійно зростатимуть. Зокрема, сільськогосподарські трактори – це транспортні засоби, які виконують сільськогосподарські роботи за допомогою навішування різноманітних сільськогосподарських знарядь, таких як плуги, ротатори, прес-підбирачі. Міжнародний ринок тракторів має очікуваний складний річний темп зростання (CAGR) 4,02% протягом прогнозованого періоду 2020–2025 рр. Мінімізація споживання палива сільськогосподарським трактором є основною проблемою багатьох досліджень.

Трансмісія є найважливішим компонентом у визначенні ефективності роботи трактора серед інших систем, і останнім часом активно проводяться дослідження ефективності трансмісії. Тракторні трансмісії, як правило, складаються з передач переднього та заднього ходу (F/R), перемикачів діапазонів і перемикачів передач; крім того, застосовуються різні типи трансмісії, відповідно до тягового класу трактора. Зокрема, перспективні трансмісії для тракторів більшої потужності мають тенденцію використовувати більш ефективну та зручну технологію автоматичної трансмісії, таку як безступінчаста трансмісія (CVT) або гідромеханічна трансмісія (ГМТ).

Для зручності деякі трактори потужністю менше 45 кВт використовують гідростатичну трансмісію (ГСТ), яка є автоматичною трансмісією. Однак ефективність передачі потужності ГСТ становить близько 73-75%; таким чином, частіше використовується механічна коробка передач (МКПП), яка має більший ККД, ніж ГСТ. МКПП складається з зубчастої передачі, перевагою якої є високий ККД передачі потужності (близько 96%) (рис. 1.).

Крім того, трактор виконує повторювані операції в межах одного сільськогосподарського угіддя. Тому часто відбувається перемикачів передач для зміни напрямку F/R. При частому перемикачів передач важелі перемикачів передач і педалі зчеплення, створюють незручності для операторів і знижують ефективність роботи. Проведено попередні дослідження з вибору стратегії перемикачів передач, яка враховує робочу точку двигуна відповідно до тягового навантаження, створюваного обробітком ґрунту, що може стати хорошим рішенням для підвищення зручності керування трактором. Однак ці гідравлічні системи є менш ефективними порівняно з електричними системами. Тому необхідно розробити трансмісію з високим ККД та зручністю автоматичної трансмісії.

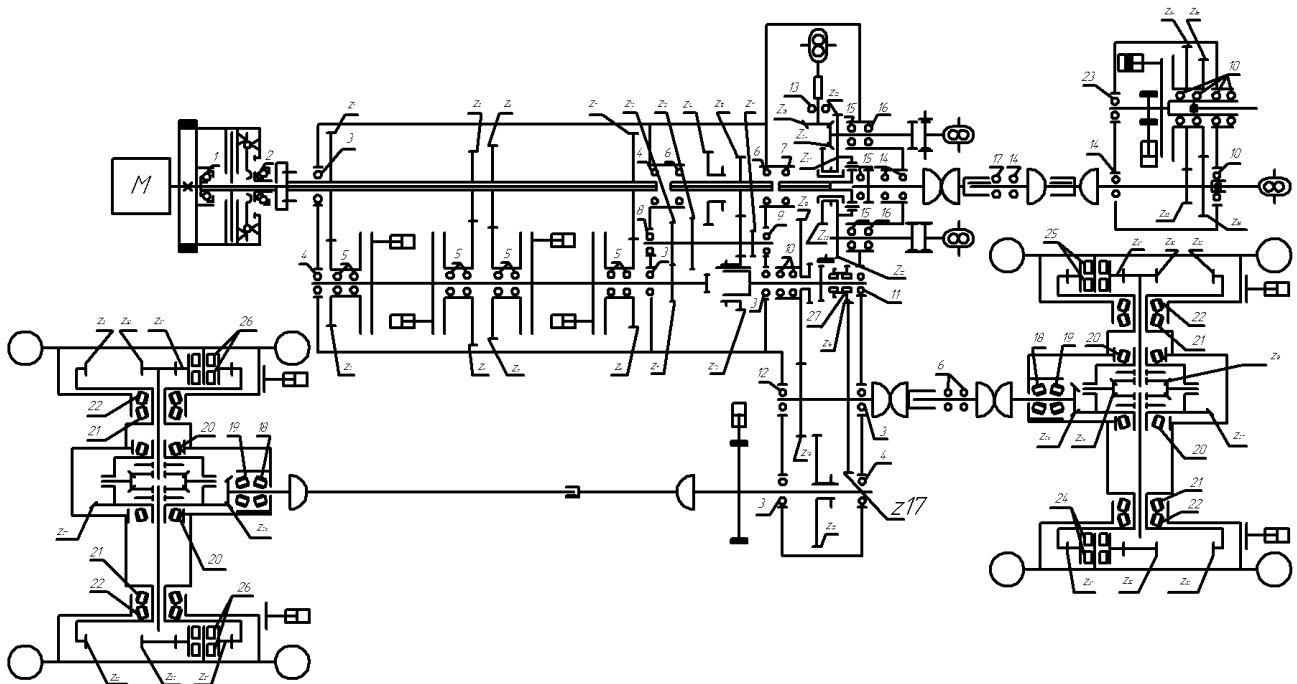


Рис. 1. Схема трансмісії тракторів серії ХТЗ-150/170

В автомобільній галузі різні трансмісії, такі як роботизована трансмісія, електрогідравлічна ручна трансмісія та автоматизована ручна трансмісія (АМТ), були розроблені як альтернативи, які доповнюють недоліки звичайних механічних і автоматичних трансмісій. Роботизована коробка передач автоматизує механічну трансмісію за допомогою електрогідравлічного приводу, а електрогідравлічна механічна коробка передач здійснює керування транспортним засобом за допомогою електронного керування гідравлічним тиском. Ці системи можуть забезпечити більшу зручність. Однак метод електрогідравлічної трансмісійної системи є громіздким порівняно з методом електронного приводу через різні фактори, такі як витік масла, старіння ущільнення та зміни в'язкості відповідно до температури масла та складної конструкції регулюючого клапана. АМТ базуються на механічних ручних коробках передач з додаванням приводів (гідравлічних або електричних) для автоматичного керування зчепленням і човниковим перемиканням. Системи АМТ, які використовують приводи для автоматичного керування МКПП, виграють як від високої ефективності силового агрегату ручних коробок передач, так і від зручності автоматичних коробок передач.

При розробці та застосуванні системи АМТ потрібна продуктивність перемикання передач, подібна до загальної автоматичної трансмісії з використанням гідротрансформатора. Тому більшість досліджень систем АМТ зосереджено на якості автоматичного перемикання передач, наприклад швидкому та плавному вмиканні зчеплення. Щоб покращити якість перемикання передач АМТ, необхідно розробити технологію керування перемиканням передач, здатну швидко перемикає звичайну механічну коробку передач. Дослідження технології керування перемиканням передач АМТ в основному проводилися з використанням алгоритмів керування, стратегій керування

зчепленням та оцінці продуктивності. Деякі дослідники намагалися застосувати АМТ у галузі тракторів. Раніше була запропонована система АМТ трактора з гідравлічним перемиканням передач та проведені дослідження стратегії керування перемиканням передач. Інші дослідники запропонували систему керування включенням зчеплення тракторів АМТ з використанням Matlab/Simulink. Вони повідомили, що застосування теорії нечіткого управління може ефективно контролювати процес включення зчеплення в тракторі АМТ. Однак наведені вище дослідження були зосереджені лише на моделюванні, а оцінка продуктивності апаратного забезпечення реальної системи АМТ не проводилася. Щоб встановити систему АМТ на трансмісію трактора, необхідно виконати не тільки моделювання, але й однокомпонентні експерименти та експерименти з автоматичним перемиканням передач через розробку фактичного апаратного забезпечення. Згідно з наведеними вище дослідженнями, більшість досліджень АМТ були проведені в автомобільній сфері, за винятком деяких досліджень сільськогосподарських тракторів, які використовували гідравлічні приводи. Це пов'язано з тим, що потужність двигуна в технологіях приводу та керування ще не досягла рівня, застосовного до тракторів, які мають нетипові операції з високим навантаженням. На відміну від автомобілів, трактор забезпечує тягу шляхом передач високого крутного моменту на колеса, таким чином він використовує високі передавальні числа для передач низької швидкості обертання та високого крутного моменту від двигуна до трансмісії. Тому для керування зчепленням потрібна система перемикання передач, здатна відповідати високому крутному моменту порівняно з автомобільним. З цієї точки зору, комбінація електричного приводу та редуктора може забезпечити хороше рішення для відповіді на ці вимоги та забезпечення аналогічної продуктивності без використання гідравлічної системи. Трактори АМТ на основі електроприводу не мають проблем низької ефективності та складних систем, пов'язаних із використанням гідравлічних трансмісій (наприклад, Power Shuttle, PowerShift та CVT), і можуть бути легко додатково встановлені на звичайні механічні коробки передач трактора, що сприяє забезпеченню високої зручності.

Пропонується розробити АМТ для сільськогосподарських тракторів шляхом додавання електричних приводів до звичайних ручних коробок передач, оскільки ця система має вищу ефективність передач потужності, ніж звичайні гідравлічні системи, і більшу зручність, ніж ручні коробки передач.

Список літератури:

1. Kim, W.-S.; Kim, Y.-J.; Kim, Y.-S.; Baek, S.-Y.; Baek, S.-M.; Lee, D.-H.; Nam, K.-C.; Kim, T.-B.; Lee, H.-J. Development of Control System for Automated Manual Transmission of 45-kW Agricultural Tractor. *Appl. Sci.* 2020, 10, 2930. <https://doi.org/10.3390/app10082930>.
2. 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.
3. 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.

4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.

5. Artiomov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.

6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.

7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.

8. 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.

9. 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>.

10. 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.

11. Україна: ринок сільськогосподарської техніки. Аналіз та перспективи [Текст] / Р. В. Антощенко, В. М. Антощенко, І. В. Галич, В. В. Антощенкова, О. В. Козлова // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Техн. науки. - Харків : ХНТУСГ, 2019. - Вип. 198 : Механізація с.-г. вир-ва. - С. 194-200.

12. Трактори та автомобілі. Ч. 5. Теорія двигунів внутрішнього згорання : 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.

13. 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.

УДК 631.372

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ

Сміцков Д. С., Череватенко Г. І, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено методи підвищення точності вимірювання параметрів функціонування сільськогосподарських агрегатів.

Сільськогосподарські агрегати, що являють собою зчипку енергетичного засобу (трактора) та сільськогосподарської машини, працюють в умовах вібрацій і шумів, що створюються навколишнім середовищем та самими знаряддями. Особливості функціонування цих систем та відповідність їх своєму функціональному призначенню – це фактори від яких залежать ступінь досконалості СГА. Подальше розширення технологічних можливостей і сфери їх застосування вимагають поглибленого вивчення процесу функціонування [1].

Дослідження динаміки функціонування СГА потребує нових методів та засобів дослідження, тому була створена вимірювальна системи динаміки та енергетики мобільних машин [2, 3].

В теперішній час поширюються кількість досліджень динаміки елементів СГА з використанням датчиків прискорень [4–6]. В цих та інших роботах не достатньо приділено уваги обробки даних отриманих з датчиків при випробуваннях. В роботах [7, 8] обґрунтовані похибки вимірювання, що вносять датчики. Таким чином залишається актуальним завдання підвищення точності вимірювання параметрів функціонування СГА.

Основним компонентом вимірювальної системи (ВС) є інерційний вимірювальний пристрій (ІВП), що складається з акселерометра, гіроскопа та магнітометра.

Розглянемо сигнал, що вимірює датчик прискорення (акселерометр). З аналітичної точки зору він складається з чотирьох компонентів:

1. Дійсне прискорення (це прискорення, що діє повздовж відповідної вісі елемента СГА та створюється ним).
2. Кут нахилу елемента СГА відносно горизонту.
3. Вібрації, що створює навколишнє середовище при русі, в стаціонарному режимі або технологічною машиною.
4. Власний шум датчика.

Підчас експериментальних досліджень ІВП може розташовуватись у довільному місці СГА відносно центру мас.

Першим етапом обробки даних, що надходять від гіроскопа та акселерометра, має бути корегування їх значень

$$\mathbf{a}_c = \begin{bmatrix} a_x c \\ a_y c \\ a_z c \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} a_x c \\ a_y c \\ a_z c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{a}_r \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_x r \\ a_y r \\ a_z r \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & b_2 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & b_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad (1)$$

$$\boldsymbol{\omega}_c = \begin{bmatrix} \omega_x c \\ \omega_y c \\ \omega_z c \end{bmatrix}; \begin{bmatrix} \omega_x c \\ \omega_y c \\ \omega_z c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \boldsymbol{\omega}_r \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \mathbf{G} = \begin{bmatrix} \omega_x r \\ \omega_y r \\ \omega_z r \\ 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} & c_1 \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} & c_2 \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} & c_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

де $\mathbf{a}_r = [a_x r \ a_y r \ a_z r]^T$ – вхідний сигнал акселерометра; $\boldsymbol{\omega}_r = [\omega_x r \ \omega_y r \ \omega_z r]^T$ – вхідний сигнал гіроскопа; $\mathbf{a}_c = [a_x c \ a_y c \ a_z c]^T$ – корегований сигнал акселерометра; $\boldsymbol{\omega}_c = [\omega_x c \ \omega_y c \ \omega_z c]^T$ – корегований сигнал гіроскопа; \mathbf{G} – матриця корегування гіроскопа; a_{ij}, b_i, g_{ij}, c_i – коефіцієнти матриць корегування.

Коефіцієнти матриць корегування визначаються підчас тарування ІВП за методом, що наведений у роботі [1]. ІВП розташовують чотири рази, коли сила тяжіння Землі відносно корпусу пристрою буде відомою, паралельною одній осі та перпендикулярною двом іншим. Визначивши значення дійсного тяжіння розраховуються коефіцієнти матриць корегування.

Корегований сигнал акселерометру \mathbf{a}_c та гіроскопа $\boldsymbol{\omega}_c$ обробляється за допомогою фільтру Баттерворта:

$$\mathbf{a}_f = filter(\mathbf{a}_c), \boldsymbol{\omega} = filter(\boldsymbol{\omega}_c), \quad (2)$$

де $\mathbf{a}_f = [a_x f \ a_y f \ a_z f]^T$ – матриця-вектор фільтрованого сигналу акселерометра; $\boldsymbol{\omega} = [\omega_x \ \omega_y \ \omega_z]^T$ – матриця-вектор фільтрованого сигналу гіроскопа.

Після фільтрації сигналу гіроскопу (2) отримаємо дійсне значення кутової швидкості обертання $\omega_x, \omega_y, \omega_z$ елемента СГА навколо осей x, y, z .

Матрицю-вектор $\boldsymbol{\theta}$ кутів повороту датчика α, β, γ навколо осей x, y, z можна знайти, вирішивши таку систему диференціальних рівнянь:

$$\boldsymbol{\theta} = \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{\sin \beta \cdot \sin \alpha}{\cos \beta} & \frac{\sin \beta \cdot \cos \alpha}{\cos \beta} \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \frac{\sin \beta}{\cos \beta} & \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix}. \quad (3)$$

У випадку коли ІВП встановлений не в центрі мас мобільної машини або її елемента, необхідно відняти від прискорення відцентрову силу:

$$\mathbf{a}_b = \begin{bmatrix} a_x b \\ a_y b \\ a_z b \end{bmatrix} = \mathbf{a}_f - \boldsymbol{\omega} \cdot \mathbf{v} = \begin{bmatrix} a_x f \\ a_y f \\ a_z f \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \omega_x \\ \omega_y \\ \omega_z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де $\mathbf{v} = [v_x \ v_y \ v_z]^T$ – швидкість руху мобільної машини повздовж

відповідних осей x , y та z .

Після віднімання відцентрової сили від прискорення необхідно відняти гравітаційну складову і таким чином отримуємо дійсне його значення:

$$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{bmatrix} = \mathbf{a}_b + g \cdot \begin{bmatrix} -\sin \beta \\ \cos \beta \cdot \sin \alpha \\ \cos \beta \cdot \cos \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_x b \\ a_y b \\ a_z b \end{bmatrix} + g \cdot \begin{bmatrix} -\sin \beta \\ \cos \beta \cdot \sin \alpha \\ \cos \beta \cdot \cos \alpha \end{bmatrix}, \quad (5)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Швидкість руху елемента СГА отримуємо інтегруванням прискорення:

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \int_0^t a_x dt + v_x|_{t=0} & \int_0^t a_y dt + v_y|_{t=0} & \int_0^t a_z dt + v_z|_{t=0} \end{bmatrix}^T, \quad (6)$$

де $v_x|_{t=0}$, $v_y|_{t=0}$, $v_z|_{t=0}$ – початкове значення швидкостей.

Ефективність розробленого методу оцінюється по спектральній щільності, що визначається з формули [9]:

$$S_{xx}(f) = \int_{-\infty}^{\infty} R_{xx}(\tau) e^{-2j\pi f\tau} d\tau, \quad (7)$$

де $x(t)$ – випадковий стаціонарний процес;

$R_{xx}(\tau)$ – кореляційна функція випадкового процесу.

Таким чином, отримано дійсні кутові швидкості мобільної машини (2), прискорення (5) і швидкості (6). Розробленим методом обробки даних ІВП компенсується кут нахилу елемента СГА на етапі (5), вібрації та шуми видаляються фільтром Баттерворта (2).

Основний спектр коливань знаходиться в межах від 0 до 3 Гц (Рис. 1). Максимальна енергія коливань відповідає частоті 0,4 Гц. Друга гармоніка коливань знаходиться на частоті 25 Гц для трьох осей акселерометру. Для виділення дійсного прискорення використано фільтр нижніх частот Баттерворта з частотою зрізу 3 Гц.

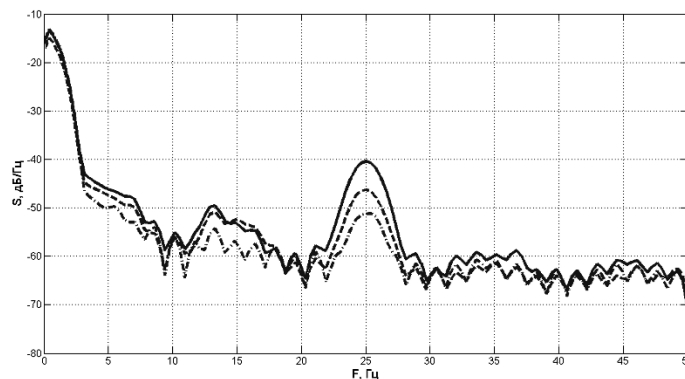


Рис. 1. Спектральна щільність прискорень рами трактора по осях x , y та z

Для обробки даних приймача GPS та даних датчика тягового зусилля аналогічно використовуємо фільтр Баттерворта з частотою зрізу 3 Гц.

Розроблено метод обробки даних вимірювальною системою, що виключає вплив показників місця розташування датчиків, прискорення вільного падіння,

нерівностей полів та нахилу. Встановлено, що сигнали з ІВП з аналітичної точки зору складаються з чотирьох компонентів: дійсного прискорення; куту нахилу елемента; вібрації, що створює навколишнє середовище та власного шуму датчика.

Визначено, що основний спектр коливань елементів СГА знаходиться в межах від 0 до 3 Гц. Максимальна енергія коливань відповідає частоті 0,4 Гц. Друга гармоніка коливань знаходиться на частоті 25 Гц для трьох осей акселерометру. Для виділення дійсного прискорення використано фільтр нижніх частот Баттерворта з частотою зрізу 3 Гц. Для обробки даних приймача GPS та даних датчика тягового зусилля також використовується фільтр Баттерворта.

Список літератури:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Х.: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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>

УДК 631.1.65

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РУЛОННОГО ПРЕС-ПІДБИРАЧА

Майстренко А.О., студ., Лук'яненко О.В. асп., Лук'яненко В.М.

Державний біотехнологічний університет

Робота присвячена вивченню та обґрунтуванню конструктивно-технологічних параметрів рулонного прес-підбирача, який є ключовим елементом в аграрному виробництві. Мета дослідження полягала в оптимізації параметрів цього обладнання з метою підвищення його продуктивності та надійності.

Першим аспектом, розглянутим у роботі, є розмір та конфігурація рулонів. Виявлено, що вибір оптимального розміру та форми рулонів напряму впливає на ефективність збору різних культур. Застосування ширших рулонів сприяє підвищенню продуктивності, але вимагає деяких компромісів з точки зору адаптації до різних умов роботи.

Другий аспект стосується матеріалу рулонів. Досліджено вплив зносостійкості та міцності матеріалів на тривалість служби прес-підбирача. Встановлено, що використання високоякісних матеріалів є вирішальним фактором для забезпечення тривалого функціонування обладнання.

Особливу увагу було приділено системі регулювання висоти рулонів. Виявлено, що наявність цієї системи дозволяє адаптувати прес-підбирач до різних видів рослин, забезпечуючи єдність збору та попереджуючи пошкодження рослин.

Також розглянута кількість та розташування рулонів, зокрема їхнє оптимальне розміщення для забезпечення ефективного збору культур з різними архітектурами. Запропоновано варіанти оптимізації конструкції прес-підбирача з урахуванням цих параметрів.

У роботі також висвітлено важливість розробки ефективної системи збору та видалення зібраного матеріалу, що попереджає можливість застрягання та забруднення прес-підбирача.

Виконана робота має велике значення для практики аграрного виробництва, оскільки надає практичні рекомендації щодо оптимізації конструктивно-технологічних параметрів рулонного прес-підбирача для досягнення максимальної продуктивності та ефективності його роботи.

Список літератури:

Єременко О.І., Кузьменко В.Ф. Порівняльний аналіз конструктивно-технологічних показників рулонних прес-підбирачів. *Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: VII Всеукраїнська науково-технічна конференція*, смт Глеваха Київської області, м. Київ, Україна, 5-28 грудня 2018 року: матеріали конференції. Глеваха-Київ. 2019. 113 с.

ОГЛЯД ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ АРХІТЕКТУР ТРАНСПОРТНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Кісь О. В., Світличний О. В., Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

В роботі наведено огляд гібридних електричних архітектур транспортно-розвантажувальних та сільськогосподарських машин.

Електрифікація транспортних засобів передбачає використання електричних та електронних компонентів у механічній системі для забезпечення живлення як основного джерела або разом з іншими силовими агрегатами. Правильно поєднуючи ці компоненти, можна отримати багато варіантів трансмісій, що забезпечує високий рівень оптимізації продуктивності. Знання навантажувальних характеристик і робочого циклу кожного типу машини є обов'язковим для проектування оптимального архітектурного рішення машини з електричними трансмісіями. Розглянувши структуру всіх можливих електричних топологій, можна виділити три основні функціональні схеми: повну електричну, послідовну гібридну та паралельну гібридну.

З точки зору системи, повна електрична архітектура є найпростішим рішенням, коли мова заходить про електрифікацію трансмісії. Як показано на рис. 1, повна електрична архітектура складається з одного джерела живлення, яке використовується для приводу всіх можливих механічних навантажень, що прикладаються до транспортного засобу: трансмісія, гідравлічна система та всі вали відбору потужності мають електричний привід. За допомогою електронного перетворювача електрична енергія, попередньо накопичена в акумуляторній батареї (постійна напруга та струм), регулюється для забезпечення електродвигуна. Для оптимізації продуктивності конкретної машини можна використовувати одну або декілька електричних машин.

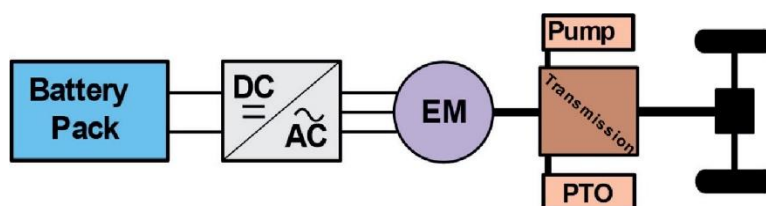


Рис. 1. Повна електрична архітектура машини з електричною трансмісією

Менша кількість рухомих частин, задіяних в електричних машинах, підвищує механічну надійність трансмісії порівняно з ДВЗ. В даний час перетворювачі електроенергії представляють собою добре консолідовану технологію. Якщо температуру правильно контролювати за допомогою належних рішень для охолодження, механізми старіння, пов'язані з тепловими циклами, можна пом'якшити, що призведе до гарної надійності протягом усього терміну служби транспортного засобу.

У паралельному гібридному електричному транспортному засобі потужність, що надходить від ДВС та електричної машини, механічно поєднується, щоб задовольнити потребу в потужності від усіх різних механічних навантажень. Таке архітектурне рішення дозволяє задовольнити той самий попит на пікову потужність традиційної силової установки меншим ДВС. Це називається зменшенням розміру двигуна і особливо корисно, коли середня потреба в потужності постійно нижча, ніж максимальна потужність теплового двигуна. Таким чином, двигуни великого розміру зазвичай працюють далеко від своїх номінальних робочих умов, що призводить до більшої витрати палива. Використовуючи електричну машину, з'єднану з меншим двигуном, можна покрити середню потребу в потужності за допомогою ДВЗ та пікову потужність, яку дає електрична система (рис. 2).

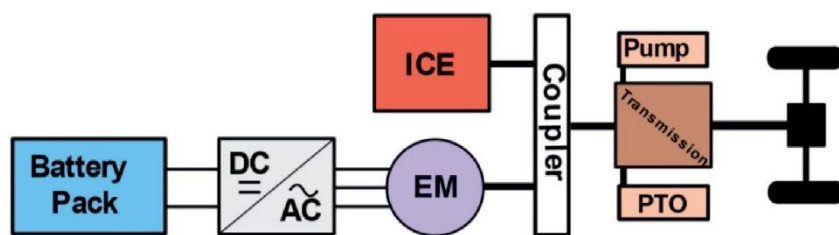


Рис. 2. Паралельна гібридна архітектура машини

Паралельна гібридна топологія підвищує загальну ефективність транспортного засобу, вимагаючи меншої кількості палива на одиницю виконаної роботи]. Крім того, використання ЕМ і швидка реакція електронних блоків дозволяють швидко пристосовуватися до швидких змін зовнішнього механічного навантаження.

Більшість недоліків паралельної гібридної архітектури пов'язані з механічним зв'язком між ДВС і механічними навантаженнями. Послідовна гібридна топологія, показана на рис. 3, вирішує цю проблему, відокремлюючи ДВЗ від трансмісії. Електричний генератор, з'єднаний з ДВЗ, використовується для перетворення механічної енергії в електричну, яка може використовуватися для заряджання акумуляторної батареї та для приведення транспортного засобу в рух за допомогою електродвигуна приєднаного до трансмісії.

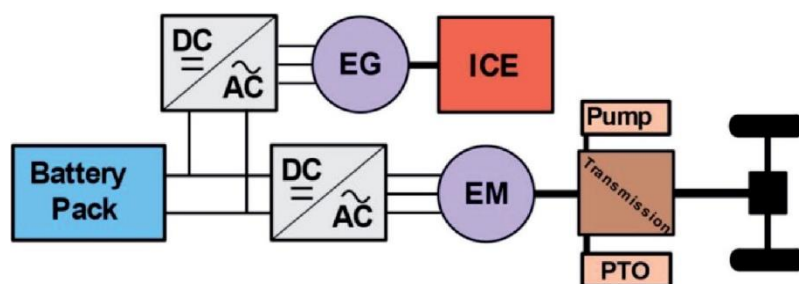


Рис. 3. Послідовна гібридна архітектура машини

Будучи механічно вільним обертатися з власною швидкістю, двигун може видавати потужність у своїх найбільш ефективних робочих точках, більшу

частину часу в умовах стабільного стану. Це дозволяє досягти високого рівня оптимізації витрат палива в залежності від конкретного робочого циклу.

Сьогодні найбільш релевантні виробники екскаваторів пропонують ринку електричні та гібридні рішення як альтернативу традиційним силовим агрегатам, демонструючи зрілість цієї технології в цьому специфічному сегменті. Найпоширенішою архітектурою для цього типу машин є послідовно-паралельна конфігурація (рис. 4).

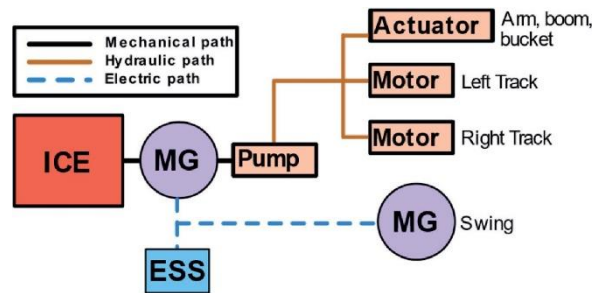


Рис. 4. Загальна гібридна архітектура екскаваторів

ДВЗ поєднується з електродвигуном/генератором, який може подавати/приймати живлення до/від механічного шляху залежно від фактичних робочих умов.

На фермі трактори можна розглядати як багатоцільову машину, здатну тягнути причепи або зовнішнє обладнання (знаряддя) та/або забезпечувати живленням інші машини чи знаряддя, які не мають власного силового агрегату. Процес електрифікації сільського господарства розпочався на початку 2000-х років. Перша офіційна концепція була представлена на виставці Agritechnica у 2009 р. (рис. 5).

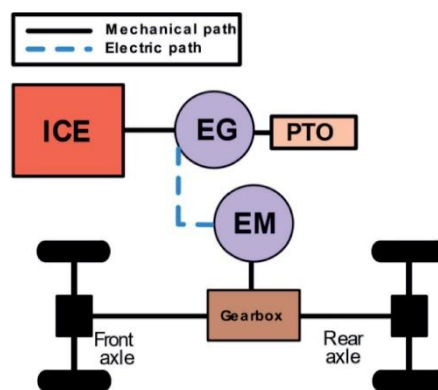


Рис. 5. Гібридна архітектура трактора

Таким чином, потужність, необхідна для руху транспортного засобу та, зрештою, зовнішніх допоміжних пристроїв, завжди надходила від ДВЗ. У цього архітектурного рішення є плюси і мінуси. Серійна конфігурація дозволяє від'єднати ДВЗ від трансмісії, надаючи більшу свободу в управлінні енергією. Крім того, застосування електроприводу, який може працювати також на низьких обертах (до 0) без необхідності зовнішніх редукторів, дозволяє зменшити та спростити загальну компоновку коробки передач.

Список літератури:

1. Mocera Francesco, Soma Aurelio. A Review of Hybrid Electric Architectures in Construction, Handling and Agriculture Machines, 2021. 30 p. <https://doi.org/10.5772/intechopen.99132>.
2. 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.
3. 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.
4. Antoshchenkov, R., Bogdanovich, S., Halych, I., Cherevatenko, H. Determination of dynamic and traction-energy indicators of all-wheel-drive traction-transport machine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2023. 1 (7 (121)), 40–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.270988>.
5. Artiymov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkova, V. Kis, D. Smitskov. Increasing accuracy of measuring functioning parameters of agricultural units. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22. P. 210–215.
7. Antoshchenkov, R., Halych, I., Nikiforov, A., Cherevatenko, H., Chyzhykov, I., Sushko, S., Ponomarenko, N., Diundi, S., Tsebriuk, I. Determining the influence of geometric parameters of the traction-transportation vehicle's frame on its tractive capacity and energy indicators. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022. 2 (7-116), pp. 60-61. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.254688.
8. 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.
9. 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>.
10. 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.

УДК 631.1.65:621.854.7

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ ГВИНТОВИМ ЖИВИЛЬНИКОМ

Сівірін Д.С. студ., Кісь В.М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Досліджено та обґрунтовано удосконалення процесу транспортування мінеральних добрив за допомогою гвинтового живильника. В роботі розглядаються конструктивні та технологічні аспекти оптимізації гвинтового живильника для максимізації продуктивності та надійності транспортування добрив. Зокрема, розглядаються питання вибору оптимальної форми гвинта, регулювання швидкості транспортування та впровадження автоматизованих систем контролю.

Ключові слова: мінеральні добрива, гвинтовий живильник, транспортування, оптимізація, автоматизація, надійність, продуктивність.

Ефективність транспортування мінеральних добрив має велике значення для сучасного сільськогосподарського виробництва. Удосконалення конструкції гвинтового живильника може значно покращити цей процес, забезпечуючи високу продуктивність та зниження витрат.

Проведено дослідження впливу форми гвинта на транспортування мінеральних добрив. Встановлено, що оптимальна форма гвинта залежить від фізико-хімічних властивостей добрив та може бути підібрана для максимізації завантаження та мінімізації втрат.

Розглянуто можливості регулювання швидкості транспортування за допомогою систем управління. Використання електронних систем дозволяє підтримувати оптимальну швидкість в залежності від умов, що сприяє економії енергії та підвищує надійність роботи.

Висвітлено важливість впровадження автоматизованих систем контролю за роботою гвинтового живильника. Моніторинг параметрів та автоматична діагностика можуть покращити попередження поломок та забезпечити безперебійну роботу обладнання.

Висновки:

Удосконалення процесу транспортування мінеральних добрив гвинтовим живильником шляхом оптимізації конструкції та впровадження нових технологій може призвести до значного підвищення продуктивності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Список літератури:

I. Galych, R. Antoshchenkov, V. Antoshchenkov, I. Lukjanov, S. Diundik, O. Kis. Study of the dynamics of the machine-tractor unit with taking into account the influence of the profile of the support surface. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Vol. 1, № 7 (109). 51–62

УДК 631.1.65

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ҐРУНТООБРОБНИХ АГРЕГАТИВ ЗА ДОПОМОГОЮ БАЛАСТУВАННЯ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ

Беззубенко В.І. студ., Галич І.В. к.т.н., доц., Антощенко Р.В., д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

Оптимізація параметрів баластування в сільському господарстві - це процес визначення і встановлення оптимальних значень ваги та розподілу ваги на колесах трактора або іншого ґрунтообробного транспортного засобу. Ця оптимізація спрямована на покращення робочих характеристик машини під час обробки ґрунту [1].

Основні аспекти оптимізації параметрів баластування включають:

Тягові характеристики: Оптимізація баластування дозволяє максимізувати тягові характеристики трактора, забезпечуючи ефективне переміщення по полі та виконання ґрунтообробних операцій з меншими витратами енергії.

Стійкість та безпека: Правильне баластування забезпечує стійкість трактора та попереджає його перекидання. Це особливо важливо на нерівних або укріплених поверхнях.

Маневреність: Вірно підібрані параметри баластування полегшують маневрування та керування трактором, що є важливим при роботі в обмежених умовах або на невеликих полях.

Для проведення оптимізації важливо враховувати різноманітні фактори, такі як тип робіт, тип ґрунту, технічні характеристики самого трактора чи іншого агрегату. Моделі математичного моделювання та експериментальні вимірювання можуть бути використані для знаходження оптимальних значень параметрів баластування в конкретних умовах роботи. Оптимізація параметрів баластування дозволяє максимізувати тягові характеристики трактора. Це сприяє покращенню ефективності виконання сільськогосподарських операцій та зменшенню часу на виконання робіт. Вірно налаштоване баластування підвищує стійкість трактора під час роботи, зменшуючи ймовірність перекидання чи нестабільності на нерівних або укріплених поверхнях та може сприяти зменшенню ущільнення ґрунту, що є важливим для збереження його структури та родючості, зокрема при важливості збереження стану ґрунту.

Список літератури:

1. Галич І.В. Підвищення ефективності експлуатації машинно-тракторних агрегатів зниженням коливань елементів: дис. канд. техн. наук: Х., 2021. 197 с.
2. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Харків: ХНТУСГ, 2017. 244 с.
3. Галич І.В. Підвищення ефективності експлуатації сільськогосподарських агрегатів зниженням коливань його елементів. *Матеріали XXI Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки»*. 2020. С 231-232

УДК 631.1.65

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ МТА ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНИХ СИСТЕМ СТАБІЛІЗАЦІЇ

Вусик А.А. студ., Галич І.В. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Застосування активних систем стабілізації є важливою технологічною інновацією у виробництві та експлуатації різноманітних транспортних та технічних засобів, включаючи машинно-тракторні агрегати з фронтально навішеним устаткуванням. Основні застосування цих систем включають:

Покращення стійкості: активні системи стабілізації можуть автоматично коригувати нахили транспортного засобу на основі даних з датчиків, що сприяє утриманню транспортного засобу у вертикальному положенні навіть на нерівних або укріплених поверхнях [1].

Оптимізація розподілу ваги: системи можуть динамічно розподіляти вагу або застосовувати додатковий баласт в реальному часі, в залежності від умов руху та виконання робіт. Це дозволяє підтримувати оптимальний центр тяжіння.

Зменшення коливань та вібрацій: активні системи можуть регулювати роботу амортизаторів для зменшення коливань та вібрацій, що виникають при русі або роботі на нерівних поверхнях.

Підвищення безпеки та маневреності: додаткові сенсори та системи керування можуть виявляти втрату стійкості та автоматично втручатися для відновлення контролю над транспортним засобом [2].

Управління тяговими характеристиками: системи можуть автоматично регулювати крутний момент на кожному колесі, що допомагає уникнути пробуксовування та покращує тягові характеристики.

Адаптація до різних умов роботи: деякі системи можуть передбачати зміни у середовищі руху та автоматично адаптувати параметри стабілізації для оптимальної реакції на нові умови.

Зменшення енерговитрат: системи можуть допомагати у використанні енергії більш ефективно, зменшуючи витрати на подолання опору і забезпечуючи економію пального.

Використання активних систем стабілізації спрямоване на поліпшення якості та продуктивності роботи машинно-тракторних агрегатів, а також на забезпечення безпеки експлуатації в різних умовах.

Список літератури:

1. Макаренко М.Г., Кулаков Ю.М., Макаренко О.М. Підвищення маневреності комбінованих сільськогосподарських агрегатів використанням інтелектуальної системи адаптивного керування. Вісник ХНТУСГ. Вип. 198. 2019. С 408-417.

2. Мигаль В.Д., Шуляк М.Л., Шевченко І.О. Інтелектуальні системи тракторів і автомобілів, сервісний супровід: підручник. Х: ДБТУ, 2023. 246 с.

УДК 631.1.65

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ "МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ" СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ВАТ "ЕЛЕКТРОМАШИНА"

Майстренко А.О. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Відкрите акціонерне товариство "Електромашина" - одно із найстаріших підприємств машинобудування України. Основною продукцією підприємства являються електричні машини постійного струму.

На підприємстві впроваджено систему управління якістю.

Для визначення ефективності функціонування системи управління якістю ВАТ "Електромашина" було здійснено аудит.

В ході аудиту виявлено наступну невідповідність: в організації не визначені методи отримання та використання інформації стосовно сприйняття замовником рівня задоволення організацією (п. 8.2.3 ДСТУ ISO 9001:2015 [1]). Для визначення причин невідповідності було побудовано діаграму "причина-наслідок".

За допомогою діаграми Паретто (рис. 1) визначено, що найбільш вагомою причиною невідповідності є те що, відповідну методика не впроваджено і не актуалізовано.

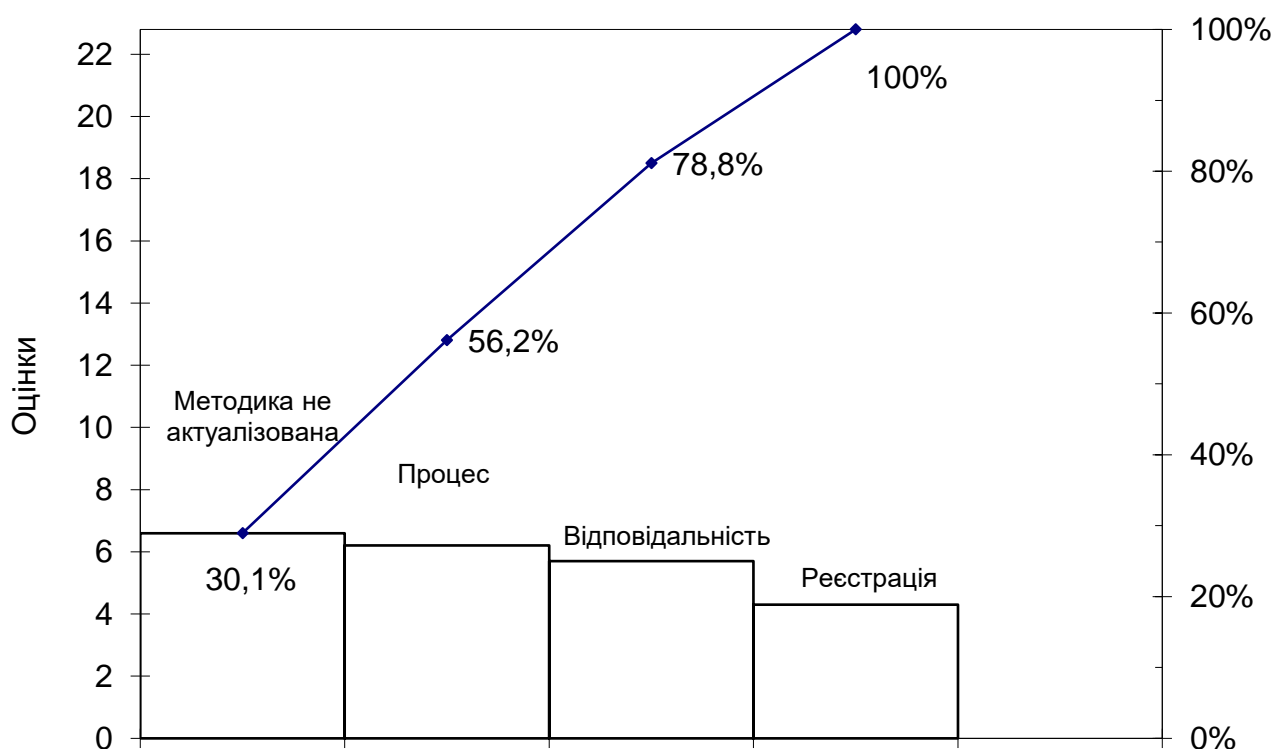


Рисунок 1 – Діаграма Паретто

За результатами аудиту складено звіт, в якому надані рекомендації по

усуненню невідповідності.

Для визначення шляхів вдосконалення СУЯ здійснено маркетингові дослідження діяльності підприємства.

В ході зроблених досліджень інструментів розробки маркетингової стратегії зроблено наступний висновок: найбільш ефективним інструментом є проведення SWOT - аналізу підприємства. Тому згідно висновків проведених досліджень на підприємстві ВАТ "Електромашина" був проведений SWOT - аналіз.

Відповідно до мети досліджень необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести комплексний аналіз положення підприємства на ринку;
- розробити подальшу стратегію розвитку підприємства;
- згідно розробленої стратегії внести зміни в політику і методику процесу «Маркетингові дослідження» та в політику і цілі у сфері якості підприємства.

На підприємстві здійснено даний вид аналізу та за його результатами розроблено матрицю SWOT – аналізу (табл. 1).

Виходячи з проведеного аналізу підприємству рекомендується наступна стратегія проведення заходів по вдосконаленню методів продажів.

Для реалізації стратегії вдосконалення методів продажів у ВАТ «Електромашина» були проведені дослідження використовуваних методів продажів і взаємодії з клієнтами. Результати цих досліджень дали негативний результат. Основним негативним показником є рівень взаємодії підприємства з постійними клієнтами. В ході досліджень визначено, що за два роки підприємство ВАТ "Електромашина" втратило 3,4% постійних клієнтів з різних причин.

Дослідження також показали, що спостерігається наростаюча тенденція втрати постійних клієнтів. Головною причиною втрат є зміна бажань покупців.

Підприємству слід врахувати наступні факти:

- залучення нового клієнта обходиться підприємству в 5 - 7 разів дорожче, ніж утримання існуючого;
- збільшення утримання клієнтів на 5% збільшує прибуток підприємства до 50%.

Саме тому реалізація стратегії вдосконалення методів продажів повинна передбачати конкретно для ВАТ "Електромашина" взаємодію з постійними клієнтами з метою їх утримання.

Для досягнення поставленої мети були зроблені дослідження маркетингових методів, спрямованих на поліпшення взаємодії з постійними клієнтами.

За результатами досліджень для реалізації стратегії удосконалення методів продажів підприємству ВАТ "Електромашина" рекомендовано використовувати колабораційну CRM – систему, як найбільш ефективний метод маркетингу в даних умовах.

Таблиця 1 - Матриця SWOT – аналізу ВАТ "Електромашина"

	Можливості	Загрози
Сильні сторони	1 Поле сили і можливості	2 Сили і загрози
	1 Можливість завоювання нових покупців за рахунок наявної можливості виходу на нові ринки і за рахунок такої сильної сторони, як порівняно низькі ціни. 2 Якість продукції і порівняно низькі ціни з використанням рекламних технологій можуть створити сприятливий образ і тим самим завоювати ринок.	1 Своєчасність постачань матеріалів може бути підірвана зривами постачань. 2 Посилення конкуренції може привести до подальшого зниження цін, що вплине на прибуток.
Слабкі сторони	4 Слабкості і можливості	3 Слабкості і загрози
	1 Вихід на нові ринки приведе до росту прибутковості виробництва, за рахунок залучення нових покупців. 2 Підвищення кваліфікації персоналу можливе за рахунок курсів по підвищенню кваліфікації, підвищення кваліфікації персоналу приведе до налагодженої роботи усіх відділів. 3 Ріст безробіття може сприяти найму більш кваліфікованого персоналу. 4 Привернути нових клієнтів можна за допомогою відкриття власних торгових точок, цьому сприяє наявність порожніх приміщень, придатних для цього. 5 Модернізація продукції допоможе привернути увагу покупців. 6 Налагодити зв'язки з постачальниками можна за рахунок укладення довгострокових договорів. 7 Проведення промо-акцій допоможе швидко підвищити попит на продукцію (доступність цих акцій полягає в їх простоті, так що ВАТ "Електромашина" зможе само їх провести, а витрати складатимуться лише з придбання матеріалів і призів, оплати роботи промютера).	1 При обліку бажань споживачів відсутність реклами не утримає покупців, при зміні їх бажань, оскільки вони просто не будуть інформовані. 2 Посилення конкуренції може ще більше зменшити долю ВАТ "Електромашина" на ринку. 3 Невідповідність показників продукції може збільшити недовіру покупців до марки. 4 Налагоджені зв'язки з постачальниками можуть обірватися, а пошук нових приведе до додаткових витрат. 6 Низький рівень кваліфікації персоналу може привести до розладної роботи підрозділів підприємства.

CRM - системи дозволяють "інтегрувати" клієнта в область інтересів підприємства. При цьому підприємство отримує максимально можливу інформацію про своїх клієнтів і їх потреби і, виходячи з цих даних, будує свою організаційну стратегію, яка торкається виробництва, реклами, продажів і обслуговування.

Згідно розробленої стратегії підприємству рекомендовано внести зміни в політику і методику процесу "Маркетингові дослідження" та в політику в сфері якості підприємства в цілому.

Згідно результатів досліджень вдосконалено діючу політику підприємства в сфері якості, та вдосконалено методику процесу "Маркетингові дослідження".

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. 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.*

УДК 631. 362

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ З РОЗРОБКОЮ ЖИВИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ

Мазунін М.О. студ., Лук'яненко В.М. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Основним джерелом отримання рослинної олії в нашій країні до цих пір є соняшник.

Одним з шляхів збільшення виробництва рослинного олії є використання посівного матеріалу з високими урожайними властивостями.

Технологія підготовки насіння соняшнику для посіву включає попередню, основну і додаткову обробку. Очищення і сортування насіння соняшнику в даний час проводиться на зерноочисних машинах загального призначення, що випускаються промисловістю, з повітряно-решітно-трієрними робочими органами. При цьому доведення насіння до високих посівних кондицій на цих машинах не завжди забезпечується, особливо в тих випадках, коли суміш містить важко віддільні домішки [1].

У зв'язку з цим, було доцільним випробувати на очищенні і сортуванні насіння соняшнику машини, що розділяють насінневі суміші за іншими ознаками подільності.

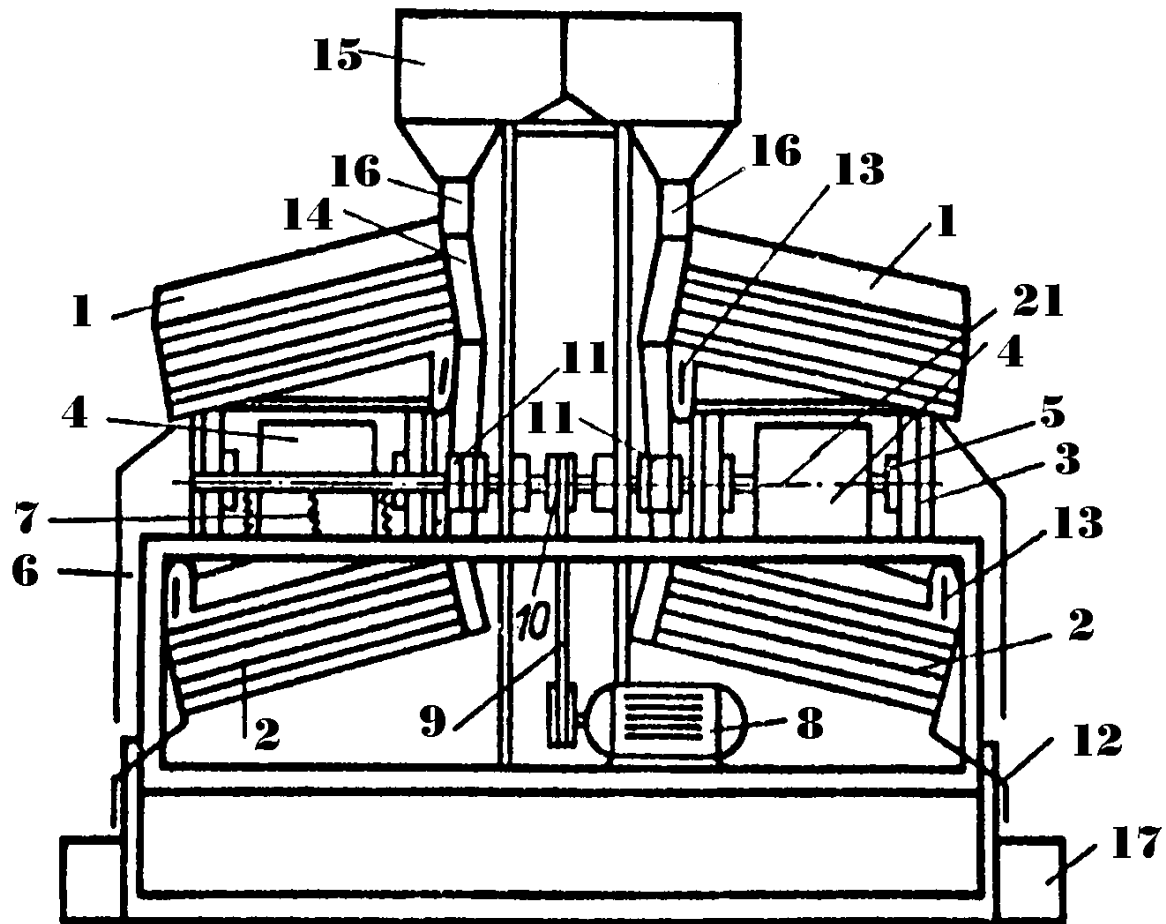
Аналіз досліджень фізико-механічних властивостей насіння соняшнику і його засмічувачів показав, що вони мають відмінності у формі, фрикційних і пружних властивостях.

Аналіз конструкцій вібраційних насінноочисних машин [2], які мають такий робочий орган показав, що всі вони мають недостатню продуктивність.

Найбільш продуктивна вібраційна насінноочисна машина (рис. 1) складається з верхніх 1 і нижніх 2 блоків робочих сепаруючих площин [3 - 4]. Верхні і нижні блоки розміщені на вібростолах 3. Вібростоли встановлені на станині 6 за допомогою пружин стиску 7, розташованих у площині симетрії верхнього і нижнього блоків, яка проходить через центр ваги вібростолів. Вібробуджувачі 4 розташовані таким чином, що вісь їхньої шарнірної підвіски, що збігається з віссю центрального валу, проходить через центр ваги вібростолів. Передача крутного моменту від електродвигуна 8 до вібробуджувачів здійснюється за допомогою клиноремінної передачі 9, проміжної передачі 10 і пружних муфт 11.

Подовжній кут нахилу сепаруючих поверхонь регулюється механізмом 12, поперечний - механізмом 13.

Подача матеріалу на сепаруючі площини здійснюється за допомогою живильних пристроїв 14, з'єднаних із завантажувальним бункером 15 гнучкими патрубками 16. Для збору продуктів поділу призначені приймачі 17.

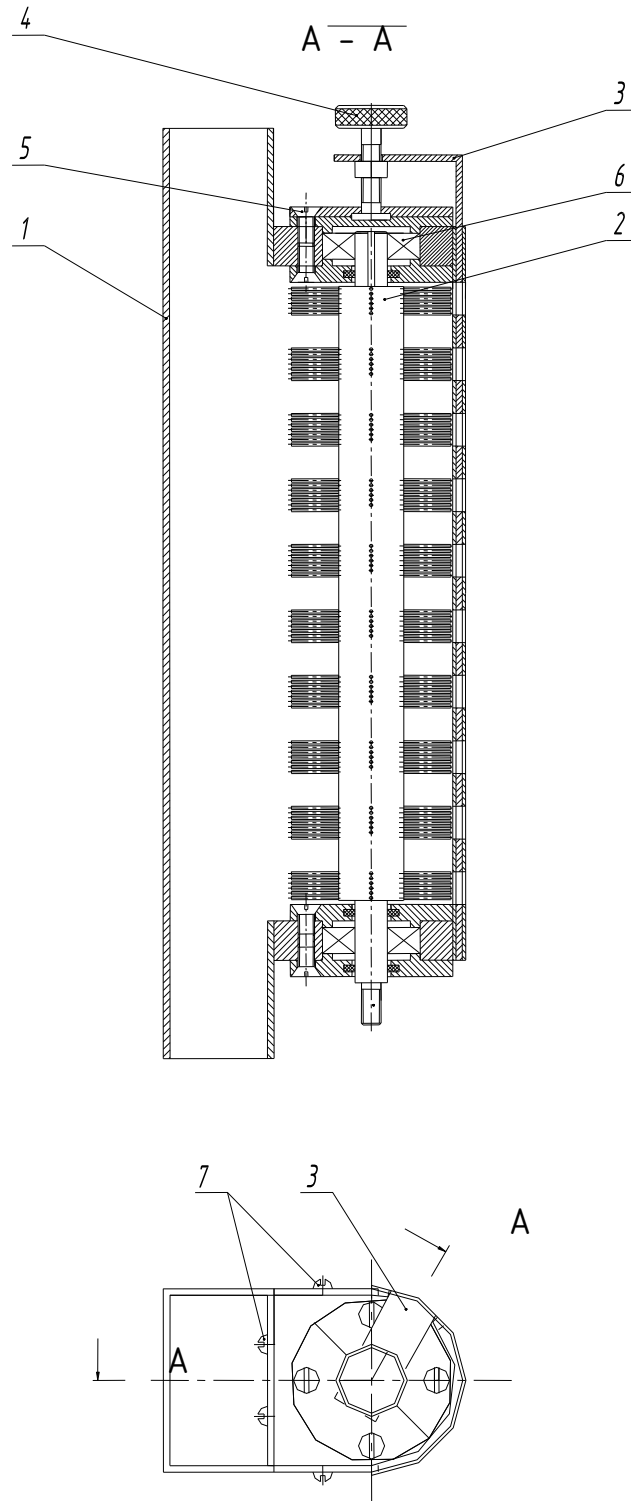


1 – верхні блоки робочих площин; 2 – нижні додаткові блоки робочих площин; 3 – вібростоли; 4 – вібробуджувачі; 5 – шарнірна підвіска; 6 – станина; 7 – пружини стиснення; 8 – електродвигун; 9 – клиноремінна передача; 10 – проміжна передача; 11 – пружні муфти; 12, 13 – механізми регулювання подовжного і поперечного кутів нахилу сепаруючих площин; 14 – живильні пристрої; 15 – завантажувальний бункер; 16 – гнучкі патрубки; 17 – приймачі продуктів розділення.

Рисунок 1 - Конструктивна схема вібраційної насіннеочисної машини з чотирма блоками робочих площин

Істотного підвищення продуктивності і якості вібраційних машин можна досягти за рахунок усунення забивання вихідних отворів живильних пристроїв.

Розроблена конструкція живильного пристрою вібраційної насіннеочисної машини (рис. 2) складається з корпусу 1, який кріпиться до рами площин. В корпусі на двох шарикопідшипниках 6 обертається вал 3, на якому жорстко закріплено крильчатку 2. Крильчатка складається з втулки та еластичного ворсу, який закріплений у втулці за допомогою клею. Заслінка 3 призначена для зміни розміру вихідних отворів живильного пристрою. Змінювання вихідних отворів живильного пристрою здійснюється обертанням гвинта 4. Живильний пристрій кріпиться до рами площин таким чином, щоб вихідні отвори були направлені в сторону верхнього обрізу фрикційних площин. Привід робочого органу здійснюється від електродвигуна постійного струму.



1 – корпус; 2- крильчатка; 3 – заслінка; 4 – гвинт регулювання подачі насіння; 5, 7 – гвинти; 6 – підшипник.

Рисунок 2 - Конструктивна схема живильного пристрою

Технологічний процес живильного пристрою вібраційної насіннеочисної машини є наступним. Насіння в корпус живильного пристрою 1 потрапляє з бункера через гнучкі патрубки і заповнює простір корпусу. Вихідні отвори

живильного пристрою при цьому закриті заслінкою 3. Після запуску основного електродвигуна вібраційної машини заслінкою 3 відкриваємо вихідні отвори і включаємо електродвигун, який обертає крильчатку живильного пристрою 2. Подачу насіння на робочі площини можна змінювати не тільки заслінкою 3, але і частотою обертання крильчатки 2. Привід робочого органу здійснюється від електродвигуна постійного струму через редуктор. Частоту обертання робочого органу регулюємо за рахунок зміни напруги живлення електродвигуна змінним опором.

Насіння бур'янистих рослин і домішки за масою складають не більше 2% від вихідної маси і за своїми фізико-механічними властивостями повинні транспортуватися вібраційними силами в верхні приймачі продуктів розділення.

Насіння ж соняшнику за масою складає до 98% і так як воно має більш круглясту форму і на нього вібраційні сили не мають такої дії, то за рахунок сили тяжіння воно буде скочуватись в нижні приймачі. Тому що, вихідні отвори живильного пристрою направлені в сторону верхнього обрізу робочих площин, то на шляху руху насіння соняшнику буде перешкода (корпус живильного пристрою) і його рух вниз не буде таким стрімким. Це дасть змогу насінню засмічувачів вийти з загального потоку і воно потрапить в характерну для нього фракцію, тобто піде вгору.

Така конструкція живильного пристрою вирішує три важливі питання. По-перше, вона виключає забивання вихідних отворів живильних пристроїв. По-друге, усуває захоплення насінням соняшнику плоских домішок і тим самим підвищує продуктивність машини і якість сепарації. По-третє, не травмує насіння.

Список літератури:

1. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості [Текст]. Введ. 09.09.93.- К.: Держстандарт України, 1994.– 74 с.
2. Заика П.М. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств [Текст] / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев.– М: Колос, 1978.– 287 с.
3. Виброфрикционный сепаратор: а. с. 1532093 СССР: МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, В.М. Лукьяненко, А.В. Богомолов, П.М. Юдицкий (СССР). – № 4380102/30–03; заявл. 22.12.87; опубл. 30.12.89, Бюл. № 48. – 3 с.
4. Виброфрикционный сепаратор: а. с. 1572717 СССР: МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, В.М. Лукьяненко, А.В. Богомолов, А.И. Бортников, В.Д. Шафоростов (СССР). – № 4319915/30–03; заявл. 26.10.87; опубл. 23.06.90, Бюл. № 23. – 4 с.
5. Лук'яненко В.М. Галич І.В., Никифоров А.О. Мехатронна вібраційна насіннеочисна машина / Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. Вип. 156. С. 413-419
6. Лук'яненко В. М., Никифоров А. О., Галич І. В., Лук'яненко О. В., Петрик А. П. Сепарация насінневої суміші сої на мехатронній мультиплощинній вібраційній насіннеочисній машині. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*, Вип. 190 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2018. С. 273-278.

УДК: 631.333

МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Гайдамака В.Є., студ.,
Науковий керівник - доцент Романашенко О.А.

Державний біотехнологічний університет

Анотація: розглядається застосування мехатронних систем для смугового обробітку ґрунту strip-till та доцільність її застосування. Описуються агротехнічні та економічні переваги технології смугового обробітку ґрунту порівняно з іншими технологіями.

Сучасні умови ведення сільського господарства вимагають все більш досконалого обробітку ґрунту при вирощуванні сільгоспкультур, так як обробіток ґрунту – один із базових і найбільш витратних елементів технології вирощування сільськогосподарських культур. Від обраної технології ґрунтообробітку залежать витрати енергії на виконання робіт [1]. Для України, яка імпортує близько 73% нафтопродуктів, зменшення витрат на вирощування агропродукції є важливим чинником підвищення ефективності сільгоспвиробництва.

Смуговий землеобробіток, або strip-till – система раціонального поводження із ґрунтами. Тобто земля ніби й обробляється, і навіть на орну глибину, а то й глибше, але смугами, «зеброю», а не суцільно. Цей спосіб поєднує переваги звичайної оранки, такі як просушування ґрунту й прогрів його на сонці, з можливістю ощадного використання землі завдяки тому, що зачіпається лише та ділянка ґрунту, у якій вкладається насіння [2].

Strip-till — це обробіток лише тієї смужки ґрунту, куди буде виконуватися сівба, завширшки 25—30 см та завглибшки до 32 см, з метою зруйнувати ущільнення ґрунту, створити пухке насінневе ложе та умови для його швидкого прогрівання навесні. Під час такого обробітку можна вносити сухі та/або рідкі мінеральні добрива в кореневій зоні рослини для її живлення з 10-ї по 70-ту добу її життя [3].

Переваги технології strip-till порівняно з іншими технологіями. Смуговий обробіток дозволяє живильним речовинам ґрунту краще адаптуватися до потреб рослин, не торкаючись поверхні ґрунту між рядами. Крім того, коли застосовується рідке добриво, воно може бути внесене безпосередньо в ті рядки, де кладеться насіння, зменшуючи кількість необхідних добрив і підвищуючи ефективність внесення у безпосередній близькості від коренів.

Важливою перевагою цієї технології є те, що разом із розпушуванням одночасно можна вносити добриво під насінням на глибину 20–30 см, або й навіть у двох рівнях, причому це можуть бути різні добрива (рис. 1.) [2]. Завдяки такій агрономічній операції рослина може одержувати підгодівлю тоді, коли це їй особливо необхідно, скажімо, у період активного росту й коли формується урожай. Деякі стрип-тіл-агрегати дають можливість здійснювати мультисівбу, тобто одночасно в одному посіві культивувати два або й більше видів рослин.



Рис. 1. Розпушення ґрунтів смугами у рядках за технологією Strip-till

Залежно від комплектації конструктивна група техніки для розпушування складається з таких елементів: розрізувальні диски, що закладають місце майбутнього рядка; прибиральні диски, що прибирають на обидва боки з майбутнього рядка пожнивні рештки; робочі органи для розпушування, які залежно від глибини розпушування – в середньому від 15 до 30 см – можуть мати різну форму, але відповідно бути тим вужчими, чим на більшу глибину проводитиметься обробка, що перш за все є важливим для попередження утворення у ґрунті ущільнених шарів; формувальні диски, які попереджають розкидання великого об'єму розпушеного ґрунту по міжряддях, утримуючи його і таким чином формуючи рядок; а також елементи для дообробітку, частіше за все прикочувальні котки, які закривають ґрунти та слугують для його зворотного ущільнення та вирівнювання. Варто зауважити, що ширина міжряддя при застосуванні рядкового розпушування не повинна бути меншою за 37,5 см, в іншому випадку пожнивні рештки не будуть концентруватися у міжряддях, а під час руху агрегату потраплятимуть у розташований поряд рядок.

Однією з переваг технології strip-till є ефект швидкого прогрівання ґрунту (рис. 2.). Його температура в обробленій смужці завжди вища на 1—3 °С порівняно з ґрунтом, вкритим пожнивними рештками — а це важливий фактор для швидшого проростання кукурудзи, соняшнику, сої та ін. Порівняно з технологією no-till таке прогрівання створює велику перевагу для забезпечення розвитку кореневої системи на ранній стадії вегетації (хоча вважається, що холодне і сире насінневе ложе – це неминуча розплата за пожнивні рештки, залишені на поверхні) [3].

А порівняно з традиційною технологією (оранкою) ґрунт у зоні розпушення прогривається і «достигає» раніше, а необроблені смужки землі дозволяють трактору з сівалкою раніше зайти в поле для сівби в уже прогріту землю. Така перевага проявляється набагато сильніше і є вирішальним фактором впровадження цієї технології в північних зонах.



Рис. 2. Температура ґрунту та розвиток кореневої системи впродовж сезону

Strip-till знижує випаровування двома шляхами: обмеженням втрат вологи за рахунок випаровування в процесі обробітку ґрунту і обмеженням її втрати від випаровування протягом вегетаційного періоду.

Крім збереження вологи під час обробітку землі strip-till дає змогу краще утримувати вологу протягом усього вегетаційного періоду. Необроблений ґрунт між смугами посіву відіграє важливу роль у зменшенні випаровування. Інфільтрація води strip-till також збільшує коефіцієнт проникнення води в ґрунт, таким чином збільшуючи поглинання вологи під час опадів.

Слід зазначити, що ця технологія значно спрощує управління господарством, адже фермер знає, що за один прохід він створює ідеальні умови для висіву. Всі агротехнічні переваги, що ведуть до підвищення врожаю на додаток до значного скорочення витрат, роблять strip-till новим ефективним підходом у сільськогосподарському виробництві. Сформована смужка обробленого ґрунту інтенсивніше прогрівається і просихає, що дозволяє проводити більш ранній посів. На полях, на яких техніка своєчасно не може зайти із за перезволоження і повільного прогрівання ґрунту, така перевага проявляється набагато сильніше і є вирішальним фактором впровадження цієї технології в північних зонах. Ефективність сільськогосподарського виробництва значно збільшилась, коли було створено нове обладнання для внесення більшості добрив під час обробки або ж сівби. З'явилася можливість обробляти ґрунт, вносити добрива під насіння на різну глибину і проводити сівбу, і все це за один прохід.

Список літератури:

1. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства No-till. Навч. посібник. К.: «Логос». 2011. 352 с.
2. Медведєв В.В. Нульовий обробіток ґрунту в європейських країнах. Харків. ТОВ «ЕДЕНА». 2010. 202 с.
3. Сайко В.Ф., Малієнко А.М. Системи обробітку ґрунту в Україні. К.: ВД «ЕКМО», 2007. 44 с.
4. Антощенко Р. В., Галич І. В., Мікла І. А., Козлов О. С., Сизько А. А. Інтелектуальні інформаційні системи у сільському господарстві. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 199 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2019. С. 205-212.

УДК 504.

БОЙОВІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ ЯК ДЖЕРЕЛО ЗАБРУДНЕННЯ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОВЕДЕННЯ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М.¹, Сукало М.Л. аспірант², Півень Д.А. студентка³, к.т.н., доцент Черепньов І.А.³

¹ ГО «Асоціація фахівців цивільного захисту», м. Київ,

² Національний університет харчових технологій, м. Київ,

³ Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Розглянуто основні напрямки та негативні наслідки впливу компонентів вибухових речовин на ґрунтовий покрив та інші компоненти біосфери, а також оцінки ступеню забруднення та проведення заходів з рекультивації ґрунтового покриву

Винахід пороху, а потім і більш потужних вибухових речовин (ВР) дозволили підвищити ефективність ведення бойових дій, а також проведення будівельних, гірничих та інших робіт. Як зазначено в роботі [1]: Обсяг ринку промислових ВР, за прогнозами, досягне 10,5 млрд. доларів США до 2026 року, після зростання в середньому на 5,8% протягом 2021-2026 років. Не менш широке застосування має вибухівка і у військовій сфері. За даними американських фахівців, за останні 150 років у всьому світі були вироблені мільйони тон нітро ароматичних вибухових речовин для військової діяльності, в результаті чого завдано значної екологічної шкоди навколишньому середовищу. Тільки в США компонентами ВР було забруднено понад 1,2 мільйона тон ґрунту, в інших країнах ці показники аналогічні за масштабами [2]. Небезпечні хімічні речовини, які входять до складу ВР або утворюються в процесі вибуху, можуть потрапляти в ґрунтовий покрив різними шляхами, серед яких основними є наступні [3]:

- об'єкти з виробництва боєприпасів, наприклад, відстійники для стічних вод, фільтрувальні ями;
- пакувальні або складські приміщення;
- об'єкти з видалення та знищення відходів, наприклад, відкриті звалища, вигрібні ями, сміттєспалювальні заводи;
- артилерійські та ракетні полігони;
- зони ураження зброєю.

На думку авторів даних тез слід звернути особливу увагу до характеру забруднення ґрунту саме на полігонах, на території яких впродовж тривалого часу застосовують найрізноманітнішу зброю і широкий спектр уражаючих елементів фугасної і запальної дії. Протягом більш ніж 60 років (1941-2003) Військово-морські сили США використовували острів В'єкес (Пуерто-Ріко) для навчальних артилерійських стрільб та утилізації боєприпасів. В результаті цієї діяльності внаслідок забруднення довкілля токсичними продуктами ВР і важкими металами завдано значної екологічної шкоди ґрунтовому покриву,

грунтовим водам і морським екосистемам [4]. На рис. 1 (а, б) представлені зображення вибухів бомб і боєприпаси, що були залишені на острові В'єкес після закриття військового полігону [5]. На підставі даних, наведених в роботі [5], авторами даних тез складена діаграма представлена на рис.2. На ній представлено порівняльний розподіл ВР різного найменування, які були підірвані на острові В'єкес за період 1947-1999 років.



Рис. 1. Результати впливу: а: вибух бомби; б: боєприпаси, залишені ВМС США

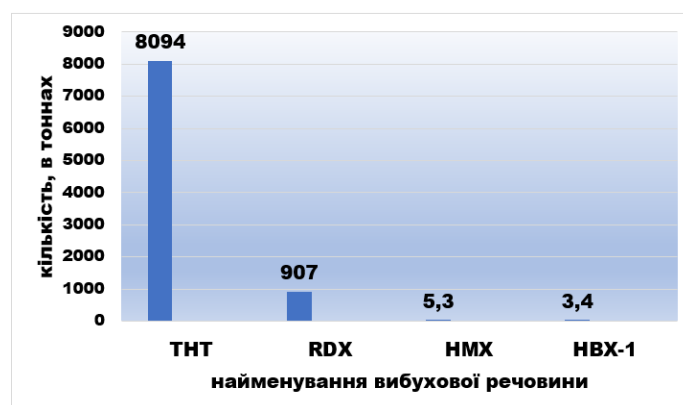


Рис. 2. Порівняльний розподіл ВР різного найменування, які були підірвані на острові В'єкес за період 1947-1999 років (TNT- тринітротолуол, RDX – гексоген, HMX – октоген, HBX-1 різновид бінарних ВР)

В результаті масового забруднення ґрунтового покриву токсичними речовинами, які входять до складу ВР, що наведені на рис. 2, а також ртуті, миш'яку, берилію, стронцію 90, збідненого урану та інших небезпечних речовин на острові В'єкес було відзначено високий рівень онкологічних захворювань в період 1992-1997 років. Ця патологія вразила жінок молодше 50 років та чоловіків (50-64) років, що може співвідноситися з експозицією протягом (1977-1984) років під час інтенсивних та тривалих вибухів боєприпасів. Основним шляхом впливу в обох випадках був пероральний прийом через листя, фрукти і злаки [5].

Як відомо, рослини є хорошими екологічними індикаторами стану ґрунту, в якому вони ростуть, та якості повітря. Стебла або стовбури рослин активно поглинають забруднюючі речовини і їх хімічний склад може бути хорошим індикатором для оцінки ураженості територій, якщо порівнювати його з фоновими значеннями, що були отримані для рослинності незабрудненої території [6]. У таблиці, складеній авторами тез на підставі даних вище цитованої

роботи, представлено середній вміст свинцю (мг/г) в рослинах, обраних в якості тест-систем, які ростуть на території колишньої військової бази підготовки Атлантичного флоту (острів В'єкес) і на материковій частині Пуерто-Ріко (заповідник Гуаніка).

Таблиця 1 - Середній вміст свинцю в рослинах острова В'єкес та заповідника Гуаніка [6].

найменування рослини	panicum maximum		calotropis procera		syringodium filiforme		sporobolus virginicus	
середній вміст свинцю мг / г	13,0	0,1	30,0	1,5	33	5,0	32	0,2

Як видно з таблиці, вміст свинцю в рослинності полігону перевищує аналогічні показники не тільки отримані при дослідженні на материку, а й існуючі в Європі рекомендації з безпеки [6]. Незважаючи на те, що в даний час тринітротолуол (ТНТ) не є найпотужнішою вибухівкою, він продовжує залишатися найбільш широко використовуваною ВР військового призначення. У Канаді, Австралії, ряді країн Східної Європи, Африки та Близького Сходу існують великі території, на яких концентрація ТНТ може досягати 50 г на 1 кг ґрунту, причому найвищі рівні забруднення розташовані безпосередньо на поверхні або поблизу неї [2]. Було виявлено, що ТНТ має мутагенні властивості, є потенційним канцерогеном для людини, а також представляє серйозну загрозу для водних організмів [3]. ВР, як правило, дуже повільно розкладаються в екологічних системах, а тому необхідно використовувати спеціальні технології для прискорення цього процесу. Робота [2] надає огляд можливих методів видалення тротилу із забруднених вод та ґрунтів та, зокрема, його здатності до обробки за допомогою вдосконалених процесів окислення. Більш детально деякі технологічні прийоми щодо рекультивації ґрунтового покриву і підземних вод викладені в роботі [4]. У роботі [7] зазначено, що розробка стратегій відновлення та управління ризиками для цих забруднених ділянок, а також розробка підходів до сталого використання місць активного військового навчання та випробувань зброї вимагають розуміння того, яким чином енергетичні сполуки взаємодіють з навколишнім середовищем. Для розробки плану заходів щодо усунення наслідків забруднення ґрунтового покриву на поверхні і в ґрунті необхідно провести обстеження ураженої ділянки. Дуже часто виконання цього завдання ускладнюється значними розмірами або віддаленістю об'єкта контролю, наявністю мінних полів або нерозірваних боєприпасів або зон, в яких концентрація небезпечних речовин може створити загрозу життю фахівців, що проводять обстеження. В даному випадку доцільно використовувати методи дистанційної міліметрової радіометрії з використанням літаків або БПЛА [8] (див. рис. 3).



Рис. 3. Варіанти встановлення міліметрового радіометра та антен на борту двох надлегких літаків

Список літератури:

1. Industrial Explosives Market – Forecast (2023 - 2028). *IndustryARC*: веб-сайт. URL: <https://www.industryarc.com/Report/18222/industrial-explosives-market-research-analysis-report.html> (дата звернення: 04.11. 2023).

2. Kaidar Ayoub, Eric D van Hullebusch, Michel Cassir, Alain Bermond. Application of advanced oxidation processes for TNT removal: A review. *Journal of Hazardous Material*. 2010. Vol. 178, Issues 1–3. P 10-28. doi: 10.1016/j.jhazmat.2010.02.042.

3. Review Article. Distribution and Fate of Military Explosives and Propellants in Soil: A Review. *Applied and Environmental Soil Science*. 2012. Article ID 617236, 33 p. doi:10.1155/2012/617236.

4. Dann Block. After the Bombs: Remediation of Explosives Contaminated Ecosystems in Vieques. *Student On-Line Journal*. 2003. Vol.8, №.5. P. 1-7. URL: <https://conservancy.umn.edu/bitstream/handle/11299/60235/8.5.Block.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення: 03.11. 2023).

5. Hans Sanderson, Patrik Fausera, Ricky Steven Stauber, Jesper Christensena, Per Løfstrøm, Thomas Beckera. Civilian exposure to munitions-specific carcinogens and resulting cancer risks for civilians on the Puerto Rican island of Vieques following military exercises from 1947 to 1998. *Global Security: Health, Science and Policy*. 2017. Vol. 2, № 1. P. 40–61. doi.org/10.1080/23779497.2017.1369358.

6. Arturo Massol-Deyá, Dustin Pérez, Ernie Pérez, Manuel Berrios, Elba Diaz. Trace elements analysis in forage samples from a US Navy bombing range (Vieques, Puerto Rico). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2005. № 2(2). P. 263–266. doi: 10.3390/ijerph2005020009.

7. Judith C., Pennington James, M. Brannon. Environmental fate of explosives. *Thermochimica Acta*. 2002. Vol. 384, Issues 1–2. P. 163-172. doi: 10.1016/S0040-6031(01)00801-2

8. G. Macelloni, S. Paloscia, P. Pampaloni, E. Santi, M. Tedesco. Microwave radiometric measurements of soil moisture in Italy. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2003. №7(6). P. 937–948.

ВПЛИВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ НА ЖИТТЯ МОЛОДІ УКРАЇНИ

Мезенцева І.О., доцент, Османова О.В., асистент, Мартиненко О.Г., студент
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Анотація. В роботі представлений аналіз впливу соціальних мереж на життя молоді. Аналіз був виконаний на підставі результатів анкетування студентів, які навчаються у НТУ «ХПІ». Були визначені певні проблеми, що виникають у студентів при користуванні соціальними мережами.

Сучасна людина вже майже не уявляє свого життя без соціальних мереж. Останнім часом кількість соціальних мереж збільшилась, як і збільшилась кількість респондентів у них. Велику роль у цьому зіграло певне обмеження у реальному спілкуванні людей через пандемію коронавірусу, а потім – військові дії.

Раніше проводились дослідження щодо безпеки чи небезпеки людини у соціальних мережах [1] та дослідження щодо ролі мобільного зв'язку в житті сучасної людини [2]. Стрімке зростання спілкування у соціальних мережах при використанні мобільного зв'язку спонукало авторів цієї роботи до більш розширеного дослідження. Було проведено анкетування студентів четвертого курсу Навчально-наукового інституту Механічної інженерії і транспорту НТУ «ХПІ» (67 студентів). Аналіз даних був проведений шляхом обробки результатів анкетування, яке було проведено за допомогою додатка Forms сервісу Office 365.

Ще декілька років тому найбільш розповсюдженою соціальною мережею серед молоді була Instagram [1], а вже зараз, як показали дослідження, 100% опитуваних використовують соціальну мережу Telegram. На рисунку 1 показаний розподіл соціальних мереж по їх використанню. Перше місце займає соціальна мережа Telegram, на другому місці за частотою використання Viber, на третьому – Instagram і на четвертому місці – TikTok. На запитання «Яким джерелом саме для отримання новин ви користуєтесь найчастіше?», 79% опитуваних відповіли – Telegram (рисунок 2). При цьому більша кількість респондентів, а саме 58%, не вважають це джерело інформації надійним.

Враховуючи напруження, в якому зараз знаходиться суспільство нашої країни через військові дії, виникає також необхідність оцінити вплив соціальних мереж не тільки на фізичний, а й на емоційний стан молоді. Негативні зміни у своєму організмі від використання гаджетів відмітили 61% опитуваних. На рисунку 3 представлені дані розподілу негативного впливу використання гаджетів на окремі частини тіла людини та психічний стан. Із рисунка видно, що 67% опитуваних вважають, що більш за все від використання гаджетів для спілкування у соціальних мережах потерпають очі, 64% вважають, що негативні зміни торкнуться психічного стану, спини (45%), голови (27%), рук (12%).

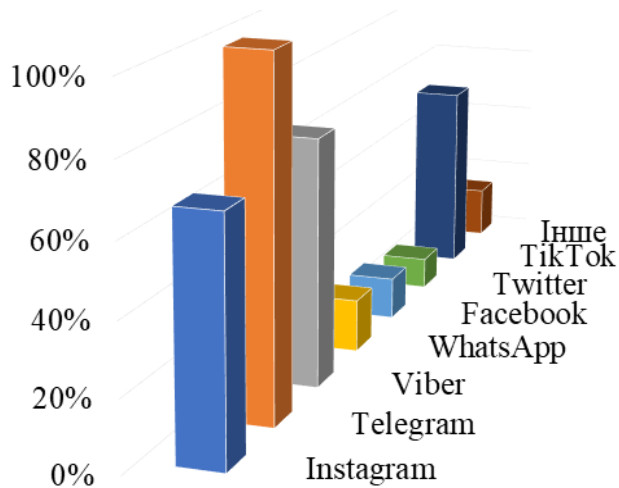


Рисунок 1 – Соціальні мережі, які використовують для спілкування респонденти

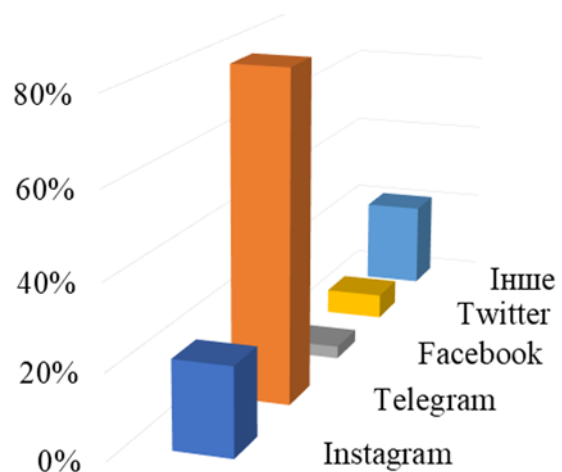


Рисунок 2 – Соціальні мережі, які використовують для отримання новин респонденти

При цьому кількість годин, які студенти проводять за електронними гаджетами невинно зростає, ще у 2018 році дослідження показували, що кількість годин на добу, яку студенти витрачали на користування мобільним телефоном, у 45% опитуваних було 1-3 години [1, 2]. А вже на сьогоднішній час, як показало наше анкетування, 64% респондентів використовують телефон більше 7 годин на добу.

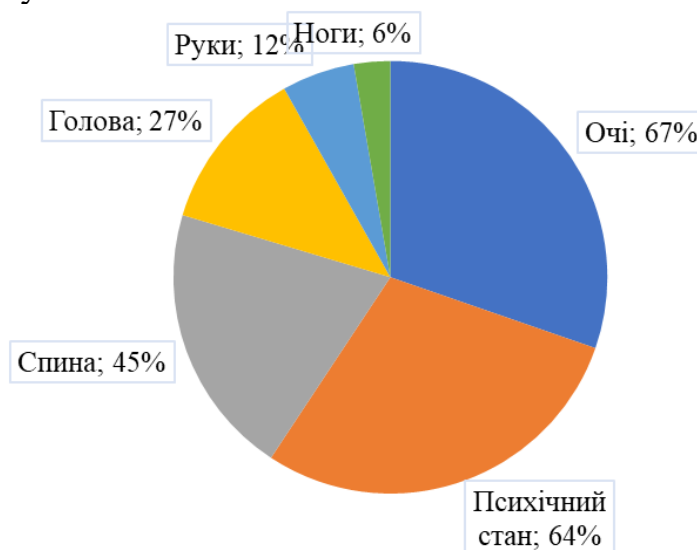


Рисунок 3 – Розподіл негативного впливу від використання гаджетів на окремі частини тіла людини та психічний стан.

Цікавий розподіл відповідей відбувся стосовно того чи мають опитувані залежність від соціальних мереж і чи є в вас знайомі, які мають таку залежність. Свою залежність від гаджетів визнали 54% опитуваних, а 66% відповіли, що мають знайомих, які мають таку залежність.

Вже існуючі дослідження показують, що світ мережевих комунікацій, до яких відносяться і соціальні мережі, за своєю структурою й динамікою суттєво відрізняється від світу реальних взаємодій людей у повсякденному житті [2]. З

одного боку забезпечуються свобода доступу до знань, зв'язків між людьми, накопичення, поширення та збагачення соціального досвіду, а з іншого боку відбувається підміна реального життя віртуальним, набуття залежності від соціальних мереж, а вже, як слідство, неспроможність людей оперувати великою кількістю інформації та проводити самостійний аналіз [1, 3, 4]. Супутніми факторами користувачів гаджетів стає негативний вплив на організм людини, це погіршення зору, захворювання хребта, зниження концентрації уваги, погіршення пам'яті, і навіть психічні розлади.

Наприкінці анкетування опитуваним було запропоновано вказати, які правила безпечного використання гаджетів вони знають. Відповіді студентів містили наступні рекомендації: дозований графік роботи з гаджетами; перерви при тривалій роботі з гаджетами; не вірити інформації, що наведена у соціальних мережах; завжди перевіряти достовірність джерела інформації; не викладати особисту інформацію про себе, своїх рідних, друзів і знайомих в Інтернеті; не класти електронні гаджети поруч із ліжком; не носити телефон в кишені біля пахової області; не користуватися телефоном при ходьбі по вулиці; спілкуватися по гучномовцю; не використовувати гаджет, коли він заряджається; в темний період доби дивитися на екран при включеному освітленні. Ось основні пропозиції, які пропонують використовувати респонденти для зменшення негативного впливу від електронних гаджетів.

Можна зробити висновок, що, нажаль, незалежно від нашого бажання соціальні мережі стали значною частиною життя сучасної людини і у майбутньому їх вплив на людей буде збільшуватися. Для того, щоб знизити небезпечні явища, які можуть виникнути при використанні соціальних мереж, необхідний свідомий розумний і безпечний підхід до їх використання.

Список літератури:

1. Мезенцева І. О. Безпека чи небезпека людини у соціальних мережах / І. О. Мезенцева, І. М. Любченко, О. Є. Дерев'янюк // Безпека людини у сучасних умовах = Human security in modern conditions : зб. тез наук. доп. 10-ї міжнар. наук.-метод. конф. та Міжнар. конф. EAS, 6-7 грудня 2018 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]. – Харків : Панов А. М., 2018. – С. 153-155.

2. Стахов Л. П. Мобільний зв'язок в житті сучасної людини [Електронний ресурс] / Л. П. Стахов, А. В. Слободянюк // Матеріали XLVII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 14-23 березня 2018 р. – Електрон. текст. дані. – 2018. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-hum/all-hum-2018/paper/view/4713>

3. Вплив мобільного зв'язку на організм людини / І. О. Мезенцева, В. В. Горбенко, І. М. Любченко, С. В. Котлярова // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2012. – № 9. – С. 138-141.

4. Рудь В.О. Безпека в соціальних мережах / Актуальні проблеми сучасної науки в дослідженнях молодих учених, курсантів та студентів: тези доп. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Вінниця, 17 травн. 2023 р.).–Вінниця: ХНУВС, 2023.–С. 446-450.

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЗАХОДІВ З ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Д.т.н., с.н.с. Чумаченко С.М.¹, Савченко І.О.¹ аспірант, к.т.н., доцент
Черепньов І.А.², Колокольніков В.О. студент²

¹ГО «Асоціація фахівців цивільного захисту», м. Київ,
Національний університет харчових технологій, м. Київ,
²Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Розглянуто вплив процесів урбанізації на умови життєдіяльності сільського населення України з точки зору вразливості в умовах надзвичайних ситуацій. Проаналізовано досвід деяких скандинавських та інших європейських країн щодо організації цивільного захисту в сільській місцевості.

Починаючи з другої половини ХХ століття в світі різко прискорився процес урбанізації, який проявлявся в зростанні чисельності населення в містах і, відповідно зниження аналогічного показника в сільській місцевості. Аналогічні тенденції спостерігалися і на території України. Протягом приблизно шістдесяти років (1959-2022 рр.) чисельність населення сільських районів зменшилася з 22,4 до 12,7 млн. чоловік і на думку фахівців може в 2030 році скласти всього лише 8 млн. І це при тому, що на сільську місцевість припадає понад 80 % території країни.

Крім того, починаючи з 1991 року постійно погіршувалися медичне обслуговування і торговельне обслуговування. За період з 2000 по 2021 рр. кількість лікарень знизилася в 45 разів, кількість жителів сільської місцевості, які не змогли отримати медичну допомогу та ліки, навпаки зростає вдвічі. Вкрай звузилася мережа торгівлі і одночасно зріс радіус доступу до об'єктів роздрібною торгівлі [1]. А якщо додати до цього незадовільний стан доріг, відсутність більш ніж в половині сіл доступу до ширококутного інтернету, перевантаження стільникових мереж при масовій відправці СМС, то в значній мірі ускладнюється реалізація комплексу заходів щодо цивільного захисту населення від надзвичайних ситуацій (НС) і, перш за все - своєчасного оповіщення [2].

З огляду на вищесказане, на наш погляд доцільно проаналізувати результати дослідження в цій області проведені за кордоном, особливо в Шотландії, в якій щільність населення одна їх найнижчих в Європі, в скандинавських країнах та інших регіонах світу. У Шотландії, починаючи з 1993 року функціонують курси, на яких лікарі загальної практики отримують знання і навички з проведення реанімаційних заходів при проблемах з серцем і травмах, переохолодженнях, а також здійснення медичного сортування постраждалих. Починаючи з 1995 року органи, що здійснюють закупівлі медичних послуг, почали оплачувати курси для лікарів загальної практики в деяких районах, а в 1998 році було поставлено питання про створення преференцій для всіх сільських лікарів [3]. Особливе значення, яке надається навчанню лікарів

правилам медичного сортування уражених і отримання практичного досвіду, що підтверджується і дослідженнями проведеним в Туреччині. Як показали результати вивчення анкет, значна кількість медичних сестер, які проходили навчання в університеті не володіють необхідними знаннями в цій сфері [4]. В Угорщині був розроблений інтенсивний, практично орієнтований курс тривалістю в один тиждень з метою дати молодим лікарям теоретичні та практичні знання, що дозволяють справлятися з гострими і небезпечними для життя захворюваннями і травмами в лікарні і загальній практиці. Цикл теоретичного навчання мав продовження в практичній діяльності у відділенні невідкладної допомоги протягом шести годин [3].

У роботі [5] також наводиться позитивний досвід Швеції, коли співробітники комерційних гірськолижних курортів в гірськолижних зонах надають ефективну першу допомогу при дорожньо-транспортних пригодах поблизу схилів, а мисливці на високому професійному рівні організують і здійснюють пошуки зниклих людей. У цій же роботі запропонована трирівнева система з організації допомоги людям постраждалим від НС. На першому рівні діють особи, для яких це є професійним обов'язком. Як правило, значна частина цього контингенту працівників зосереджена містах і районах, близьких до них. Другий рівень, це так звані «напівпрофесіонали», тобто і оснащені для надання першої допомоги, ті люди, які відповідним чином проінструктовані, навчені, але у яких це не є основною професією. Вони можуть бути використані у всіх типах населених пунктів, але фахівців відповідних для виконання цього завдання досить важко знайти в сільських районах, віддалених від міст. І нарешті третій рівень: це волонтери, серед яких можуть бути члени сільської громади, що живуть по сусідству один від одного, а також інші організовані некомерційні групи.

В Іспанії протягом майже двадцяти років створювалася система поділу провінційних областей на так звані «основні зони охорони здоров'я», які охоплюють населення окремих районів від 5000 до 25000 жителів. Персонал первинної медичної допомоги протягом дня доглядає за власними селами. У вечірній і нічний час у кожному районі виділяється центральне місце для надання допомоги в надзвичайних ситуаціях, де по черзі працюють лікарі загальної практики і медсестри з цього району. [3].

У Німеччині, останнім часом серйозна увага приділяється використанню для оповіщення населення про загрозу виникнення НС нового типу сирен, які отримали неофіційну назву «інтелектуальні» або «розумні». Крім стандартного сигналу передається і аудіо інформація про саму небезпеку і рекомендації до дії. З урахуванням реальної загрози відключення електроенергії, їх оснащують акумуляторами і сонячними батареями [6]. На рис.1 представлена сирена Вопо (ФРН). Вона може бути використана в зовнішніх просторах на промислових об'єктах, на робочих станціях з високим фоновим шумом, на відкритих кар'єрах, в громадських місцях. Ця модель дозволяє транслювати мовну інформацію і сигнали з внутрішньої пам'яті, оповіщення з зовнішнього мікрофона, а також звукові сигнали з різних зовнішніх джерел.



Рис. 1. Інтелектуальна сирена Vono (ФРН).

Незважаючи на активну роботу існують спільні для країн Європи невирішені проблеми [3,5]:

1. Відсутність в окремих країнах у програмі підготовки сільських лікарів загальної практики курсу травматології;
2. Недостатньо тісний контакт з місцевими громадами для збору інформації з метою можливого попередження виникнення НС;
3. Необхідність врахування специфіки місцевих умов при формуванні загальної програми навчання;
4. Необхідність уточнення юридичного статусу і межі повноважень різних непрофесійних груп, яким належить діяти в умовах НС, їх доступ до деяких інформаційних систем та технологій, які зазвичай використовуються організаціями з реагування на надзвичайні ситуації.

Список літератури:

1. Гукалова І. В. Демографічні та соціальні чинники розвитку сільської місцевості в Україні: тенденції змін. *Український географічний журнал*. 2023. № 2(122). С. 35-47. doi.org/10.15407/ugz2023.02.035.

2. Черепньов І.А., Нестеренко С. В., Сліпченко О. В. Шляхи удосконалення процесу оповіщення та інформування населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій. *Метрологічні аспекти прийняття рішень в умовах роботи на техногенно небезпечних об'єктах*: 2020 рік: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. 5 -6 лист. 2020 р. Харків: ХНАДУ, 2020. С. 172-176.

3. J Gillies, C Lionis, J MacDonald, C Laird, J Szabo, B Nunes, L Burriel, H Lund, C Made. Dealing with emergencies in rural areas of Europe: proceedings from WONCA Europe 2000. *Emergency Medicine Journal*. 2001. № 18. P.305-307.

4. Funda Ozpulat, Esmâ Kabasakal. Knowledge Levels of Nursing Students on Disaster Nursing and Their State of Disaster Preparedness. *International Journal of Medical Research & Health Sciences*. 2018, № 7(8). P.165-174.

5. Sofie Pilemalm, Rebecca Stenberg, Tobias Andersson Granberg. Emergency Response in Rural Areas. *International Journal of Information Systems for Crisis Response and Management*. 2013. Vol. 5, Issue: 2. P. 13.

6. Sascha Henninger, Martin Schneider, Arne Leitte. Smart Sirens—Civil Protection in Rural Areas. *Sustainability*. 2022. Vol. 14 (1). P. 1-10. doi.org/10.3390/su14010015.

UDC 654.1: 621.39

EDUCATIONAL COMPONENT AS A WAY OF IMPROVING STATUS OF LABOR SAFETY OF MECHANICAL BUILDING INDUSTRY OF UKRAINE

Vambol S.O., professor, Mezentseva I.O., associate professor, Liu Yujun, master

National Technical University Kharkiv Polytechnic Institute, Kharkiv

Abstract. The research shows that the educational component is one of the areas of safe work in mechanical engineering. The analysis of the educational programs of the master's level in the machine-building industry of Ukraine and the EU countries on the example of Germany is presented. It is proposed to introduce relevant disciplines into educational programs for the formation of culture and occupational safety in specialists.

One of the indicators of the development of the state economy is a developed machine-building industry. It is this branch that includes 27 types of economic activity according to the State Classifier DK 009:2010 "Classification of Types of Economic Activity". In terms of the number of employees, mechanical engineering is one of the largest branches of industry, and therefore one of the first in terms of injury risk [1]. The statistician of the Social Insurance Fund shows that the probability of industrial injuries and occupational diseases is 5-8 times higher than in other industrialized countries of the European Union. Every year, about 50,000 men are injured, of which 1,500 die. In addition, more than 3.5 thousand workers get occupational diseases [2].

Without considering the structure of occupational diseases in this work, the authors paid attention to the main causes of accidents with fatal consequences, placing them according to the level of growth of the contribution to these statistics:

- operation of equipment with a high degree of wear and tear;
- unsatisfactory training of workers on labor safety issues;
- improper monitoring of the state of labor safety at workplaces;
- insufficient provision of workers with personal protective equipment;
- weak implementation of means of collective labor safety.

If the first reason occupies almost 67%, and this problem is solved financially, then the second problem requires time and experience. Therefore, training employees in safe work methods and training personnel of all management levels to make the right decisions regarding improving working conditions at workplaces and reducing potential risks is the main way to improve the state of occupational health and safety in production.

Basic training of specialists has always been and remains the task of higher education. For the machine-building industry, as for all others, the training of specialists is determined by educational and professional training programs and programs of educational disciplines. Institutions of higher education are given the right, in accordance with education standards, to set requirements for the content, scope and level of educational and professional training of students, as well as to determine the list of mandatory general and special competencies of graduates and learning outcomes.

System of professional competences of a bachelor in the specialty "Industrial mechanical engineering" by type of activity provides the ability to take measures to

prevent industrial injuries and occupational diseases, to monitor compliance with the environmental safety of the work performed [3], and the list of competencies of a number of specialties of the mechanical engineering field of the second (master's) level of education of such requirements does not contain. Therefore, in most cases, there are no disciplines that would ensure the formation of relevant knowledge, skills and abilities in masters.

Not only former bachelors of the relevant specialty, but also bachelors and masters of other specialties who started working in the field of mechanical engineering are interested in obtaining a master's level of education. In work [4], it was investigated that among the competencies for technical specialties of the NTU "KhPI" of the second level of education, there are no issues of occupational safety in the professional field, and there are no disciplines in the list of disciplines taught to master's degrees, which would consider issues of labor safety in machine-building production.

Experience of European education (Otto von Guericke German University) shows that at the master's level of education (specialty "Production technology"), issues of occupational safety are considered in a discipline that is included in the six main disciplines [5]. Program of one such major discipline covers five ECTS credits on the main topics: microclimate of production premises, lighting, vibro-acoustic factors, ergonomic requirements, equipment safety. Practical tasks carried out within the framework of these disciplines, namely calculations of ventilation systems, rational lighting of industrial premises, protection against noise and vibrations, etc., are intended to help future specialists create and/or maintain safe working.

Taking into account the European experience, the axiom that education is the key to safe work, it is suggested to pay attention to such a component as Occupational Safety in the master's training system. It is the students' awareness of occupational safety that forms a system of safe attitudes towards production technology and their health and life. These basic elements become the basis for a conscious understanding of improving one's qualifications throughout the work. The same applies to employers and managers of any level.

We propose to change the attitude towards educational programs at the master's level in terms of acquiring knowledge and competence in occupational safety. We believe that this approach will allow specialists to form such concepts as culture and occupational safety in the future.

References

1. Tairova T. M., Romanenko N. V., Slipachuk O. A. Pidvyschennia rezultatyvnosti zakhodiv iz zapobihannia vyrobnychomu travmatyzmu na osnovi modeliuvannia systemy okhorony pratsi v mashynobuduvanni / T. M. Tairova, N. V. Romanenko, O. A. Slipachuk // Problemy okhorony pratsi v Ukraini. – № 36 (4), 2020. – S. 23-29.
2. Suchasnyi stan okhorony pratsi v Ukraini ta za kordonom /<https://zlochiv.net/suchasnyy-stan-okhorony-pratsi-v-ukraini-ta-za-kordonom>
3. Osvitni prohramy : Rekomendatsii do rozroblennia [Tekst] / Uklad. V. P. Holovenkin. – K. : KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2018. – 39 s.
4. Mezentsseva I. O., Kostikov V. H. Pytannia bezpeky pratsi na mahisterskomu rivni osvity u riznykh vyshchykh navchalnykh zakladakh / I. O. Mezentsseva, V. H. Kostikov // Materialy XIII-yi mizhnarodnoi naukovo-metodychnoi konferentsii «Bezpeka liudyny u suchasnykh umovakh». – Kharkiv : NTU «KhPI», 2021. – S. 38-39.
5. <https://www.ovgu.de/unimagdeburg/en/University/Faculties/MB-p-31762.html>.

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТИЧНОЇ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЦИЛІНДРИЧНОГО РЕШЕТА

Коваленко В.В., к.т.н. Богданович С.А.

Державний біотехнологічний університет

Наведено типи руху частки у циліндричному решеті скальператора та визначено критичні швидкості при яких унеможлиблюється процес перемішування зернового вороху

Сепаратори з горизонтальними циліндричними решетами мають ряд переваг перед сепараторами з плоскими коливальними або циліндричними вертикальними решетами. Такі сепаратори простіші, надійніші, мають можливість очищення отворів решіт за допомогою простих і надійних пристроїв.

В таких сепараторах зернова суміш, що підлягає очищенню, подається всередину решета, що обертається, рухається від входу до виходу під дією підпору або невеликого нахилу осі решета. При рухові по решітній поверхні проходова фракція суміші просіюється через його отвори. Сходова фракція переміщується до кінця решета і видаляється.

Розрізняють три можливі види руху зернової суміші по внутрішній поверхні циліндричного решета (рис.1) [1].

Перший вид руху (*кільцевий*) часток можливий при обертанні барабана із частотою, що перевищує деяке значення, що називається критичною частотою. У цьому випадку суміш за рахунок відцентрових сил інерції притискається до решета й обертається разом з ним без відриву від нього (рис.1,а). При цьому суміш не буде переміщатися в осьовому напрямку.

Другий вид руху (*циркуляційний*) здійснюється при частотах обертання близьких, але менших, ніж критична. У цьому випадку частки піднімаються вище горизонтальної осі (рис.1, б), а далі, внаслідок того, що величина відцентрової сили недостатня для втримання їх на поверхні барабана, вони відриваються від нього, летять по параболічній траєкторії й падають. Потім вони знову піднімаються нагору, і, таким чином, цикл руху повторюється.

Третій вид руху (*з обрушенням*) виникає при частоті обертання решета значно меншій, ніж критична.

Для нормальної сегрегації на практиці звичайно використовується циркуляційний рух, тому для одержання цього режиму руху і визначається критична частота обертання решета.

Умова ковзання зернової суміші має вид [2]:

$$\frac{1}{\sin \varphi} > K . \quad (1)$$

де φ - кут тертя; $K = \frac{\omega^2 R}{g}$ - показник інтенсивності кінематичного режиму решета; ω - кутова швидкість обертання решета; R – радіус решета

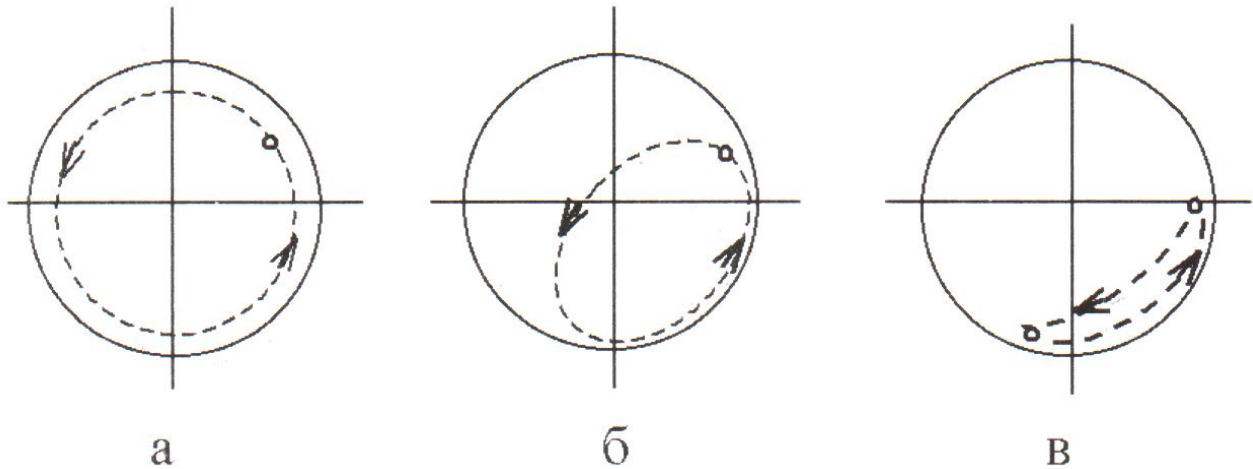


Рис. 1. Види руху сипучого матеріалу в решеті: а - кільцевий рух; б – циркуляційний рух; в- рух з обрушенням

Граничне значення показника інтенсивності кінематичного режиму $K_{зр}$, при якому зерно перебуває у відносному спокої на поверхні решета й рухається разом з ним

$$K_{зр} = \frac{1}{\sin \varphi} \cdot \quad (2)$$

З виразу (2) визначається критична кутова швидкість циліндричного решета, при якій відсутнє ковзання зерна, а відповідно, і просівання проходової фракції утруднене:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{g}{R \cdot \sin \varphi}} \cdot \quad (3)$$

Дійсна кутова швидкість циліндричного решета повинна бути меншою критичної, тобто $\omega < \omega_{кр}$

Звичайно даний режим руху стійко існує при кутових швидкостях обертання барабана $(0,1 \dots 0,6)\omega_{кр}$. Розрахунковим шляхом неважко визначити, що для реального діапазону радіусів циліндричних решіт ($R = 0,5 \dots 1,6$ м) при обробці зернової суміші пшениці ($\varphi = 30^\circ \dots 40^\circ$) діапазон критичних частот обертання становить $n_{кр} = 5 \dots 40$ об/хв.

Список літератури:

1. Шерстюк В.С. Обоснование параметров процесса высева минеральных удобрений распределяюще-дозировочным устройством. Дисс...канд. техн.. наук /В.С. Шерстюк – Харьков. -2005. -178 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння. Кн..3. /П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень/ За редакцією Чорновола М.І. – К. Фенікс, 2007. -432 с.

КРИТЕРІЙ ВИБОРУ І ДОВГОВІЧНІСТЬ ПРИВІДНИХ ВТУЛОЧНО-РОЛИКОВИХ ЛАНЦЮГІВ ВІДКРИТИХ ПЕРЕДАЧ

Кравченко М.І., к.т.н. Богданович С.А.

Державний біотехнологічний університет

Наведено критерій вибору втулково-роликкових ланцюгів відкритих передач і для знаходження можливості розрахунку міцності та довговічності ланцюгів з урахуванням зміни динамічного навантаження в процесі зносу шарнірів.

Для відкритих передач більш прийнятним є вибір ланцюга за критерієм гранично допустимого збільшення кроку з умови відсутності її зістрибування із зірочки. При цьому зміна розмірів елементів шарнірів ланцюга та збільшення динамічності навантаження не повинно порушувати її міцності. Досвід експлуатації таких ланцюгових передач у сільськогосподарських машинах показує, що найбільш слабким елементом ланцюга є валик зовнішньої ланки, що працює на вигин. Так, наприклад, для ланцюгів обраних із запасом міцності по відношенню до руйнівного зусилля рівним 5 ... 6 після роботи передач в межах 50 ... 90 годин наступала дуже специфічна втрата працездатності. На веденій гілці ланцюга утворювались горби внаслідок заклинювання шарнірів, викликаного залишковою деформацією вигину валиків. Ланцюг починав тріщати, а в окремих випадках зіскакувати з веденої зірочки.

Пропонується вибір таких ланцюгів проводити за критерієм, відповідно до якого залишкова деформація вигину зношеного валика не повинна виникати до граничного збільшення кроку ланцюга, при якому ще не відбувається зіскакування ланцюга із зірочки. За цим критерієм номінальний діаметр валика ланцюга повинен бути

$$d \geq d_k + \Delta d \quad (1)$$

де Δd – допустиме зменшення діаметра валика при зносі

$$\Delta d = \frac{\Delta t_1}{2} K_e \quad (2)$$

де Δt_1 – гранично допустиме збільшення кроку ланцюга з умови відсутності зіскакування з зірочки. Відповідно до даних роботи [1].

$$\Delta t_1 = 2,5\psi \frac{t}{z} - \Delta t_n \quad (3)$$

де $\psi = 0,8$ - коефіцієнт запасу, t – крок ланцюга, z – число зубців зірочки, $\Delta t_n = 0,004 \cdot t$ – середня позитивна похибка кроку ланцюга; K_e – коефіцієнт зношування валика.

Критичний діаметр валика d_k з умови міцності на вигин може визначатися за двома схемами навантаження. У закритих передачах з малим ступенем зношування у вигляді малої жорсткості валика порівняно з жорсткістю втулки,

втулка притискається до валика своїми кінцями і навантаження на валик може бути представлена у вигляді двох зосереджених сил, прикладених у цих точках [3]. Ця схема навантаження є більш сприятливою з точки зору міцності.

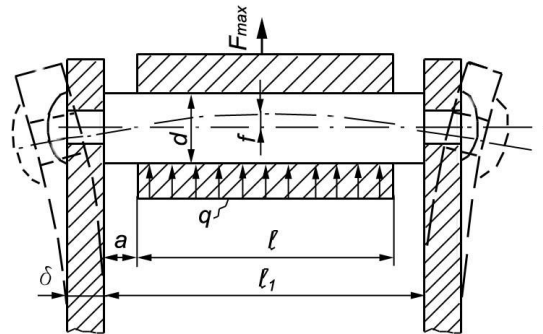


Рис 1. Схема деформації зовнішньої ланки ланцюга

У відкритих передачах у вигляді швидкого приробітку валика та втулки можна вважати, що навантаження рівномірно розподіляється по поверхні валика під втулкою (рис. 1). Така схема навантаження є більш небезпечною, оскільки згинальний момент у небезпечному перерізі 1-1 значно більший. При симетричному розташуванні втулки згинальний момент у небезпечному перетині дорівнюватиме

$$M_{\max} = \frac{1}{8K}(2l_1 - l)F_{\max} \quad (4)$$

де F_{\max} – максимальне зусилля, що діє на ланку ланцюга, K – коефіцієнт, що враховує жорсткість опор: при жорсткому затисканні валика з двох сторін $K=3$, при шарнірних опорах $K=1$. При обчисленні згинального моменту в роботі [2] валик розглядається як балка, розташована на двох шарнірних опорах, що призводить до завищення згинального моменту і критичного діаметра валика, що визначається за формулою

$$d_K = \sqrt[3]{\frac{4F_{\max}(2l_1 - l)}{K \cdot \pi[\sigma_T]}} \quad (5)$$

Для визначення уточненого розрахункового діаметра валика d_p і дійсних напруг вигину з метою перевірного розрахунку міцності та довговічності ланцюга необхідно більш точно визначення впливу таких параметрів як товщина пластин, зазору a між пластинами внутрішньої та зовнішньої ланки, кроку ланцюга, величини навантаження.

Список літератури:

1. Воробьев Н.В. Цепные передачи / Н.В. Воробьев – М. Машиностроение, 1968-252 с.
2. Готовцев А.А. Проектирование цепных передач. Справочник /А.А. Готовцев, Г.Б. Столбин, И.П. Котенок – М.Машиностроение, 1973-384 с.

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ОСЬОВОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЧАСТИНКИ ПО ЦИЛІНДРИЙНІЙ ПОВЕРХНІ РЕШЕТА

Немикін А.В., к.т.н. Богданович С.А.

Державний біотехнологічний університет

Наведено розрахунок для визначення швидкості руху в осьовому напрямі частинки у барабані що обертається, з урахуванням коливального руху.

Швидкість переміщення матеріалу уздовж осі циліндричного решета є одним з основних параметрів, що визначають його продуктивність. Тому задача визначення цієї швидкості є досить важливою. У гвинтових конвеєрах примусове переміщення матеріалу забезпечується його волочінням по дну жолоба стрічкою гвинтової поверхні шнека, що обертається (рис. 1). Величина швидкості осьового переміщення визначається таким чином [1]:

$$V_{ш} = \frac{S \cdot n_{ш}}{60} = \frac{S \cdot \omega_{ш}}{2\pi},$$

де $S_{ш}$ - крок гвинта шнека; $n_{ш}$, $\omega_{ш}$ - відповідно частота й кутова швидкість обертання шнека.

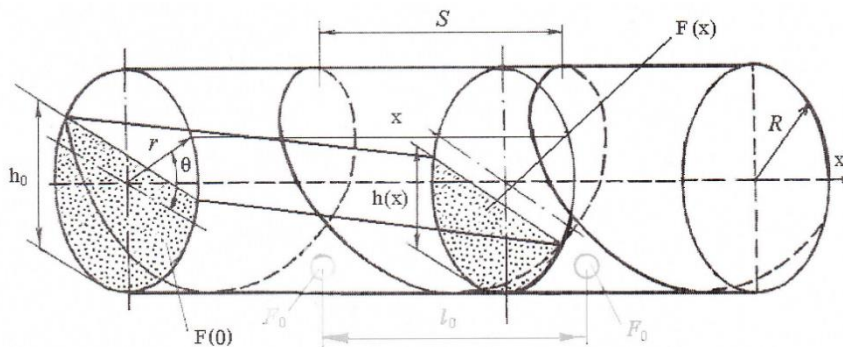


Рис. 1. Схема осьового переміщення матеріалу гвинтовою поверхнею

В циліндричному решеті із внутрішньою гвинтовою поверхнею (спіраллю) відсутній елемент примусового переміщення матеріалу, а відбувається мимовільне його сповзання й скочування. Тому на величину осьової складової швидкості переміщення матеріалу в циліндричному решеті поряд з параметрами гвинта й частотою обертання решета певний вплив мають величина статичного й динамічного коефіцієнтів тертя матеріалу об робочі поверхні циліндра, а також циклічний характер його переміщення.

Для визначення цієї швидкості розглянемо рух матеріального елемента (частинки) в циліндричному решеті (рис. 2) [2].

При обертанні циліндра частинка за рахунок сил зчеплення з поверхнею решета піднімається на якусь висоту й досягає рівня точки В (рис. 2, а, б). При цьому частинка рухається в площині ОАВ, перпендикулярній осі обертання, зі швидкістю, рівною коловій швидкості циліндра, тобто щодо його внутрішньої поверхні частка перебуває в спокої. Досягши рівня точки В, при якому сили тертя, що виникають у результаті притиснення частинки до поверхні циліндра,

урівноважуються тангенціальною складовою сили ваги, частинка зупиняється й починає ковзати. Тертя спокою замінюється тертям руху. Після цього частинка ковзає по циліндричному решету вниз, але вже у вертикальній площині, обумовленою поверхнею гвинта, тобто під кутом $0.5\pi - \alpha$ до осі циліндра (α – кут підйому периферійної гвинтової лінії). При цьому вона переміщається й в осьовому напрямку. Частинка ковзає вниз, а значить і в сторону, протилежну напрямку обертання циліндра доти, поки не зупиниться, тобто швидкість її ковзання не буде рівною нулю.

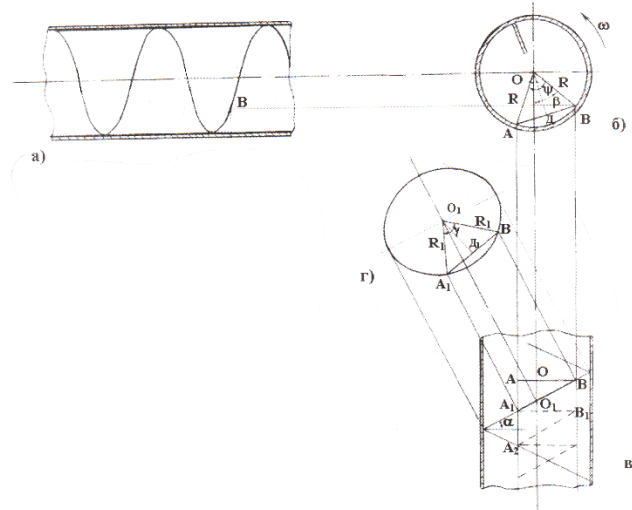


Рис. 2. Схема до визначення закономірностей переміщення частинки в циліндричному решеті із внутрішньою гвинтовою поверхнею

Як тільки частинка зупиниться, виникає тертя спокою і вона знову починає підніматися разом з решетом в площині перпендикулярній до осі обертання. Досягнувши верхнього рівня, починає знову ковзати вниз, але вже у площині під кутом $0,5\pi - \alpha$ до осі циліндра і т.д. Таким чином, частинка мати коливний рух вверх і вниз по решету, переміщуючись при цьому в осьовому напрямі. Переміщення відбувається за один цикл руху, а швидкість, з якою частинка пройде цю відстань і буде її середньою осьовою швидкістю.

Розглянемо більш докладно це переміщення. За один цикл руху з періодом $t_{\text{ц}}$ частинка пройде шлях від А (рис. 2, в) до В і від У до А₁. При цьому вона переміститься в осьовому напрямку на відстань $l = AA_1$, а швидкість осьового переміщення V_{on} можна визначити за формулою:

$$V_{on} = l/t_{\text{ц}}.$$

Із прямокутного трикутника АВА₁, визначимо осьове переміщення частинки

$$l = AA_1 = 2R \sin \frac{\psi}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (1)$$

Час циклу визначається з виразу:

$$t_{\text{ц}} = t_1 + t_2, \quad (2)$$

де t_1 – час, за який частинка пройде шлях l_1 , що дорівнює довжині дуги АВ; t_2 – час, за яке частинка пройде шлях l_2 , що дорівнює довжині дуги ВА₁,

$$t_1 = l_1 / V_1; \quad t_2 = l_2 / V_2, \quad (3)$$

де V_1 - швидкість, з якою частинка проходить відстань l_1 ; V_2 – швидкість із якою частка проходить відстань l_2 ,

$$l_1 = R\psi; \quad l_2 = R_1\gamma, \quad (4)$$

$$V_1 = \omega R; \quad V_2 = \omega_0 R_1, \quad (5)$$

де ω - кутова швидкість обертання циліндра; ω_0 - кутова швидкість скочування частинки при її русі вниз по дузі ВА₁.

З урахуванням (3), (4), (5) час циклу дорівнює:

$$t_{\text{ц}} = \frac{\psi}{\omega} + \frac{\gamma}{\omega_0} = (\omega_0\psi + \omega\gamma) / (\omega \cdot \omega_0), \quad (6)$$

а середня осьова швидкість переміщення

$$V_{mp} = (2R\omega\omega_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \frac{\psi}{2}) / (\omega_0\psi + \omega\gamma). \quad (7)$$

З урахуванням того, що $\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{2\pi R}$, вираз (7) прийме вид:

$$V_{mp} = (S\omega\omega_0 \cdot \sin \frac{\psi}{2}) / \pi(\omega_0\psi + \omega\gamma). \quad (8)$$

У рівнянні (8) керованими величинами є ω й S , а залежними - ω_0, γ, ψ . Тому для його рішення необхідно знати ці величини або взаємозв'язок між ними.

Після перетворень одержуємо:

$$\operatorname{tg}(\psi/2) = \cos \alpha \operatorname{tg}(\psi/2), \quad (9)$$

звідки кут γ дорівнює:

$$\gamma = 2 \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha}. \quad (10)$$

Підставивши (10) в (8) одержимо:

$$V_{mp} = \frac{S\omega\omega_0 \sin(\psi/2)}{\pi \left(\psi + \omega_0 + 2\omega \cdot \operatorname{arctg} \left[\frac{\operatorname{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha} \right] \right)}. \quad (11)$$

Число циклів $m_{\text{ц}}$ коливного руху, що здійснює частинка за один оберт решета:

$$m_{\text{ц}} = t_{1ob} / t_{\text{ц}} = 2\pi\omega_0 / (\omega_0\psi + \omega\gamma), \quad (12)$$

де $t_{1ob} = \frac{2\pi}{\omega}$ - час одного оберту.

З урахуванням (6) кількість циклів за 1 оберт решета визначається таким чином:

$$m_{\psi} = \frac{2\pi \cdot \omega_0}{\omega_0 \psi + 2\omega \cdot \arctg \left[\frac{\operatorname{tg}(\omega/2)}{\cos \alpha} \right]} \quad (13)$$

Відстань, яку пройде частинка в осьовому напрямку за один оберт решета, визначається з виразу:

$$L = V_{mp} \cdot t_{1об} = \frac{2S\omega_0 \sin(\psi/2)}{\psi\omega_0 + 2\omega + \arctg \left[\frac{\operatorname{tg}(\psi/2)}{\cos \alpha} \right]} \quad (14)$$

Список літератури:

1. Ходоров Е.И. Движение материала во вращающихся печах /Е.И.Ходоров – М.: Промстройиздат, 1957. – 64 с..
2. Дацишин О.В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: Навчальний посібник /О.В. Дацишин, А.І. Ткачук, О.В. Гвоздев та ін. – Вінниця: Нова книга, 2008.- 488 с.

•

Секція 5

**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ
ТА ОБЛАДНАННЯ**

УДК: 621.382.2

ЧИСЛОВІ ЕКСПЕРИМЕНТИ З ГЕНЕРАЦІЇ КОЛИВАНЬ СУБМІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ВАРІЗНИМ $VInN$

Стороженко І. П., д.ф.-м.н, професор,
Сіренко П. О., к.фіз.вих

*Державний біотехнологічний університет,
Латвійська академія спортивної освіти, Ріга*

Широке застосування переваг субмм діапазону електромагнітних хвиль для автоматизації процесів в АПВ стримує відсутність дешевих, малогабаритних джерел коливань. Для оптимізації таких приладів запропоновано гідродинамічну модель переносу носіїв заряду у варизонних напівпровідниках. За допомоги цієї моделі отримано та проаналізовано спектри потужності коливань приладів на основі варизонного $VInN$ у порівняння з InN -приладів. Показано, що застосування варизонного напівпровідника дозволяє на частоті 288 ГГц збільшити потужність коливань у 20 разів, а потужність постійного струму зменшити в 2 рази.

Основні напрямки використання субмм діапазону електромагнітних хвиль в АВП відомі та викликають значний інтерес [1–3]. Проблемою є відсутність ефективних активних джерел коливань для цього діапазону. Такі джерела або занадто дорогі для широкого застосування, або великі за розміром. Собівартість експериментальних досліджень є значно. Тому на перші позиції виходять числові експерименти. Одними з напівпровідникових приладів, який здатний генерувати коливання на частоті більше 100 ГГц є прилади, що працюють на ефекті міждолинного переносу електронів [4].

Найбільш точні розрахунки характеристик напівпровідникових приладів оснований на відшуканні функції розподілу електронів і дірок у різних долинах за допомогою розв'язання кінетичного рівняння Больцмана [5]. Для його розв'язання розроблено ряд приближень. Найбільш поширений – це метод Монте-Карло, який навидь для сучасної обчисленої техніці є дуже ресурсоємним [4]. Але на практиці нас цікавлять швидкість, концентрація, середня кінетична енергія носіїв заряду та інші макроскопічні характеристики. Щоб знайти їх достатньо перших членів ряду розкладення функції розподілу в ряд Лежандра [5]. Якщо розсіювання носіїв заряду квазіпружне та ізотропне, то визначення всіх макроскопічних значень величин забезпечується вже першим членом такого ряду. Тоді додаток до рівноважної функції розподілу носіїв буде таким самим, як при використанні зміщеної функції розподілу Максвелла-Больцмана [5]. Цей розподіл справедливий, коли швидкість обміну імпульсом між носіями набагато більша швидкості обміну імпульсом між носіями та розсіюючими центрами. Отже, з урахування цієї особливості застосування розподілу Максвелла-Больцмана дає можливість спростити методіку розв'язання кінетичного рівняння Больцмана та має гарну узгодженість з експериментальними даними та результатами, які отримані методом Монте-Карло [4].

Раніше при розв'язанні кінетичного рівняння Больцмана виключалися силові поля, які впливають на потенціал кристалічних ґрат. У таких напівпровідниках енергетична діаграма просторово однорідна, дно зони провідності і стеля валентної зони паралельні, ширина забороненої зони постійна. Розглянемо напівпровідник, що піддається впливу як зовнішніх, так і внутрішніх силових полів, що спостерігається у варизонних напівпровідниках. Тоді, кінетичне рівняння Больцмана для електронів та дірок має вигляд:

$$\frac{\partial f_e}{\partial t} = \frac{1}{\hbar} \cdot \nabla_{\mathbf{k}} W_e \cdot \left(\frac{\partial f_e}{\partial n} \cdot \nabla n + \frac{\partial f_e}{\partial T_e} \cdot \nabla T_e + \frac{\partial f_e}{\partial m_e} \nabla m_e + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial f_e}{\partial \hbar_{e0i}} \frac{\partial \hbar_{e0i}}{\partial r_i} \mathbf{e}_i \right) - \frac{1}{\hbar} \cdot (\nabla \varphi - \nabla \chi - W_e \cdot \nabla \ln m_e) \cdot \nabla_{\mathbf{k}} f_e + \left(\frac{\partial f_e}{\partial t} \right)_g + \left(\frac{\partial f_e}{\partial t} \right)_s; \quad (1)$$

$$\frac{\partial f_h}{\partial t} = -\frac{1}{\hbar} \cdot \nabla_{\mathbf{k}} W_h \cdot \left(\frac{\partial f_h}{\partial p} \cdot \nabla p + \frac{\partial f_h}{\partial T_h} \cdot \nabla T_h + \frac{\partial f_h}{\partial m_h} \nabla m_h + \sum_{i=1}^3 \frac{\partial f_h}{\partial \hbar_{h0i}} \frac{\partial \hbar_{h0i}}{\partial r_i} \mathbf{e}_i \right) - \frac{1}{\hbar} \cdot (\nabla \varphi - \nabla \chi - \nabla \mathcal{E}_g + W_h \cdot \nabla \ln m_h) \cdot \nabla_{\mathbf{k}} f_e + \left(\frac{\partial f_h}{\partial t} \right)_g + \left(\frac{\partial f_h}{\partial t} \right)_s, \quad (2)$$

де f_e та f_h – функції розподілу електронів та дірок, W_e та W_h їх кінетична енергія, φ – потенціал зовнішніх сил, χ – електронна спорідненість, \mathcal{E}_g – ширина забороненої зони, $\nabla_{\mathbf{k}}$ – оператор Гамільтона в просторі імпульсу, індекси g та s позначають – генерацію та розсіювання носіїв заряду, m_e та m_h – ефективні маси електронів та дірок \hbar_{e0} та \hbar_{h0} – їх середній імпульс.

Отже, будемо вважати що функції розподілу електронів та дірок – зміщені функції розподілу Максвела-Больцмана:

$$f_{e,h}(\mathbf{r}, \mathbf{k}) = \frac{n_{e,h} \hbar^3}{(2\pi m_{e,h} k_B T_{e,h})^{3/2}} \exp \left\{ -\frac{\hbar^2 (\mathbf{k} - \mathbf{k}_{e,h0})^2}{2m_{e,h} k_B T_{e,h}} \right\}. \quad (3)$$

Для випадку, коли долини зони провідності та валентної зони сферично симетричні $W_e = \hbar^2 \mathbf{k}_e^2 / 2m_e$, $W_h = \hbar^2 \mathbf{k}_h^2 / 2m_h$, а також $\hbar^2 \mathbf{k}_{e0}^2 \ll k_B T_e$ та $\hbar^2 \mathbf{k}_{h0}^2 \ll k_B T_h$ можна розкласти $f_e(\mathbf{r}, \mathbf{k})$ та $f_h(\mathbf{r}, \mathbf{k})$ в степеневий ряд по \mathbf{k}_0 :

$$f_{eh}(\mathbf{r}, \mathbf{k}) \approx \frac{\hbar^3 n_{e,h}}{(2\pi m_{eh} k_B T_{eh})^{3/2}} \exp \left\{ -\frac{\hbar^2 \mathbf{k}^2}{2m_{eh} k_B T_{eh}} \right\} \left(1 + \frac{\hbar^2}{m_{eh} k_B T_{eh}} \mathbf{k} \cdot \mathbf{k}_{e0} \right); \quad (4)$$

Усереднення рівнянь (1) та (2) за концентрацією, імпульсом та кінетичною енергією дає рівняння неперервності, струму та балансу енергії:

$$\frac{\partial n_i}{\partial t} = -\frac{\nabla J_{ei}}{q} + \frac{\alpha}{q} J_e + \frac{\beta}{q} J_h + \frac{n_j}{\tau n_{ji}} + \frac{n_l}{\tau n_{li}} - \frac{n_i}{\tau n_{ij}} - \frac{n_i}{\tau n_{il}} + G - R, i = 1,2,3; \quad (5)$$

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\nabla J_h}{q} + \frac{\alpha}{q} J_e + \frac{\beta}{q} J_h + G - R; \quad (6)$$

$$J_{ei} = n_i \mu_i (\nabla \chi_i - \nabla \varphi) - \mu_i k_B (\nabla n_i T_{ei} - 1,5 n_i T_{ei} \nabla \ln m_{ei}), i = 1,2,3; \quad (7)$$

$$J_h = p \mu_h (\nabla \chi - \nabla \varphi + \nabla \varepsilon_g) + \mu_h k_B (\nabla p T_h - 1,5 p T_h \nabla \ln m_h); \quad (8)$$

$$\frac{3}{2} k_B \frac{\partial n_i T_i}{\partial t} = \frac{J_{ei}}{q} (\nabla \chi_i - \nabla \varphi) + \frac{5 k_B}{2 q} (T_0 (\alpha J_e + \beta J_h) - \nabla T_i J_{ei}) + \frac{3}{2} k_B \left(\frac{n_j T_j}{\tau \varepsilon_{ji}} + \frac{n_l T_l}{\tau \varepsilon_{li}} + T_0 (G - R) - \frac{n_i T_i}{\tau \varepsilon_i} \right); \quad (9)$$

$$\frac{3}{2} k_B \frac{\partial p T_h}{\partial t} = -\frac{J_h}{q} (\nabla \chi + \nabla \varepsilon_g + \nabla \varphi) + \frac{5 k_B}{2 q} (T_0 (\alpha J_e + \beta J_h) + \nabla T_h J_h) + \frac{3}{2} k_B \left(T_0 (G - R) - \frac{p T_h}{\tau \varepsilon_h} \right). \quad (10)$$

Тут враховано три нееквівалентні долини зони провідності та одна у валентній зоні. Також для зручності додатним струмом вибрано потік електронів в електричному полі. Загальний струм провідності складається зі струму електронів в трьох нееквівалентних долинах зони провідності та струму дірок. Щоб система (5) – (10) була повною застосовано рівнянням Пуассона:

$$\Delta \varphi = \nabla \varepsilon E = 4\pi q (n - n_d - p + n_a), \quad n = n_1 + n_2 + n_3. \quad (11)$$

Система рівнянь спрощується підстановкою рівняння струму у рівняння неперервності та балансу енергії. В результаті отримуємо систему нестационарних параболічних диференціальних рівнянь в частинних похідних, які апроксимуються різницевиими рівняннями з явною сіткою часу та розв'язуються методом Томсона (метод прогонки).

За допомоги описаної моделі досліджувався процес генерації електричних коливань $n^+ - n - n^+$ -структурою на основі $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ та InN . Варизонний напівпровідник $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ довжиною 0,1 мкм розташовано на початку n -області. Довжина n -області дорівнює 1,0 мкм та концентрація електронів в ній $9 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$. На рис. 1 можна бачити, що генерація коливань в $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ та InN приладах відбувається в субмм діапазону. Прилад на основі InN перевищує за частотою $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ -прилад, но поступається йому у потужності, у тому числі потужності другої гармоніки. Отже, менша частота основної гармоніки $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ -приладу може бути компенсована генерацією другої гармоніки значно більшої частоти та більшої потужності, ніж основна

мода коливань InN-приладу. Дуже корисною рисою варизонних приладів виявилось зменшення майже в двічі потужності постійного струму. Таким чином, отримана модель для дослідження процесу генерації електричних коливань субмм-діапазону на основі варизонних напівпровідників. За її допомоги показано, що застосування варизонного шару $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ у порівнянні з InN-приладом дозволяє в 20 разів підвищити потужність власних коливань, але за рахунок зменшення їх частоти, яка склала 288 ГГц.

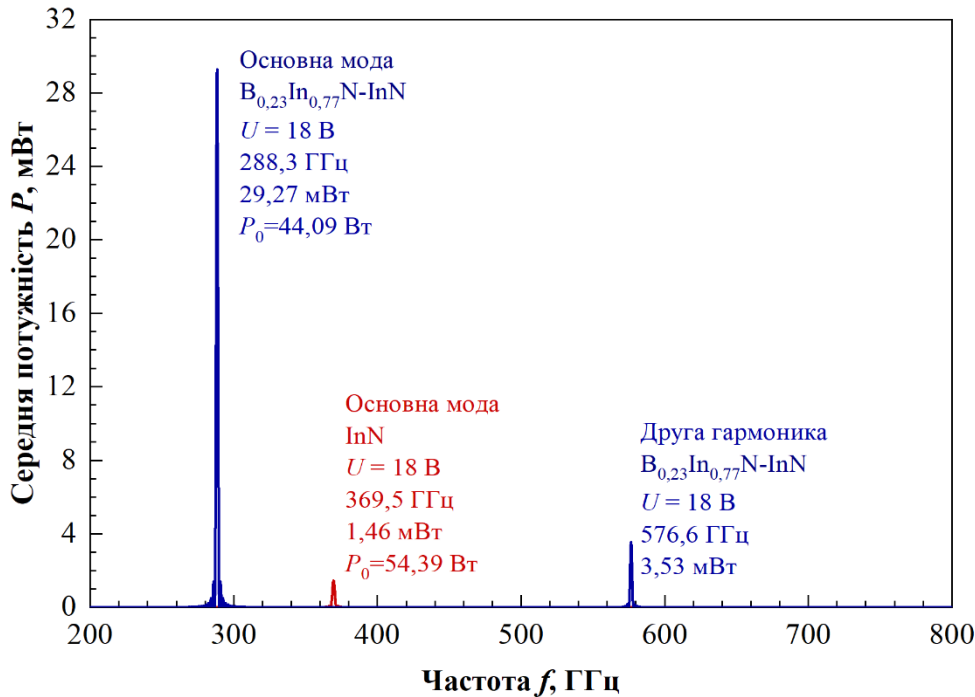


Рис. 1. Середня НВЧ-потужність $B_{0,23}In_{0,77}N-InN$ та InN приладів.

Список літератури:

1. Стороженко І. П. Огляд досягнень в терагерцових комунікаційних системах / І. М. Майборода, І. П. Стороженко, В. П. Бабенко, М. В. Кайдаш // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. –2016, – Т. 1, № 27. – С. 45 – 48
2. Стороженко І. П., Сіренко П. О. Терагерцова спектроскопія харчових продуктів. Всеукраїнська науково-практична конференція «Проблеми енергоефективності та якості в процесах сушіння харчової сировини». 8 червня 2023 р. Держ. біотехнол. ун-т. – Х. : ДБТУ, 2023. – С. 57.
3. P. O. Sirenko, I. P. Storozhenko, J. Zidens, A. Zusa, O. P. Yuzyk, D. Lietuviute, T. V. Kolesnyk, "Functional testing of the lower extremity muscles," *Medicini perspektivi*, Vol. 28, No 2, 2023. – С. 150–163.
4. V. Zozulia, O. Botsula, K. Prykhodko, S. Sanin, G. Katrich and S. Fedosova, "Planar GaAs-InGaAs Heterostructure for Generation in Long Wave Part of Terahertz Range," 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1 – 4.
5. Esther Marley Conwell. High Field Transport in Semiconductors, 1967.

УДК 664.8/9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРИСТОСТІ КРУПИ ГРЕЧАНОЇ ВІД РІЗНИХ ВИРОБНИКІВ

Пак А.В., к.т.н., доцент, Григор'єв А.В., магістр,
Пак А.О., д.т.н., доцент

Українська інженерно-педагогічна академія,
Державний біотехнологічний університет

В дослідженні отримано ізотерми сорбції крупи гречаної від різних виробників: ТМ «Розумний вибір», ТМ «Хуторок», ТМ «Сквирянка», ТМ «Своя лінія», ТМ «Терра». За ізотермами сорбції отримано диференціальні функції розподілу пор за радіусами досліджуваної харчової продукції. Визначені найбільш імовірний та середній радіуси пор для крупи гречаної, співвідношення між якими визначають властивість сировини набухати у змочуючій рідині.

Очевидно здатність харчової сировини та продуктів поглинати або віддавати вологу визначається їх пористістю. Об'єктивною характеристикою пористості є розподіл пор досліджуваних зразків за радіусами.

Визначення диференціальної функції розподілу пор за радіусами в крупі гречаній від різних виробників проводилось за допомогою ізотерм сорбції досліджуваної сировини наступним чином [1, 2]. Тензометричним методом отримувались ізотерми сорбції для круп гречаних від різних виробників: ТМ «Розумний вибір», ТМ «Хуторок», ТМ «Сквирянка», ТМ «Своя лінія», ТМ «Терра». Ізотерми сорбції досліджуваних зразків наведено на рис.1.

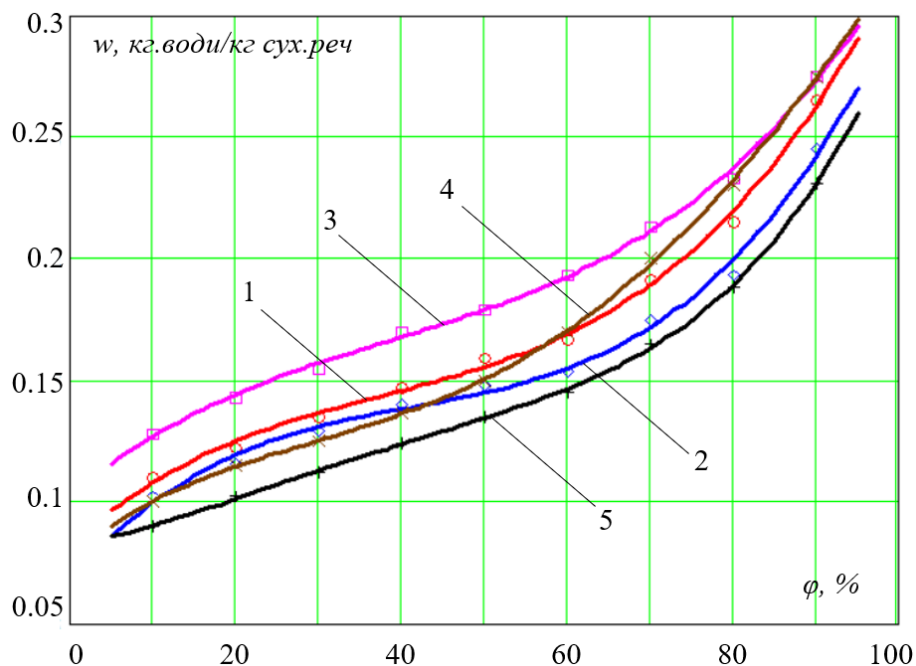


Рис.1. Ізотерми сорбції крупи гречаної від різних виробників:
1 – ТМ «Розумний вибір»; 2 – ТМ «Хуторок»; 3 – ТМ «Сквирянка»,
4 – ТМ «Своя лінія»; 5 – ТМ «Терра»

Апроксимація експериментальних даних проводилась функцією виду [1]:

$$\varphi = \frac{w^{A_3}}{A_1 + A_2 w^{A_3}}, \quad (1)$$

де A_1, A_2, A_3 – апроксимаційні коефіцієнти;

w – вологовміст.

Використання даної апроксимаційної функції дає можливість отримувати таку важливу структурно-фізичну характеристику як диференціальна функція розподілу пор за радіусами $f_n(R^*)$.

Диференціальна функція розподілу пор за радіусами визначається наступним чином:

$$f_n(R^*) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_R R^*} \exp\left(-\frac{(\ln(R^*) - m_R)^2}{2\sigma_R^2}\right), \quad (2)$$

де m_R та σ_R – параметри логарифмічно нормального розподілу;

R^* – безрозмірний радіус пори $R^* = (R - d_0)/d_0$;

R – радіус пори, м;

$d_0 = 0,3 \cdot 10^{-9}$ м – радіус молекули води.

Параметри логарифмічно нормального розподілу розраховуються [1, 2] за формулами:

$$m_R = \left(\frac{A_2}{0,433}\right)^{1,247}, \quad (3)$$

$$\sigma_R = -\frac{\ln(6,12A_1)}{0,625} \left(\frac{A_3 - 0,957}{0,223}\right)^{-0,6}. \quad (4)$$

Функції розподілу пор за радіусами для крупы гречаної від різних виробників, розраховані за ізотермами сорбції даної сировини з використанням формул (1)–(4), представлені на рис.2.

Наведені на рис.2 диференціальні функції розподілу пор за радіусами крупы гречаної від різних виробників для наочності пронормовані на максимальне значення.

За визначеним аналітичним видом функцій розподілу пор за радіусами були визначені середній:

$$\bar{R} = d_0[1 + \exp(m_R + \sigma_R^2/2)] \quad (5)$$

та найбільш ймовірний радіус пор (центр розподілу):

$$R_m = d_0[1 + \exp(m_R - \sigma_R^2)]. \quad (6)$$

Середній та найбільш ймовірний радіус пор розраховані за формулами (5) та (6) наведені в табл.1.

Середній та найбільш імовірний радіус пор крупи гречаної від різних виробників

Виробник	$\bar{R} \cdot 10^7, \text{ м}$	$R_m \cdot 10^{10}, \text{ м}$
ТМ «Розумний вибір»	4.128	10.443
ТМ «Хуторок»	2.331	5.012
ТМ «Сквирянка»	6.291	17.426
ТМ «Своя лінія»	1.469	2.908
ТМ «Терра»	1.017	1.739

Отримані функції розподілу мають схожий характер та близькі положення максимумів відносно осі, на якій відкладено безрозмірний радіус пор, що підтверджують і найбільш імовірні радіуси наведені в таблиці: розкид їх значень знаходиться в межах похибки.

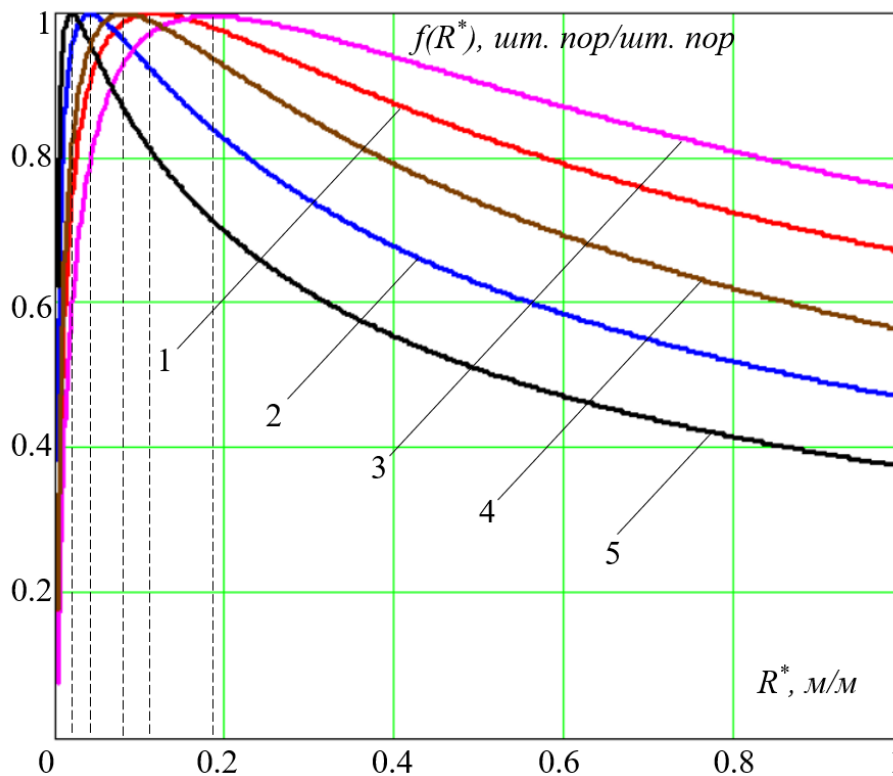


Рис.2. Диференціальні функції розподілу пор за радіусами крупи гречаної від різних виробників: 1 – ТМ «Розумний вибір»; 2 – ТМ «Хуторок»; 3 – ТМ «Сквирянка», 4 – ТМ «Своя лінія»; 5 – ТМ «Терра»

Щодо ширини лінії, то найбільша ширина у функції розподілу пор за радіусами для крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», а найменша – від ТМ «Терра». Внаслідок цього найбільший середній радіус у крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», а найменший – від ТМ «Терра». Крупи гречані від інших виробників займають проміжне положення.

Чим більше відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного має матеріал, тим більше вологи він може поглинути. Значення даних відношень

для досліджуваної сировини, $\cdot 10^{-3}$: ТМ «Розумний вибір» – 2.53, ТМ «Хуторок» – 2.15, ТМ «Сквирянка» – 2.77, ТМ «Своя лінія» – 1.98, ТМ «Терра» – 1.71. Такі значення відношення середнього радіусу пор до найбільш імовірного пояснюють характер поведінки ізотерм сорбції, представлених на рис.1. Ізотерма сорбції для крупи гречаної від ТМ «Сквирянка», яка має найбільше значення відношення середнього радіуса пор до найбільш імовірного, знаходиться вище за інші зразки, а ізотерма для крупи гречаної від ТМ «Терра» – найнижча, оскільки для даного зразка дане відношення найменше.

Наслідком такого перерозподілу є різна властивість крупи гречаної від різних виробників поглинати вологу не тільки із оточуючого газового середовища під час зберігання, а також і властивість набухати у змочуючій рідині перед та в процесі приготування.

Список літератури:

1. Потапов В. О. Структурно-енергетичний метод аналізу ізотерм сорбції-десорбції харчової сировини / В. О. Потапов // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі : Зб. наук. пр. Харків : ХДУХТ, 2005. – Вип.1. – С.313-322.

2. Погожих М. І. Дослідження системної вологи крохмалю зернових культур методом ЕПР / М. І. Погожих, А. О. Пак, А. В. Пак, М. В. Жеребкін // Восточно-европейский журнал передовых технологий, 5/6 (59). Харьков, 2012. – С.62-66.

УДК 577.4

МАТРИЧНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ПОПУЛЯЦІЇ З УРАХУВАННЯМ ВІКОВОЇ СТРУКТУРИ

**Щербань А.Е. здобувач 1-го курсу бакалаврського рівня освіти,
Масленніков Д.І. канд. фіз.-мат. наук, доцент (науковий керівник)**

*HU University of Applied Sciences, Utrecht, Netherlands,
Державний біотехнологічний університет*

Наведено метод опису динаміки розвитку популяції тварин з урахуванням її вікової структури. Використовуються матричні методи дослідження. Знайдено стійкий розподіл популяції по віковій структурі.

Введення

У деяких популяціях врахування вікової структури популяції має істотне значення. Можна виділити кілька стадій розвитку або вікових груп. Вважатимемо, що популяція складається з n вікових груп; спосіб розбиття визначається біологічними особливостями організмів та специфікою задачі. Вікові групи мають різну ймовірність виживання та народжуваності для кожного часового періоду. Один з ранніх варіантів матричної моделі був розроблений Леслі [1] на початку сорокових років минулого сторіччя і поширена багатьма науковцями пізніше, наприклад, [2]. Як детерміністська модель вона передбачає майбутню вікову структуру популяції самиць по відомій структурі в даний момент часу і гіпотетичним коефіцієнтам виживання і плодючості. Популяцію розбивають на $n+1$ вікових груп (тобто $0,1,2,..,n$), причому кожна група складається з особин одного віку, так що сама старша група або група, в якій усі тварини, що доживають до цього віку, вимирають, має вік n . Модель представляється матричним рівнянням:

$$\begin{array}{cccc|c|c}
 f_0 & f_1 & f_2 \dots f_{n-1} & f_n & n_{t,0} & n_{t+1,0} \\
 P_0 & 0 & 0 \dots 0 & 0 & n_{t,1} & n_{t+1,1} \\
 0 & P_1 & 0 \dots 0 & 0 & n_{t,2} & n_{t+1,2} \\
 0 & 0 & P_2 \dots 0 & 0 & n_{t,3} & n_{t+1,3} \\
 \dots & & & & \dots & \dots \\
 \dots & & & & \dots & \dots \\
 0 & 0 & 0 \dots P_{n-1} & 0 & n_{t,n} & n_{t+1,n}
 \end{array} \times =$$
(1)

Згідно з цим рівнянням чисельності тварин вікових класів у момент часу $t+1$ можна отримати, помноживши чисельності вікових класів у момент часу t на матрицю, елементами якої є коефіцієнти плодючості і виживання для кожного вікового класу. Величини f_i ($i=0,1,2,..,n$) представляють число самиць, народжуваних однією самицею i - того вікового класу, а p_i ($i=0,1,2,..,n-1$) - вірогідність того, що самиця i - того вікового класу доживе до віку $i+1$.

Менш очевидне те, що поведінку цієї моделі можна передбачити, аналізуючи деякі формальні властивості матриці [3] в рівнянні

$$A \times a_t = a_{t+1}, \tag{2}$$

де a_t - вектор-стовпець, що представляє вікову структуру популяції у момент t , а a_{t+1} - вектор-стовпець, що представляє вікову структуру у момент $t+1$. По-перше, послідовно помноживши рівняння на матрицю A , легко отримати загальніше рівняння для чисельності вікових класів до моменту часу $t+k$:

$$a_{t+k}=A^k \times a_t. \quad (3)$$

По-друге, оскільки матриця A квадратна з $n+1$ рядками і стовпцями, вона має $n+1$ власних чисел і власних векторів. Елементи A - це позитивні числа або нулі, оскільки ні f_i , ні p_i не можуть набувати негативних значень, в цьому випадку найбільше власне число і усі координати власного вектору, що відповідає йому, також позитивні і мають певний екологічний зміст.

Постановка задачі

Припустимо, існує деяка популяція, в котрій самки поділені на три вікові групи, назвемо їх «молодша», «середня» і «старша». Відомо, що в молодшій групі виживають три самки з п'яти, в середній – три з чотирьох і переходять до наступної вікової групи. Кожна самка середнього віку народжує, в середньому, 10 самок, старшого – 20. В молодшому віці самки не народжують. Вважаємо, що всі числа відносяться до певного часового інтервалу. Початкова популяція складається з однієї самки старшого віку. Знайти: 1) кількість і розподіл даної популяції через один, два, три та чотири часових інтервалу. 2) стійку вікову структуру популяції.

Результати

1. Складемо матричну модель розвитку популяції. Матриця плодючості і виживання має такий вигляд:

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix},$$

початковий вектор:

$$a_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Початкова популяція складається з однієї самиці старшого віку, що показано у векторі-стовпці.

2. Після одного часового інтервалу в популяції буде вже 20 самиць молодшого віку, оскільки

$$a_1 = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (5)$$

Повторне застосування моделі, коли вектор для попередньої популяції множиться на коефіцієнти плодючості і виживання, дає такі результати:

$$a_2 = \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 12 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$\begin{aligned}
 a_3 &= \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ 12 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 120 \\ 0 \\ 9 \end{pmatrix}, \\
 a_4 &= \begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 120 \\ 0 \\ 9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 180 \\ 72 \\ 0 \end{pmatrix}
 \end{aligned} \tag{7}$$

і т.д.

3. Головне власне число знаходиться із рівняння

$$\det(A - \lambda E) = 0,$$

де E – одинична матриця розміру (3×3) .

$$\begin{vmatrix} -\lambda & 10 & 20 \\ 0,6 & -\lambda & 0 \\ 0 & 0,75 & -\lambda \end{vmatrix} = 0, \tag{8}$$

Після розкриття визначника маємо рівняння:

$$\lambda^3 - 6\lambda - 9 = 0.$$

Перший корінь $\lambda = 3$ знаходиться підбором, розділивши вираз $\lambda^3 - 6\lambda - 9$ на $\lambda - 3$, отримаємо квадратне рівняння

$$\lambda^2 + 3\lambda + 3 = 0.$$

Це рівняння не має дійсних розв'язків. Отже, маємо єдине власне число $\lambda = 3$. Головне власне число дає швидкість, з якою зростає розмір популяції, в нашому випадку це 3, тобто за кожен часовий інтервал розмір популяції подвоюється.

Для знаходження власного вектора v , складемо рівняння

$$A \times v = 2 \times v$$

або

$$\begin{pmatrix} 0 & 10 & 20 \\ 0,6 & 0 & 0 \\ 0 & 0,75 & 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = 3 \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix},$$

що дає нам систему рівнянь

$$\begin{cases} 10y + 20z = 3x \\ 0,6x = 3y \\ 0,75y = 3z \end{cases}$$

Перше рівняння можна відкинути, підставив в третє $z=1$ отримаємо $y=4$, $x=20$. Тобто, власний вектор має вигляд:

$$v = \begin{pmatrix} 20 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix} \tag{9}$$

Зміст власного вектора v - стійка вікова структура популяції, причому чисельність вікових класів представлена у вигляді відносних величин. У нашому прикладі цей вектор вказує на те, що між чисельністю тварин молодшого, середнього і старшого вікових класів в популяції, що досягла стійкої вікової структури, є певне співвідношення, яке не залежить від початкового розподілу.

Висновок

У доповіді запропонована формальна задача моделювання чисельності одновидової популяції з віковою структурою, побудованої на підставі лінійної матричної моделі Леслі. Досліджено приклад конкретного розподілу вікової структури популяції. Показано, що розподіл стійкої вікової структури не залежить від початкового розподілу популяції. Дані результати можуть бути використані для прогнозування вікової структури популяцій з поколіннями, що не перекриваються.

Список літератури:

1. Leslie P.H. On the use of matrices in certain population mathematics/ *Biometrika*.– 1945.–V.33, N3.– P.183-212.
2. Ризниченко Г.Ю Математические модели биологических продукционных процессов / Г.Ю. Ризниченко, А.Б Рубин. – М.: изд. МГУ. – 1993.– 301 с.
3. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц. – М.: «Наука». – 1967. – 548 с.

UDC 519.6:001.5

FEATURES OF PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING OF TECHNICAL SYSTEMS IN MODERN CONDITIONS

**Levkin D., Candidate of Engineering Science, Associate Professor;
Peregnyak H., 1-st year student, specialty 275 "Transport technologies"**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Abstract. The paper examines the peculiarities of the application of physical-mathematical modeling methods for solving applied problems of optimizing the parameters of technical systems. This made it possible to propose an effective approach to the optimization of a number of simulated systems.

The rapid development and application of information technologies in all areas of human activity requires the development of new and improvement of already existing methods of mathematical modeling. As shown in the articles [1–3], in order to increase the accuracy, speed of calculation and optimization of the parameters of complex systems, it is necessary to propose generalized approaches for the calculation and optimization of the parameters of a number of simulated systems. This will increase the efficiency of the automation of the design of individual technical systems.

Mathematical models that describe the state of a technical system under the influence of physical field load sources consist of the following structural elements: system limitations, objective function, input and output parameters of the modeled system. Depending on the purpose, mathematical models are divided into calculation and optimization models. Calculated mathematical models are understood as the basic equations that are used to calculate the parameters of technical systems. Optimization mathematical model - formalization of the objective function, restrictions on the objective function and its parameters. Based on the meaningful statement of the optimization problem, an optimization mathematical model with restrictions on the objective function and its parameters is built. These restrictions can be set, for example, based on an expert assessment of the parameters of the technical system. The mathematical model must meet the following requirements: accuracy of the parameters obtained after the implementation of the mathematical model, adequacy of the mathematical model, economic implementation, reliability and universality. Quite often, based on the specifics of the modeled system, depending on the goal of optimization, a more specific optimization mathematical model is specified, which is a partial case of the previously specified optimization mathematical model. In addition, optimization of the values of the objective function and its parameters for the technical system is possible only after the calculation of the values of the objective function, that is, after the implementation of the calculation mathematical model.

The paper examines the peculiarities of the application of physical-mathematical modeling methods for calculating and optimizing the parameters of technical systems, the main requirements for mathematical models are given. This made it possible to note the most problematic places that should be paid attention to during the modernization of physical and mathematical modeling methods in order to increase the accuracy and speed of optimization of the main parameters of technical systems.

References:

1. Asrorov F. Finding of bounded solutions to linear impulsive systems. / Asrorov F., Sobchuk V., Kurylko O. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 6. No. 4 (102): Mathematics and Cybernetics - applied aspects. – Pp. 14–20. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.178635>
2. Fardigola L. Reachability and Controllability Problems for the Heat Equation on a Half-Axis. / L. Fardigola., K. Khalina. // Journal of mathematical physics, analysis, geometry. – 2019. – Vol. 15. №. 1. – Pp. 57–78. <https://doi.org/10.15407/mag15.01.057>
3. Skoblo T.S. Influence of Stresses on Structural Changes in Gray Cast Iron. / Skoblo T.S., Sidashenko O.I., Saichuk O.V., Klochko O.Yu., Levkin D.A. // Materials Science. – 2020. – Vol. 56. No. 3. – Pp. 347–358.
4. <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00436-8>

УДК 631

МОДЕЛЮВАННЯ ЗРОСТАННЯ БІОМАСИ С/Г КУЛЬТУР

**Масленніков Д.І., к. фіз.-мат. н., доцент,
Масленнікова В.В., канд. ек. наук, доцент**

Державний біотехнологічний університет (ДБТУ)

Наведено метод моделювання врожайності с/г культур за допомогою системи диференціальних рівнянь. Враховано швидкість фотосинтезу рослини, залежно від впливу світла, вуглекислого газу, температури та розміру рослини.

Швидкість збільшення біомаси в посівах має велике значення для визначення врожайності фруктів і овочів, і вона безпосередньо залежить від фотосинтезу. Фотосинтез перетворює вуглекислий газ з повітря на сахарозу (СН₂О) у листках рослин. Частина вуглецю в цьому СН₂О поєднується з іншими елементами (N, P, K S, ...) і утримується в рослинній тканині, а частина використовується для забезпечення енергії для синтезу тканини, вивільняючи СО₂ у процесі. Penning de Vries та інші (1989) описують надійну кількісну основу для обчислення швидкості синтезу тканини на основі швидкості фотосинтезу та складу тканини, що синтезується. Було обчислено вагу чистого продукту білка, вуглеводів, ліпідів, лігніну, органічної кислоти або мінералу, якщо 1 г СН₂О використовувався для отримання вуглецю в кінцевому продукті та енергії для синтезу продукту. Таким чином, залежно від складу рослинної тканини, ефективність перетворення, E, може бути обчислена та використана для перетворення швидкості фотосинтезу в швидкість накопичення сухої речовини. Для вегетативної тканини ця ефективність перетворення знаходиться в діапазоні 0,65-0,75 (г тканини)/(г СН₂О).

Дихання - це втрата СО₂ рослинами в процесі росту та підтримки. Дихання росту враховується в ефективності перетворення, описаній вище. Підтримуюче дихання - це втрата СО₂ внаслідок розпаду та повторного синтезу існуючої тканини та залежить від температури. Було отримано формулу підтримку частоти дихання як

$$R_m = k_m e^{0.00693(T-25)} \quad (1)$$

де R_m - підтримуюча швидкість дихання, (г СН₂О)/[(г тканини)·год],

T - температура, °С,

k_m - частота дихання при 25°С, (г СН₂О)/[(г тканини)·год].

Рівняння для швидкості росту біомаси культури має вигляд

$$\frac{dW}{dt} = E(P_g - R_m W) \quad (2)$$

де dW/dt - швидкість росту біомаси культури (г тканини)/(м²·год),

W - загальна суха маса рослини, г/м²,

R_m - опорна швидкість дихання, (г CH_2O)/(г тканини·год),

E - ефективність перетворення CH_2O в рослинну тканину, (г тканини·год)/(г CH_2O),

P_g - загальна швидкість фотосинтезу полога, (г CH_2O)/(м²·год).

Загальна швидкість росту біомаси поділяється на біомасу крони та кореня за допомогою функції $f_c(N)$, або $dW_{\text{с}}/dt = (dW/dt)f_c(N)$, і $dW_r/dt = (1-f_c(N))$.

Цей розподіл нової порослі між пологом і коренем змінюється залежно від стадії розвитку, однак у цьому прикладі ми припустимо, що $f_c(N)$ постійна для всіх N .

Вираз необхідний для прогнозування загальної швидкості фотосинтезу рослини, P_g , залежно від впливу світла, CO_2 , температури та розміру рослини. Існує багато моделей, які описують фотосинтез листя та крони, наприклад, було встановлено рівняння, що адекватно описує швидкість фотосинтезу помідорів. Це рівняння, модифіковане для врахування температурних ефектів, є

$$P_g = D \frac{\tau C p(T)}{K} \ln \left(\frac{\alpha K I_0 + (1-m)\tau C}{\alpha K I_0 e^{-KL} + (1-m)\tau C} \right) \quad (3)$$

де D - коефіцієнт для перетворення розрахунків фотосинтезу з (мкмоль CO_2)/(м²·с) в (г CH_2O)/(м²·год),

τ - провідність листя до CO_2 , (мкмоль CO_2)/((м²·лист)·с),

C - концентрація CO_2 в повітрі, (мкмоль CO_2)/(моль повітря),

$p(T)$ - коефіцієнт зниження фотосинтезу, безрозмірний,

α - ефективність використання світла листя (мкмоль CO_2)/(мкмоль фотонів),

K - безрозмірний коефіцієнт гасіння світла куполи,

I_0 - щільність світлового потоку у верхній частині куполи, (мкмоль фотонів)/((м² землі)·с),

m - коефіцієнт світлопроникності листя без розміру,

L - індекс листової площі крони (м² листя)/(м² землі).

Функція $p(T)$ виражає вплив температури на максимальну швидкість фотосинтезу для одного листка, виражену як квадратне рівняння з T :

$$P(T) = 1 - \left(\frac{\varphi_h - T}{\varphi_h - \varphi_l} \right)^2 \quad (4)$$

де φ_h — температура, при якій фотосинтез листя максимальний, а φ_l — температура, нижче якої фотосинтез листя дорівнює нулю. Погодинні значення I_0 були обчислені як

$$I_0 = I_m \sin(2\pi(t_h - 6)/24) \quad (5)$$

де I_m — максимальна щільність світлового потоку (опівдні), а t_h — сонячний час у годинах.

Це рівняння містить змінні навколишнього середовища (T , C , I_0), різні параметри (τ , a , K , m , D) і площу листа крони, L , яка залежить від часу. Співвідношення площі листа (квадратних метрів площі листа на грам рослини) та питома площа листа (m^2 листка)/(г листка) значно змінюються залежно від умов навколишнього середовища. За низьких температур листа з'являється повільніше, не накопичує суху вагу протягом тривалого періоду росту, але розширюється приблизно до тієї ж кінцевої площі в практичному діапазоні температур. За слабкого освітлення листа, як правило, буде тоншим через нижчу швидкість фотосинтезу на одиницю розвитку. Припущення, що L є функцією N , забезпечує модель, яка імітує спостережувані реакції співвідношення площі листа на світло, температуру та CO_2 . Для зв'язку між площею листа та кількістю вузлів з використанням даних для помідорів, вирощених при двох рівнях CO_2 і трьох температурах було запропоновано таке рівняння:

$$L = \rho \cdot \frac{\delta}{\beta} \cdot \ln(1 + e^{\beta(N-n_b)}) \quad (6)$$

де L - індекс площі листа, (m^2 листа)/(m^2 землі),

ρ - густина рослин, кількість/ m^2 ,

N - номер листа,

і δ , β і n_b є емпіричними коефіцієнтами для пояснювального рівняння.

Таким чином, модель передбачає швидкість появи листа, яка в першу чергу залежить від температури, і розраховує площу листа. Остаточна модель змінної трьох станів може бути виражена як

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= r_m r(T), \\ \frac{dW_c}{dt} &= E(P_g - R_m W) f_c(N), \\ \frac{dW_r}{dt} &= E(P_g - R_m W)(1 - f_c(N)). \end{aligned} \quad (7)$$

В подальшому для розв'язку рівнянь використовується комп'ютерне моделювання. Для цього можна використати певний часовий крок (Δt), наприклад, 1 год, а весь час моделювання узяти наприклад, 80 днів. Для кожної симуляції вхідні дані навколишнього середовища (C , T і I_0) повинні підтримуватися постійними для кожного циклу, а для демонстрації поведінки моделі можна змоделювати декілька комбінацій.

У використанні цієї моделі є обмеження. Вона не враховує старіння чи збирання рослинного матеріалу, а також не розподіляє суху біомасу на різні компоненти рослини, наприклад фрукти. Модель може бути розширена для опису росту плодів та інших органів, створюючи таким чином більше змінних стану, рівнянь і потребу в більшій кількості коефіцієнтів і зв'язків.

Список літератури:

1. Jones, J.W., G. Hoogenboom, C.H. Porter, K.J. Boote, W.D. Batchelor, L.A. Hunt, P.W. Wilkens, U. Singh, A.J. Gijsman, and J.T. Ritchie. 2003. DSSAT Cropping System Model. *European Journal of Agronomy* 18:235-265.
2. Jones, J. W., E. Dayan, L. H. Allen, H. van Keulen, and H. Challa. 1991. A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO). *Trans. ASAE* 34: 663-672.
3. Odum, H. T. 1973 An energy circuit language for ecological and social systems. In *Systems Analysis and Simulation in Ecology*. Vol II B. C. Patten (Ed) New York: Academic Press, pp 140-277.
4. Penning de Vries, F. W. T. 1993. Rice production and climate change. In: *Systems Approaches for Agricultural Development*, F. Penning de Vries, P. Teng, and K. Metselaar (Eds.). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic, pp. 175-189.

UDK 539.3:534.1

MATHEMATICAL MODELING OF NON-STATIONARY VIBRATIONS OF LAMINATED SHELLS WITH A COMPLEX SHAPE AT IMPACT LOADING

**Stanislav Tikhonov, Diana Starykova, Students,
Natalia Smetankina, Doctor of Technical Sciences, Professor,
Ievgeniia Misiura, PhD, Associate Professor,
Kateryna Kren, PhD, Associate Professor**

*Anatolii Pidgorny Institute of Mechanical Engineering Problems of the National
Academy of Sciences of Ukraine, Ukraine*

Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Ukraine

State Biotechnological University, Ukraine

Eötvös Loránd University, Hungary

An analytical method to investigating vibrations of composite shells with a complex shape at impact is offered. The method is based on expanding the sought for functions to trigonometric series. Numerical examples of calculation of shells with different plan form are presented.

Laminated composite structures are advantageous as compared with homogeneous ones. Calculating dynamic response parameters for impact loading is a key effort in analyzing vibrations of composite structures [1–3]. A review of recent studies shows that numerical methods are used widely to analyze laminated structures subjected to impact loads [4]. The analytical solution of these problems is given only for laminated plates and shells with a canonical plan-view shape. This study suggests an analytical method for investigating vibrations of a laminated orthotropic shell with a complex shape under impact loading. Impact loading of the shell is carried out.

The dynamic behaviour of the shells is described by the first-order theory accounting for transverse shear strain, thickness reduction and normal element rotation inertia in each layer. The motion equations are added by the indenter equation of motion and the condition of joint displacement of the indenter and shell. An indenter with a semi-spherical end impacts the outer surface of the shell's first layer. Contact approach is found by solving the Hertzian problem on a ball indentation into an elastic semi-space.

The analytical solution of the problem is derived by the immersion method [5, 6]. According to this method, a complex-shape laminated shell is immersed into an auxiliary enveloping shell with the same composition of layers. An auxiliary shell is one whose contour shape and boundary conditions yield a simple analytical solution. In this case, the auxiliary shell is a simply supported rectangular laminated one, allowing to find the problem solution as trigonometric series. To satisfy actual boundary conditions, the auxiliary shell is subjected over the trace of the initial boundary to additional distributed compensating loads whose intensities must be defined. The compensating loads are found from the system of integral equations which results from the system of actual boundary conditions. The sought-for functions of the problem are expanded into trigonometrical series in domain of the auxiliary shell and along the boundary of the given shell. The system of motion equations of shells is

integrated by expansion into Taylor series. After computing the values of intensities of compensating loads, the required parameters of the shell dynamic response are found.

The method potentialities are demonstrated by calculating stresses in laminated orthotropic shells with different boundary conditions. A good match of results obtained by different methods confirms the feasibility and effectiveness of the method offered. The developed approach can be easily extended to impulse loading and impact applied to different structural elements of complex shape with arbitrary boundary conditions.

References:

1. Malykhina A.I., Merkulov D.O., Postnyi O.V., Smetankina N.V. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series "Mathematical modeling. Information technology. Automated control system"*. 2019. Vol. 41. P. 46–54.
2. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources. In: *2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2020. P. 242–246.
3. 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.
4. 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.
5. Smetankina N., Malykhina A., Merkulov D. Simulating of bird strike on aircraft laminated glazing. *MATEC Web of Conferences*. 2019. Vol. 304. P. 01010-01016.
6. 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*. 2023. Vol. 534. Springer, Cham. P. 233–246.

УДК 539.3

СТІЙКІСТЬ ПОЛОГИХ ОБОЛОНОК ЛІНІЙНО-ЗМІННОЇ ТОВЩИНИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Меркулова А.І., аспірантка

Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України

Досліджено вплив нагріву на несучі конструкції у вигляді пологих оболонок лінійно-змінної товщини. Встановлено нелінійну залежність критичного навантаження від інтенсивності попереднього нагріву для оболонок різної товщини.

Несучі конструкції у вигляді оболонок знаходяться під дією різноманітних силових і температурних полів [1, 2]. Теплові навантаження призводять до появи додаткових деформацій, що може суттєво змінити жорсткість тонких оболонок. Врахування дії температури при дослідженні напружено-деформованого стану (НДС) та стійкості гнучких оболонок дозволяє підвищити достовірність опису деформування конструкції в процесі її експлуатації [3, 4]. Тонкі оболонки сталого товщини при термосилових навантаженнях є більш дослідженими [5]. Для підвищення загальної жорсткості та несучої спроможності застосовуються оболонки змінної товщини [6]. Для оболонок змінної товщини врахування дії температурних полів у геометрично нелінійних задачах стійкості є мало дослідженою проблемою у зв'язку із підвищеною складністю вивчення подібних процесів нелінійного деформування. У роботі на основі розробленої скінченно-елементної методики розглядається термонапружений стан та стійкість оболонок змінної товщини, під дією рівномірно розподіленого тиску.

Досліджуються пологі гладкі сталеві оболонки з різною змінною за меридіаном товщиною, які є жорстко затиснутими вздовж контуру. Відбувається рівномірний за об'ємом нагрів на T градусів, який супроводжується нелінійним деформуванням оболонки та зміною її напруженого стану, що позначається на її формах деформування та втрати стійкості при подальшому силовому навантаженні. Потім оболонка навантажується тиском інтенсивністю q при незмінному температурному полі. Властивості матеріалів є сталими та незалежними від температури, оскільки у розглянутих задачах температура нагрівання знаходилась у допустимих межах.

На першому етапі термосилового навантаження, на якому відбувається нагрів, форма деформування панелей практично не залежить від товщини, як для лінійно-змінної, так і для сталого. На другому етапі нагріву оболонки при навантаженні тиском втрачають стійкість, яка для оболонок різної товщини з різними інтенсивностями попереднього нагріву має свої особливості.

Аналіз впливу зміни товщини оболонок на величину верхнього критичного навантаження показує, що при збільшенні об'єму оболонки величина її критичного навантаження зростає при нагріві і знижується при охолодженні. Можна зробити висновок, що практично для всіх варіантів нагріву для панелей лінійно-змінної товщини це збільшення має лінійний характер, а для панелей сталого товщини – параболічний.

Виявлено нелінійну залежність критичного навантаження від інтенсивності попереднього нагріву для оболонок різної товщини, що пояснюється відповідною еволюцією форм їх деформування та втрати стійкості. Для відносно тонких панелей лінійно-змінної товщини у межах зміни температури попереднього нагріву $+40^{\circ}\text{C}$ характерною є форма втрати стійкості з утворенням кільцевої вм'ятини у середній частині меридіану. При нагріванні на $+100^{\circ}\text{C}$ спостерігається просідання центральної частини панелі. Для охолодженої на -10°C оболонки втрата стійкості відбувається з проклацуванням її центральної частини.

Таким чином, результати досліджень, в яких врахована додаткова дія температурного нагріву, підтверджують більшу ефективність та несучу спроможність панелей лінійно-змінної товщини у порівнянні з панелями сталої товщини.

Список використаних джерел:

1. 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. 2023. Vol. 534. Springer, Cham. P. 233–246.

2. Malykhina A.I., Merkulov D.O., Postnyi O.V., Smetankina N.V. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates. Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series “Mathematical modeling. Information technology. Automated control system”. 2019. Vol. 41. P. 46–54.

3. 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.

4. 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. 2022. Vol. 25. No. 1. P. 14–21.

5. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Modeling of non-stationary temperature fields in multilayer shells with film heat sources. In: 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek). 2020. P. 242–246.

6. Misura S., Smetankina N., Misiura Ie. Optimal design of the cyclically symmetrical structure under static load. Lecture Notes in Networks and Systems. Integrated Computer Technologies in Mechanical Engineering-2020. Springer: Cham, 2021. Vol. 188. P. 256–266.

•

Секція 6

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ
ІНЖЕНЕРІЇ ТА
МАШИНОБУДУВАННІ**

УДК 621.9.027

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

магістрант Є.С. Березний, доцент В.А. Бантковський

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

У процесі експлуатації автомобілів виникає потреба в якісному ремонті з мінімальними витратами часу і ресурсів. Проводиться постійний пошук шляхів зниження витрат на експлуатацію автомобілів за допомогою зниження витрат на купівлю оригінальних запасних частин. Один зі способів зниження витрат на запасні частини - відновлення ресурсовизначальних дорогих деталей автомобілів. У зв'язку з цим триває пошук вибору оптимальних способів відновлення деталей машин, які відповідатимуть економічним і технічним вимогам і у яких ресурс буде не меншим за нову запасну частину.

Нині збільшилася номенклатура марок і моделей автомобілів, що експлуатуються в Україні. На даний момент в Україні, як і в країнах ближнього зарубіжжя, недостатня виробничо-технологічна база, яка могла б забезпечити якісний ремонт автомобілів і агрегатів. Цей призводить до збільшення витрат на технічну експлуатацію техніки, оскільки весь час доводиться власними силами проводити ремонт на застарілому обладнанні, що не відповідає сучасним вимогам, з використанням нових деталей, які не завжди є оригінальними (заводськими). При використанні неоригінальних деталей знижується ресурс агрегатів і автомобіля загалом, що призводить до частих простоїв у ремонті, збільшуючи тим самим собівартість вантажних і пасажирських перевезень.

Відомо, що підвищення ефективності використання автомобілів та утримання їх у працездатному стані вимагає вдосконалення ремонтно-обслуговуючої бази шляхом збільшення потужностей і розвитку мережі спеціалізованих ремонтних підприємств з ремонту як вітчизняних, так і іноземних автомобілів, а також з відновлення їхніх оригінальних ресурсовизначальних деталей [1].

Тому заміна нових деталей на відновлені дасть змогу значною мірою знизити собівартість ремонту машин. Відновлення зношених деталей машин і обладнання - технічно обґрунтований та економічно виправданий захід. Він дає змогу підприємствам, що експлуатують і обслуговують автомобілі, скорочувати час простою на усунення несправностей, підвищувати якість її технічного обслуговування і ремонту, позитивно впливати на поліпшення показників надійності в процесі технічної експлуатації автомобілів. Також обґрунтовується доцільність організації робіт із відновлення та зміцнення деталей зниженням собівартості та підвищенням ресурсу відремонтованих як агрегатів, так і машин загалом за рахунок скорочення витрат на придбання нових запасних частин і скорочення виробничих витрат під час експлуатації машин на підприємствах.

Дослідження вітчизняних вчених щодо стану якості деталей машин дали змогу встановити, що в багатьох випадках частка однойменних деталей, придатних для подальшої експлуатації без ремонту, становить 20-45%; тих, що

підлягають ремонту і відновленню - 40-60%, не придатних для відновлення - 9-20%. Ця статистика характеризує якість базових і корпусних деталей (включно з блоками і головками циліндрів, колінчасті вали, шатуни, корпуси водяних насосів та інші деталі), що свідчить про високу інтенсивність їхньої заміни. З іншого боку, значні обсяги ремонтного фонду деталей містять велику кількість залишкової суспільної праці, нехтувати якою в умовах гострого дефіциту багатьох оригінальних запасних частин вважається недоцільним [2].

Згідно досліджень при відновленні деталей кількість технологічних операцій скорочується в 5-8 разів, а витрата металу і матеріалів у 20-30 разів порівняно з виготовленням нових. Збільшення обсягів відновлення деталей в умовах сьогодення дасть змогу істотно знизити витрати на придбання запасних частин, а отже, і собівартість ремонту машин. Цю стратегію обґрунтовано відсутністю централізованих поставок оригінальних запасних частин, збільшеною кількістю контрафактних деталей машин, відсутністю достатнього фінансування на постачання і купівлю нових деталей, на деякі вартість висока через логістичні проблеми.

Об'єктивною необхідністю організації робіт із відновлення особливо ресурсовизначальних зношених деталей є потреба забезпечення високої якості відремонтованої техніки. Для цього необхідно відновити їхні геометричні параметри із забезпеченням заданого ресурсу. Так, щодо двигунів внутрішнього згоряння - це блоки і головки циліндрів, колінчасті та розподільні вали, шатуни. Щодо шасі - несучі елементи, корпуси трансмісії, деталі ходової частини. За деталями машин, що працюють під час гідроабразивного зношування, - золотники, корпуси золотників, плунжери тощо. Під час ремонту та відновлення деталей може здійснюватися їх модернізація: поліпшуватися геометрія посадкових і сполучуваних деталей; підвищуватися твердість і зносостійкість робочих поверхонь шляхом наплавлення, напилення, нанесення гальванічних, полімерних покриттів, що дасть змогу досягати не тільки вихідного ресурсу деталей, а й перевищувати його [3].

Введення цієї умови необхідне для того, щоб у виробництво впровадити технологічні процеси, які не забезпечують відновлення заданих ресурсів. Наприклад, коефіцієнт ресурсу гільзи має бути встановлений не менше 0,67. Було прийнято, що у складі відремонтованих машин і механізмів можуть одночасно бути присутніми нові, відновлені і частково зношені деталі, але придатні до подальшої експлуатації. Точність роботи механізмів таких машин визначають допусками на розміри, форми, взаємні розташування поверхонь нових, відновлених деталей і допустимим зносом для деталей, що були в експлуатації, але придатних для подальшої роботи. Довговічність же регламентують переважно довговічністю відновлених деталей, сполучень і залишковими ресурсами складових частин, що були в експлуатації. Отже, міжремонтні терміни, норми витрати змінних деталей у процесі експлуатації змінюються. Так, наприклад, аналіз зміни ресурсу гільз циліндрів, поршнів, поршневих пальців, шестерень коробок передач тракторів показав, що ресурси деталей двигуна і трансмісії за нормативного терміну служби машини скорочуються більш ніж утричі. Також змінюється і витрата деталей на ремонт, і технічне обслуговування.

Зазвичай витрата ресурсу деталей на початку експлуатації відносно невелика, але в міру збільшення напрацювання вона зростає, перевищуючи початкове значення в кілька разів [4]. У результаті досліджень було з'ясовано, що під час зміни деталей у процесі експлуатації та послідовного ремонту (поточного і капітальному) машин змінюються не тільки середні значення ресурсів, а й їхнє розсіювання, що характеризується коефіцієнтом варіації. Ця величина - функція багатьох змінних чинників: стану машин, що надійшли в ремонт; технічного та організаційного рівня ремонтного виробництва; виду ремонту; режиму заводських випробувань і експлуатаційної обкатки; якості запасних частин і відновлених деталей.

Отже, під час нормування коефіцієнтів відновлення ресурсів даних деталей потрібно зіставляти ресурс відновленої деталі, поставленої в новий агрегат, з ресурсом нової деталі, або ресурс нової деталі, поставленої у відремонтований агрегат, з ресурсом відновленої деталі, поставленої також у відремонтований агрегат. Без цього можна припуститися серйозної помилки при оцінці якості відновлених деталей. Значний вплив на ресурс такої деталі впливає те, в якому поєднанні вона ставиться в складальну одиницю, або агрегат. У процесі відновлення, поверхні деталей можуть сполучатися як із новими, так і з відновленими поверхнями, з допустимими під час ремонту розмірами.

Проведені дослідження для різних варіантів поєднання сполучень, показали, що встановлення в складальну одиницю нової деталі з тією, що була в експлуатації, знижує ресурс сполучених деталей на 11,0 - 56,4%. Також з'ясовано, що відновлення деталей, які працюють при гідроабразивному зношуванні (плунжера, золотники та ін.) хромуванням економічно доцільно. Прискорені лабораторні випробування і досвід експлуатації показують, що серед усіх способів відновлення деталей машин, хромування займає провідне місце за надійністю відремонтованих деталей.

Список літератури:

[1] Рибалко, І. М., Захаров, А. В., & Сайчук, О. В. (2022). Особливості експлуатаційного зношування робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь. *International Science Group*, (12), 34-37

[2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., Тіхонов, О. В., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 13(1)

[3] Сайчук, О., Рибалко, І., & Захаров, А. (2022). Електрошлакове наплавлення на постійному струмі в струмопідвідному кристалізаторі електродом великого перерізу. *Scientific Collection «InterConf»*, (127), 229-237

[4] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при електрошлаковому наплавленні. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, (33), 12-18.

УДК 621.9.032

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАСТОСУВАННЯ РЕМОНТНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

магістрант С.О. Кобець, доцент В.А. Бантковський

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

Експлуатація машин є найважливішою складовою сільськогосподарського виробництва. У собівартості сільськогосподарської продукції близько половини займають витрати на експлуатацію машинно-тракторного парку, при цьому до 40 % із них припадає на технічне обслуговування і зберігання машин. Отже, забезпечення працездатності машинно-тракторного парку за мінімальних витрат праці, матеріально-грошових коштів та енергоресурсів є актуальним завданням.

Актуальність поставлених завдань стає ще більш очевидною, якщо при цьому врахувати постійне зростання вартості машин, дефіцит техніки та кваліфікованих механізаторських кадрів, збільшення цін на паливно-мастильні матеріали, низький рівень надійності та слабку ремонтно-технічну базу сервісу. Якість значної частини вітчизняних сільськогосподарських машин не відповідає вимогам сучасного виробництва. Це призводить до підвищення трудомісткості та витрат на ремонт техніки, збільшує витрату запасних частин, паливно-мастильних та інших матеріалів, знижує працездатність деталей, складальних одиниць і устаткування загалом. Одним із пріоритетних завдань з розвитку системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки є відновлення зношених деталей, як альтернативи на обслуговування старіючого парку машин.

У загальному обсязі відмов вбудованих у різні машини, 30-37 % припадає на підшипники кочення. Однією з основних причин, що призводять до відмови підшипників кочення, є зношення посадкових місць підшипників, яке, як правило, є наслідком фретинг-корозії. Існує безліч способів відновлення посадкових місць підшипників кочення, але вони мають низку загальних недоліків.

Експлуатація машин є найважливішою складовою сільськогосподарського виробництва, складовою сільськогосподарського виробництва. Отже, забезпечення працездатності МТП за умови мінімальних витрат праці, матеріально-грошових коштів та енергоресурсів є актуальним завданням. З іншого боку, в сучасних ринкових умовах продукція має бути конкурентоспроможною. Для цього потрібне суттєве (у 2-3 рази) підвищення продуктивності праці. Разом з тим до 75 % усього часу сезонних робіт техніка простоє з різних причин, у тому числі в ТО і ремонті. Звідси виникає інше не менш важливе завдання зниження обсягу ремонтно-обслуговувальних робіт у період виконання польових сільськогосподарських операцій. Необхідною умовою сучасності також є поліпшення екологічної безпеки експлуатації машин і, зокрема, процесу ТО.

Актуальність поставлених завдань стає ще більш очевидною, якщо при цьому врахувати постійне зростання вартості машин, дефіцит техніки і кваліфікованих механізаторських кадрів, збільшення цін на паливно-мастильні

матеріали, низький рівень надійності та слабку ремонтно-технічну базу сервісу. Розв'язання цих завдань, як проблеми в цілому, можливе на основі широкого використання ресурсозберігаючих технологій ТО, ремонту та зберігання машин. Створення таких технологій на базі нових технологічних і технічних рішень у галузі обслуговування машин. Пошук рішень з урахуванням специфічних особливостей використання машин у сільськогосподарському виробництві та природно-кліматичних умов регіонів України.

Одним із пріоритетних завдань у розвитку системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки є розвиток відновлення зношених деталей, як альтернативи витраті нових на обслуговування старіючого парку машин, що дасть змогу знизити витрати на підтримання техніки в працездатному стані. Вітчизняними вченими розроблено перспективні технологічні процеси відновлення, що забезпечують деталям підвищений післяремонтний технічний ресурс і, відповідно, підвищення надійності вузлів, агрегатів і машини в цілому [1]. Підшипники кочення належать до категорії одних із найчисленніших елементів конструкцій машин. Витрати на заміну підшипників кочення протягом усього терміну служби трактора досягають 30 % його вартості [2]. Однією з основних причин, що призводять до відмови підшипників кочення, є зношення посадкових місць підшипників, яке, як правило, є наслідком фретинг-корозії.

Існує безліч способів відновлення посадкових місць підшипників кочення. Основні з них: наплавлення, нанесення електролітичних покриттів, встановлення додаткової деталі, електроконтактне приварювання сталевих стрічки тощо. Однак ці способи мають низку недоліків:

- високу собівартість, потребу в дорогому технологічному обладнанні;
- складність технологічного процесу;
- необхідність механічної обробки відновлюваних поверхонь;
- не усувається фретинг-корозія, поверхонь, що відновлюються.

Підвищення довговічності підшипників може бути здійснено за допомогою вдосконалення конструкції вузла тертя на основі детального аналізу умов його експлуатації з використанням у процесах відновлення і виготовлення його зносостійких матеріалів. Під час експлуатації підшипників у безпосередньому контакті з абразивним і корозійним середовищем в умовах відсутності або обмеженого надходження мастильних матеріалів видається можливим здійснити заміну підшипників кочення парами тертя ковзання із застосуванням вкладишів. Необхідно зазначити, що у використанні антифрикційних металевих матеріалів для цих цілей досягнуто певної межі. У зв'язку з цим перспективним є розроблення вкладишів із полімерів або композиційних матеріалів на їхній основі. Застосування полімерних матеріалів для відновлення посадочних місць підшипників кочення дає змогу усунути перераховані вище недоліки.

Позитивною особливістю способу є й те, що під час відновлення посадкових місць підшипників полімерними матеріалами через пружну деформацію зовнішнього кільця знижується коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між тілами кочення і підвищується довговічність підшипника. Також завдяки наявності полімерного покриття збільшується деформація поверхні жолоба підшипника в зоні контакту з навантаженими

тілами кочення, що призводить до збільшення площі плями контакту та зниження контактних напружень [3].

Перспективним напрямком в отриманні якісно нових матеріалів, що використовуються для відновлення нерухомих з'єднань підшипників кочення, є створення полімерних композицій на основі анаеробних герметиків і дисперсних наповнювачів [4]. Наповнені полімерні композиції являють собою гетерогенні системи, що складаються з твердих дрібнодисперсних частинок наповнювача, які відносно рівномірно розподілені за об'ємом, та безперервної полімерної матриці, що їх зв'язує. Введення в полімер твердих частинок наповнювача здійснюється для зміни механічних, теплофізичних, тиксотропних та інших властивостей, а також для зниження вартості матеріалу за рахунок зменшення обсягу використовуваного полімеру.

Використання в парах тертя антифрикційних полімерних композицій дає змогу отримувати дещо інші закономірності зношування - кращі в триботехнічному відношенні. Нанесення тонкого полімерного покриття на металеві поверхні тягне за собою зміну в певною мірою характеру машинобудівного виробництва і технології подальшого ремонту, роблячи їх більш досконаліми, ефективними; економічно вигідними.

Водночас треба зазначити, що безперервне зростання навантажень, швидкостей і температури, ускладнення умов експлуатації вузлів тертя вимагають постійного поліпшення властивостей антифрикційних матеріалів (покриттів). Поряд зі зносостійкістю створювані покриття повинні мати і високу адгезію до підкладки. Проте багаторічний досвід застосування полімерних композицій свідчить про те, що позитивні властивості полімерних покриттів обмежені недостатньо високою адгезійною міцністю з основою що різко скорочує ресурс вузла тертя і машини загалом. Крім того, останнім часом особлива увага приділяється дослідженням у сфері водневого зношування металів, оскільки тертя в присутності водневмісного матеріалу (масло, паливо, вода, полімери) призводить до виділення водню і локалізації його в приповерхневому шарі деталі. Це веде до диспергування, а в разі пересичення металу воднем, до руйнування поверхні з подальшим перенесенням часток, що відокремилися, на менш міцну структуру.

Полімери поряд з високими антифрикційними властивостями мають необхідну зносостійкість. Однак сфера їхнього раціонального застосування обмежена через низьку міцність і жорсткості при стисненні та зсуві, відсутності термічної стабільності в області високих температур, зміни фізико-механічних характеристик при старінні та під впливом кліматичних чинників. Перераховані властивості можна оптимізувати застосуванням вуглецевих наноматеріалів і металевих наноплівочок, нанесених на порошкові носії, які можуть виконувати роль наповнювача, підвищуючи адгезійну сумісність компонентів полімерного нанокомпозиту, або за відповідного хімічного складу вводиться в зону тертя як сухий мастильний матеріал (вуглецеві нанотрубки, сульфідовані наноплівки молібдену).

Основним стримуючим фактором широкого впровадження наноматеріалів у виробничі процеси є відсутність відпрацьованої технології їх синтезу в достатній кількості.

Список літератури:

[1] Захаров, А. В. (2022). Теоретичне порівняння технологій відновлення деталей. EDITORIAL BOARD, 478.

[2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2021). Аналіз електрошлакового наплавлення металу при малій товщині відновлюючого та зміцнюючого робочого шару деталі. Інформаційно-аналітичний міжнародний технічний журнал "Промисловість в фокусі", №10 (106), 54-56

[3] Скобло Т.С., Рибалко, І. М., & Захаров, А. В. (2022). Підвищення ресурсу деталей робочих органів сільськогосподарської техніки при абразивному зношуванні. Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем. НУВГП, Рівне, 37-38.

[4] Andrii V. Zakharov. (2023). Вплив складу флюсу, роду і полярності струму на ефективність електрохімічних процесів в електрошлаковій системі. Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal, 1(24), 1-9.

УДК 621.9.028

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ

магістрант А.А. Шевченко, доцент В.А. Бантковський

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

Нині найпоширенішими методами реставрації в ремонтному виробництві є ті, що базуються на поверхні електричної дуги. До них належать механізовані поверхні під річковим шаром, вібродуги та в середовищі захисних газів. Кожен із цих методів має свої особливості, що обмежують сферу його застосування.

Одним зі способів відновлення деталей є електродугове наплавлення електродами Е-42, Е50. Незважаючи на свою простоту, воно має низьку продуктивність. Так, під час наплавлення електродом діаметром 4-5 мм зі швидкістю 2-6 м/год. продуктивність становить 0,5-0,7 м/год. Ручне електродугове наплавлення не потребує великої витрати часу на підготовчі роботи, однак, має низьку недоліків: неоднорідність структури наплавленого металу, наявність мікротріщин у наплавленій поверхні, великий чад металу і витрата електричної енергії, наявність внутрішніх напружень, зниження втомлюваності напружень, що знижують втомну міцність відновлюваної деталі, низьку продуктивність праці, викривлення деталі.

Автоматичне електродугове наплавлення під шаром флюсу і порошковими дротами відкритою дугою, на думку багатьох авторів, забезпечує достатню якість наплавленого шару за високих продуктивності та К.П.Д. процесу [1]. Вібродугове наплавлення характеризується складним тепловим впливом дуги на метал деталі. Окремі ділянки піддаються багаторазовому нагріванню, завдяки чому утворюються майже всі структури загартування вуглецевої сталі, починаючи від мартенситу до структури трооститу, сорбіту і тростосорбіту. У результаті цього твердість наплавочного металу відрізняється великою неоднорідністю. Ділянки відпущеного металу зі зниженою твердістю, розташовані на стиках валиків чергуються з більш твердими загартованими ділянками по вершинах валиків. Періодичність чергування відповідає кроку наплавлення. Спосіб рекомендується для відновлення великогабаритних деталей зі значним зносом.

Вібродугове наплавлення в середовищі охолоджувальної рідини поряд із перевагами (можливість нанесення тонкого і твердого покриття з дешевих матеріалів без значного теплового впливу на деталь тощо) має й істотні недоліки, що обмежують застосування цього способу. Основні з них: мікротріщини в наплавленому шарі, пори, шлакові включення. Усе це різко до 70% знижує втомну міцність відновлених деталей [2]. Нині автоматична поверхня використовується в середовищі захисних газів (аргон, гелій, вуглекислий газ, водяна пара). Він використовується в тих випадках, коли поверхня під шаром річки непридатна або ускладнена. Поява в середовищі вуглекислого газу більш продуктивна, ніж інші поверхневі методи.

При автоматичному наплавленні в середовищі вуглекислого газу продуктивність збільшується в 3-4 рази, а витрати на робочу силу - на 30-40% порівняно з ручною поверхнею. В цьому випадку швидкість поверхні залежить від товщини металу і діаметра використовуваного дроту. Недоліками поверхні є значні металеві бризки, обмежена можливість сплаву осадженого металу тільки електродним дротом, зниження зносостійкості і, найголовніше, стомлюваність на 10-15% через наявність пор і дефектів у структурі осадженого шару. [3].

Метод детонаційного напилення почав розвиватися наприкінці 60-х років. Великий обсяг досліджень з розроблення та вдосконалення методу, виконаних у нашій країні, дав змогу розв'язати основні завдання в галузі техніки і технології цього методу. Суть його полягає в такому: у робочу камеру детонаційної установки подають горючу суміш і порошок, що напилюється порошок. За допомогою електричної іскри суміш підпалюється, з робочої камери по стовбуру полум'я поширюється зі зростаючою швидкістю до виникнення детонаційної хвилі. Швидкість поширення детонації 1000-3000 м/с, залежить від характеристик горючої суміші. Під час витікання продуктів детонації останні захоплюють за собою частинки порошку, які, крім теплової, отримують і кінетичну енергію. Швидкість виносу порошку 690-1000 м/с. Встановлена на шляху потоку газів і порошку зношена поверхня (підкладка) покривається частинками напилюваного матеріалу.

Особливістю детонаційного напилення є менше нагрівання частинок, їхня вища швидкість порівняно, наприклад, із плазмовим напиленням. Це дає змогу отримувати якісні покриття з високою зчіплюваністю, структура покриттів виходить щільною та однорідною. Під час плазмового напилення від зіткнення частинок із підкладкою відношення товщини напилюваних частинок до їхнього діаметра становить 1/8. Частинки, напилені детонаційним способом, сплющуються до такої міри, що це відношення досягає 1/10. Пористість не перевищує 1%, цього неможливо досягти за інших способів напилення без додаткових операцій. Відносно невелике нагрівання (200-350°C) деталі (підкладки) під час напилення цим способом не викликає збільшення її внутрішніх напружень, не чинить негативного впливу на втомну міцність. на втомну міцність. Детонаційне напилення (покриття) характеризується високою зносостійкістю [4].

Необхідну товщину покриття отримують багаторазовим повторенням циклів стрільби. Покриття, нанесене детонаційним способом, за необхідності піддають механічній обробці: точенню, фрезеруванню, шліфуванню.

Лазерне наплавлення являє собою метод відновлення зношених деталей і полягає в оплавленні порошкових або інших матеріалів на відновлюваній поверхні. У даний час найширше застосовується лазерне наплавлення порошків. Порошковий матеріал тим чи іншим способом подається на поверхню деталі, де розплавляється лазерним променем, утворюючи рідку ванну, і частково дифундує в основу. Застигле покриття утворює рівний наплавлений шар товщиною 1-2 мм і твердістю до 60 HRC і більше. Міцність зчеплення наплавленого шару з підкладкою досягає 30 кг/мм². Перегрів і деформація деталей відсутні завдяки високій швидкості наплавлення. Обприскування газовим полум'ям охоплює

методи покриття, засновані на нагріванні вихідного матеріалу до рідкого або пластичного стану і обприскуванні газовим струменем.

Його характеристики: Висока продуктивність (до 40 кг/год); здатність отримувати шари в досить великому діапазоні товщини (0,1-3 мм) з різними властивостями (в тому числі регульованою товщиною); просте покриття на частинах різних геометричних форм і розмірів; універсальність використовуваних матеріалів як за формою (порошок, дріт), так і за фізико-механічними властивостями (метали, сплави, оксиди, карбіди, пластмаси та ін.). до переваг розпилення полум'я належить здатність виконувати процес у різних виробничих умовах (від великого виробництва до індивідуальної рекуперації в майстернях і навіть безпосередньо в польових умовах) [5].

Водночас досить легко механізувати процес, що призводить до підвищення якості покриття. До недоліків цього способу можна віднести те, що при нанесенні покриттів на невеликі деталі процес напилення є малоефективним через великі втрати напилюваного матеріалу і, отже, неекономічним; для попередньої підготовки поверхні основи перед напиленням широко застосовують піско- і дробоструминну обробку кварцовим піском, корундом, сталеву крихтою та іншими матеріалами, які забруднюють робочу ділянку і погіршують умови роботи операторів, які обслуговують установку; у процесі напилення частинки напилюваного матеріалу можуть розлітатися, а також утворювати різні сполуки з повітрям, що шкідливо для здоров'я працюючих. Тому для роботи на ділянці напилення потрібні потужні вентиляційні установки.

Хромування зношених поверхонь деталей поряд із позитивними сторонами відрізняється тривалістю процесу, складністю підготовки, низьким виходом за струмом і високою вартістю відновлення. Крім того, недоцільним є нанесення шарів понад 0,15 мм. При хромуванні виникають хромуванні розтягувальні напруги призводять до зниження втомної міцності на 20-30%.

Нині у зв'язку з розвитком ринкових відносин передовими способами відновлення деталей машин слід вважати такі, які відповідають наступним вимогам:

1. Технологічний процес відновлення має бути відносно простим, енергоефективним і продуктивним;
2. Матеріали для компенсування зносу деталей не повинні бути дорогими і дефіцитними, водночас містити всі необхідні елементи для відновлення деталей.
- 3) Технологічний процес має забезпечити ресурс відновленої деталі, не нижчий від ресурсу нового виробу;
4. Підготовка поверхні деталі до відновлення і подальша механічна обробка відновленої поверхні не повинні вимагати спеціалізованого складного і дорогого технологічного обладнання;
5. Відновлені деталі повинні забезпечувати повну взаємозамінність.

Останнім часом під час відновлення зношених деталей, особливо валів, широкого поширення набув метод електроіскрового оброблення.

Технологія електричної іскрової обробки металевих поверхонь заснована на використанні імпульсного електричного розряду, що проходить між електродами в газовому середовищі. Суть його полягає в тому, що при появі

електричної іскри в такому середовищі матеріал електрода (анода) руйнується, а продукти ерозії переносяться на деталь (катод).

Електрична обробка іскор може відновлювати деталі, що зношуються, і змінювати властивості їхнього поверхневого шару. Шар, нанесений на робочу поверхню деталі, має міцний зв'язок із основою, оскільки його утворення супроводжується хімічними і дифузними процесами. Однак досвід використання A_n показав, що електричні іскрові покриття, навіть після механічної обробки, не відповідають досить суворим вимогам до мікро- і макрогеометрії, що пред'являються до відновленої поверхні вала.

Усі перераховані вище методи відновлення засновані на нанесенні металевого покриття на зношену поверхню деталі. Однак сучасна хімічна промисловість поставляє на ринок полімерні матеріали і склади, близькі за своїми властивостями до деяких металів і сплавів і навіть перевершують їх за деякими показниками. Тому не дивно, що такі матеріали дуже цікавлять дослідників, і останнім часом у ремонтному виробництві з'явилися нові технології, засновані на використанні таких матеріалів.

Список літератури:

- [1] Рибалко, І. М., Захаров, А. В., & Сайчук, О. В. (2022). Особливості експлуатаційного зношування робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь. *International Science Group*, (12), 34-37
- [2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., Тіхонов, О. В., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 13(1)
- [3] Сайчук, О., Рибалко, І., & Захаров, А. (2022). Електрошлакове наплавлення на постійному струмі в струмопідвідному кристалізаторі електродом великого перерізу. *Scientific Collection «InterConf»*, (127), 229-237
- [4] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Металургійні процеси плавлення і перенесення електродного та присадного матеріалів у шлаковій ванні при електрошлаковому наплавленні. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*, (33), 12-18.
- [5] Andrii V. Zakharov. (2023). Вплив складу флюсу, роду і полярності струму на ефективність електрохімічних процесів в електрошлаковій системі. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 1(24), 1-9.

УДК 621.793.74

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ ДЛЯ НАНЕСЕННЯ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

Артеменко А.Г., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Представлені дослідження були направлені на ознайомлення з технологією плазмового напилення для нанесення захисних покриттів, суттєвість якого полягає в нанесенні покриття з окремих частинок порошкового матеріалу, нагрітого та прискореного за допомогою високотемпературного плазмового струменя. Ефект від плазмового напилення досягається завдяки створенню на поверхні виробу захисного покриття, яке багаторазово підвищує експлуатаційні властивості деталі або відновлює початковий розмір.

Доцільність використання того чи іншого способу нанесення покриттів повинно визначатися в залежності від експлуатаційних вимог до деталі, вимог до надійності та ресурсу роботи виробу, нанесення покриттів з урахуванням необхідного обладнання, газів і матеріалів, які розпилюються. Нанесення захисних покриттів напиленням, проводиться наступними способами: газополуменеве напилення; детонаційне напилення; електродугова напилення, плазмове напилення.

Низькотемпературна плазма - це потік іонізованого газу ($T = 6000 - 10000$ °C і швидкість 500 - 3000 м/с), який формується в спеціальному генераторі - плазмотроні. Плазмовий потік дозволяє миттєво нагрівати частинки будь-якого матеріалу (керамічного, металокерамічного, полімерного,металополімерного, керамополімерного) дисперсністю 10 - 100 мкм і розганяти їх до швидкостей 200 -500 м / с [1]. Ці переваги є визначальними при виборі методу газотермічного напилення (плазмового, газопламенного, детонаційного, металізації). Газополуменевий метод має обмеження, як за швидкістю подачі порошку, так і по температурі. Детонаційний метод забезпечує високі швидкості транспортування частинок, проте характеризується обмеженнями по температурі. Металізація поступається плазмовим методам по номенклатурі напилюваних матеріалів. З цих позицій плазмові технології є унікальними. В залежності від вимог до покриття і деталі, на які воно наноситься, доцільно використовувати або плазмове напилення, або плазмову наплавку.

Плазмове напилення дозволяє наносити покриття з мінімальним припуском на обробку (точність по товщині покриття до 0,05 мм) і мінімальним нагріванням основи (до 150 - 300 °C), що виключає термічні зміни деталі, при цьому забезпечується висока адгезійна міцність покриттів з основним матеріалом. Зазвичай товщина напилених покриттів не перевищує 1 мм, так як зі збільшенням товщини зростають внутрішні напруження в покритті . Покриття більшої товщини можна напилювати, застосовуючи проміжний термічний відпустку.

Наявність нанодисперсних порошоків сприяє формуванню ділянок з підвищеною адгезійною міцністю, внаслідок чого відбувається покращення мікроструктури та експлуатаційних властивостей. Данні по визначенню кількості титану, алюмінію та кремнію в покритті, свідчать про повне перенесення цих компонентів в склад отриманого покриття [2].

Сприяє на формування, зносостійкість, мікротвердості, стійкості до термоциклювання плазмових покриттів на основі самофлюсівного сплаву системи Ni-Cr-B-Si. На основі експериментальних даних зносостійкості та мікротвердості плазмових покриттів, встановлений раціональний вміст нанодисперсного Al₂O₃ у вихідному самофлюсівному порошоків системи Ni-Cr-B-Si на рівні 0,2–1,0 об.%, при цьому зносостійкість покриттів зростає у 2,8–5,7 рази; мікротвердість підвищується на 18–34%; термостійкість досягає 50 циклів без помітних відшарувань та зміни хімічного складу.

Суттєвими перевагами плазмового напилення є висока продуктивність процесу (до 4 кг/год), швидкість переміщення плазмотрона щодо напилюваної поверхні до 5 см/с і його висока технологічність (на відміну від наплавлення процес не чутливий до точності дистанції напилювання).

До недоліків плазмового напилення керамічних покриттів можна віднести наступні: не у всіх випадках забезпечується необхідний рівень міцності зчеплення покриттів з підкладкою (10 - 150 МПа при випробуваннях на нормальний відрив); наявність пористості (зазвичай в межах 7 - 15%).

Список літератури:

1. Корас В.М. Технологія та обладнання для напилення: Навч. посібник. – К.: НМЦ ВО, 2000. – 152 с.
2. Квасницький В. В. Спеціальні способи зварювання: Навч. посібник. — Миколаїв: УДМТУ, 2003. — 437 с.

ПОРОШКОВІ ПОЛІМЕРНІ ПОКРИТТЯ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ СПОСІБ ЗАХИСТУ МЕТАЛІВ ВІД КОРОЗІЇ

магістрант А.О. Дружченко, доцент В.А. Бантковський

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

Втрати металу через корозійне руйнування досить значні. З метою їх мінімізації в техніці застосовують різні способи. Так, можуть бути використані корозійно-стійкі матеріали, часом вельми дорогі, - наприклад, аустенітні хромо-нікелеві сталі. Також можуть застосовуватися різноманітні методи захисту від корозії: плакування; обробка корозійного середовища із застосуванням інгібіторів; електрохімічні методи захисту; застосування захисних покриттів - як тимчасових (консерваційні покриття і мастила), так і таких, що наносяться на тривалий термін. Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки.

За призначенням покриття поділяють на захисні, захисно-декоративні та спеціальні. Захисні покриття призначені для оберігання поверхні деталей від корозії. Захисно-декоративні покриття не тільки забезпечують захист від корозії, а й надають поверхні декоративного зовнішнього вигляду. Спеціальні покриття надають поверхні певних властивостей (зносостійкості) твердість, електропровідність тощо).

У промисловості для захисту конструкційних матеріалів від корозії, для надання поверхні виробів декоративного вигляду і спеціальних властивостей широко застосовуються металеві покриття, проте у низці випадків їхньою ефективною заміною стають дешевші неметалеві покриття. За своєю природою вони можуть бути неорганічними, наприклад, отриманими в результаті оксидування, фосфатування тощо, і органічними. До останніх можна віднести лакофарбові та полімерні покриття.

Сучасні полімерні покриття з високими захисними і декоративними властивостями виходять із застосуванням порошкового фарбування. Спосіб порошкового фарбування є популярною альтернативою нанесенню традиційних рідких лакофарбових матеріалів і використовується для деталей, що допускають термообробку.

Як до рідких, так і до порошкових фарб висувається низка вимог, головна з яких - здатність до тонкошарового нанесення на поверхню і формування покриттів, що володіють комплексом необхідних властивостей.

Маючи близькі з рідкими фарбами склад (за сухим залишком) і призначення, порошкові фарби, однак, істотно відрізняються від них за властивостями. Ці відмінності впливають із різного їхнього фізичного стану. Якщо традиційні рідкі фарби - розчини і дисперсії - типові рідкі тіла, то порошкові лакофарбові матеріали належать до групи твердих тіл. У порошкових фарбах як дисперсійне середовище (середовище, що розділяє частини середовища виступає повітря, а не розчинник, або вода, як це має місце в рідких лакофарбових матеріалах, що робить їх технічно, екологічно та економічно більш вигідними в застосуванні.

У технічному відношенні, порівняно з фарбами на розчинниках, до переваг порошкових фарб можна віднести таке: відмінні фізико-хімічні та декоративні властивості покриттів, чого складно досягти при традиційних способах фарбування; більш високі експлуатаційні властивості; відсутність необхідності в попередньому ґрунтуванні поверхонь; можливість одношарового нанесення порошкової фарби; мала пористість покриттів; відсутність особливої підготовки та контролю в'язкості; низькі втрати; невеликий час затвердіння; компактність; висока міцність порошкових фарб, що забезпечує мінімальне пошкодження пофарбованих поверхонь під час транспортування [1].

Переваги порошкових фарб з точки зору економічних витрат полягають у такому: низький відсоток відходів - на робочу поверхню наноситься до 96% фарби, а в разі надлишкового напилення фарба збирається в фарбувальній камері і готова до чергового нанесення; високо автоматизована технологія отримання покриттів дає великий економічний ефект; відсутність очищувачів і розчинників, що не вимагає ні додаткового часу на їх випаровування, ні витрат на видалення парів, і це дуже важливо з точки зору охорони праці; зниження витрат на упаковку у зв'язку з незначними ушкодженнями під час транспортування; для зберігання не потрібно великих складських приміщень.

Екологічні аспекти використання порошкових фарб також вельми привабливі: відсутні шкідливі органічні сполуки; технологія виробництва екологічно чиста; санітарно-гігієнічні умови праці набагато вищі, ніж при використанні звичайних методів фарбування; у процесі полімеризації гранично допустимі норми концентрації летких речовин не досягаються. Однак при застосуванні порошкової фарби є і низка недоліків: існують труднощі при нанесенні дуже тонких шарів і при фарбуванні при низьких температурах; при збірних конструкціях, або нестандартних формах виникають деякі обмеження в фарбуванні; при зміні кольору потрібна заміна контейнера; необхідний чіткий контроль процесу фарбування.

Порошкові фарби - це тверді дисперсні композиції, до складу яких входять плівкоутворювальні смоли, затверджувачі, наповнювачі, пігменти і цільові добавки. Фарби, що випускаються, класифікують за хімічною ознакою, типом плівкоутворювача і призначенням покриттів. У хімічному відношенні виділяють дві групи матеріалів: на основі термопластичних і на основі терморективних плівкоутворювачів. Перші утворюють покриття без хімічних перетворень, здебільшого за рахунок розплавлення частинок порошку та охолодження розплавів. У другому випадку відбувається процес затвердіння, або під час нагрівання смоли, або в результаті взаємодії смоли і спеціально введеного затверджувача [2].

Спочатку в промисловості переважав випуск термопластичних фарб, потім обсяг виробництва фарб на терморективних плівкоутворювачах різко зріс. Нині в різних країнах він становить до 80% загального випуску порошкових лакофарбових матеріалів. Плівкоутворювачами для термопластичних порошкових фарб в основному є: поліетилен, полівінілхлорид, поліаміди, сополімери етилену з вінілацетатом, насичені полієфіри. Їх застосовують для отримання покриттів, до декоративних властивостей яких не пред'являються

високі вимоги. В якості основи полімерних порошкових барвників застосовують епоксидні, поліефірні, акрилатні та деякі інші смоли, наприклад, на основі бісфенолу F і новолаків. Поява порошкових лакофарбових матеріалів вимагала і розробки специфічних методів нанесення їх на поверхню. Багато традиційних для рідких фарб методів нанесення - валковий, занурення, обливання, пензлевий тощо - виявилися в принципі непридатними. Разом з тим виправдали себе методи, засновані на застосуванні аерозольної технології, електростатичне і струменеве розпилення, нанесення в киплячому шарі тощо [3].

У технології порошкового фарбування існує низка стадій, які в масовому виробництві здійснюються на певних виробничих ділянках. Велику важливість має підготовка поверхні виробу перед нанесенням порошкового покриття, що забезпечує необхідні адгезійні властивості та якість. Існують механічні та хімічні методи підготовки поверхні. Механічна підготовка полягає в механічному впливі на матеріал поверхні виробу, при цьому може видалятися окалина після зварювання, шліфуватися поверхня тощо. Механічний вплив здійснюється за допомогою дробоструминних, піскоструминних, гідропіскоструминних і галтувальних апаратів, зачищення абразивними матеріалами тощо, при цьому адгезійні характеристики матеріалу поліпшуються. Однак набуті властивості з плином часу зникають, тому затримка в нанесенні порошкового шару після механічної обробки має бути мінімально можливою. Слід пам'ятати що абразивне очищення має застосовуватися тільки до матеріалів товщиною понад 3 мм. Використання занадто великого дробу також може призвести до більшої шорсткості поверхні, що позначиться на нерівномірності нанесення шару фарби.

Хімічна підготовка поверхні полягає у хімічному впливі реагентів на поверхню виробів. Вибір необхідної технології підготовки поверхні залежить від умов і терміну експлуатації виробів, від матеріалу, з якого виготовлено виріб, а також від матеріалу порошкового покриття. У процесі підготовки виробів до фарбування здійснюється очищення їхньої поверхні від забруднень (здебільшого основному масляних) за допомогою мийних розчинів і створення на поверхні виробів тонкого конверсійного шару, що забезпечує високу адгезію і додатковий антикорозійний захист [4].

Після того як деталі залишають ділянку попередньої обробки, вони обполіскуються і висушуються. Сушіння деталей проводиться в окремій печі або в спеціальній секції печі затвердіння, призначеній для просушування, при цьому розміри системи знижуються, відпадає необхідність використання додаткового обладнання. Коли деталі повністю просушуються, вони охолоджуються на відкритому повітрі. Після цього їх поміщають у камеру напилення, де на поверхню наноситься порошкова фарба.

Існує чотири основні методи порошкового фарбування покриттів: електростатичне розпилення; спосіб нанесення за допомогою потоку повітря (fluidized bed); електростатичне розпилення за допомогою повітряного потоку (electrostatic fluidized bed); нанесення з допомогою полум'я (flame spray).

Електростатичне розпилення - найбільш популярний на сьогоднішній день метод порошкового фарбування. У процесі електростатичного розпилення сухі порошкові частинки фарби набувають електричний заряд, тоді як поверхня, що

фарбується, електрично нейтральна. Потрапляючи на поверхню, що фарбується, порошкове покриття зберігає свій заряд, що утримує порошок на поверхні. Пофарбована таким чином поверхня поміщається в спеціальну піч, де формується покриття, а частинки фарби, сплавляючись, поступово втрачають свій заряд.

Найбільш поширеним методом фарбування є електростатичне розпилення із зарядженням частинок у полі коронарного заряду, коли частинки отримують заряд від зовнішнього джерела електроенергії (наприклад, коронувального електрода), і трибостатичне напилення, коли частинки отримують заряд у результаті їхнього тертя об стінки турбіни напилювача. Недоліком першого способу вважається те, що при його використанні можуть виникати труднощі з нанесенням фарби на поверхні з глухими отворами та заглибленнями. Оскільки частинки фарби насамперед осідають на виступаючих ділянках поверхні, вона може бути профарбована нерівномірно. При трибостатичному напиленні джерело живлення не потрібне, тому цей метод набагато дешевше. Його застосовують для фарбування деталей, що мають складну форму. До недоліків трибостатичного методу можна віднести низький ступінь електризації, що помітно знижує його продуктивність - у 1,5-2 рази порівняно з електростатичним.

При нанесенні фарби за допомогою потоку повітря передбачається, що порошкові частинки фарби утримуються в підвішеному стані за допомогою потоку повітря. Вступаючи в контакт із попередньо розігрітою поверхнею, що фарбується, ці частинки плавляться і міцно утримуються на поверхні.

Список літератури:

- [1] Захаров, А. В. (2023). Дослідження виникнення холодних тріщин в наплавленому металі під час процесу електрошлакової наплавки. *Modern Movement of Science, Dnipro, Ukraine* (15), 226-228
- [2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження особливостей очищення наплавленого металу від неметалевих домішок під час процесу електрошлакового наплавлення. *Молода наука - роботизація і нанотехнології сучасного машинобудування*. Краматорськ: ДДМА, 101-105
- [3] Рибалко, І. М., & Захаров, А. В. (2023). Дослідження утворення дефектів в зоні сплавлення і наплавленому металі після ЕШН, їх походження і попередження. *«Молоді вчені 2023 - від теорії до практики»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд*, (8), 23-28.
- [4] Andrii V. Zakharov. (2023). Вплив складу флюсу, роду і полярності струму на ефективність електрохімічних процесів в електрошлаковій системі. *Actual Issues of Modern Science. European Scientific e-Journal*, 1(24), 1-9.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ПАР ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКА

магістрант Є.С. Бережний, доцент В.А. Бантковський

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

У технічному оснащенні агропромислового комплексу України в даний час задіяні трактори і сільськогосподарські машини, які значно та морально зношені. Великі агропромислові підприємства, що мають достатні фінансові можливості, купують дорогу імпорту техніку, тоді як невеликі господарства змушені використовувати техніку, яка є в наявності. У зв'язку з цим, проблема відновлення та підвищення довговічності деталей, вузлів і агрегатів використовуваної сільськогосподарської техніки, є вельми актуальною. Ремонтно-обслуговуюча база ще й зараз має широку мережу ремонтних підприємств, ритмічна робота яких порушена через відсутність планового забезпечення їх запасними частинами і комплектувальними виробами, зносу верстатів, технологічного та допоміжного обладнання.

На ремонтних підприємствах доводиться організувати відновлення і виготовлення автотракторних деталей ширшої номенклатури. До номенклатури відновлюваних деталей входять і деталі прецизійних пар гідророзподільників. В якості конструкційних матеріалів плунжерів і золотників використовують хромисті сталі. Серед різних методів відновлення цих деталей слід вибирати технологічні процеси, що не змінюють мікроструктури деталей і підвищують їхні міцнісні характеристики. Головним завданням цих процесів є оберігання відновлюваних деталей від корозії. До числа таких методів належить відновлення деталей нанесенням гальванічних покриттів. Найчастіше деталі прецизійних пар відновлюють електролітичним залізненням і хромуванням. Під час порівняння цих процесів слід зазначити, що процес хромування є малопродуктивним, навіть за умови використання в практиці хромування швидкісних електролітів та інтенсивних процесів [1]. Під час нанесення покриттів зі стандартних електролітів для хромування важко досягти постійної концентрації компонентів у процесі нанесення покриття, у результаті чого формовані шари будуть неоднорідними.

Слід зазначити, що оцінка за цим критерієм способів відновлення деталей показала, що найбільш раціональним є залізнення ($\phi_e = 0,36$), що свідчить про високу ефективність цього гальванічного способу відновлення деталей з малими зносами. Для підвищення зносостійкості деталей рекомендується використовувати композиційні гальванічні покриття (КГП) або сплави на основі заліза [2]. Оскільки КГП призначені для підвищення ресурсу деталей сільськогосподарської техніки, їх можна використовувати не тільки для відновлення деталей, що працюють при абразивному зношуванні, а й наносити на нові, або відновлені різними способами деталі. Деталі, що зміцнюються мають бути попередньо доведені до номінальних розмірів і шорсткості.

Очищення деталей від бруду, окалини, іржі та різних технологічних середовищ необхідно проводити кварцуванням металевими щітками з подальшим промиванням у гарячій воді. Попередня механічна обробка необхідна для відновлення первісної форми деталі та видалення верхнього окисленого, зруйнованого, що втратив первісну структуру шару. Вона особливостей не має і виконується за вимогами ремонтного креслення відповідно до технічних умов на виготовлення деталі. Золотники гідророзподільників слід перед залізненням шліфувати до видалення слідів зносу. Шорсткість поверхні при цьому повинна бути не більше $Ra = 0,32$ мкм. Після шліфування золотники відмивають від масла в 10 % розчині каустичної соди за температури 343...353 К і в гарячій воді. Знежирення деталей доцільно виконувати електрохімічно в розчині складу, кг/м^3 : натрій їдкий - 30...40; сода кальцинована - 30...40; тринатрійфосфат - 40...50; скло рідке - 3...5 за анодної густини струму $D_k = 7...8$ А/дм², температурі $T = 333...343$ К протягом 10 хв. При цьому використовують спеціальні підвісні пристосування, розраховані на обробку одночасно 60 золотників.

Після знежирення підвісні пристосування подають на промивання гарячою проточною водою, яка повинна забезпечити повне видалення залишків розчину з деталей. Потім деталі промивають холодною проточною водою, демонтують із підвісок для знежирення і встановлюють у робочі пристосування. Якщо знежирюється партія деталей, що накопичуються перед виконанням інших операцій технологічного процесу, їх слід зберігати після знежирення без промивання. У цьому випадку промивання здійснюють перед монтажем деталей у робоче пристосування.

Підвісне пристосування для нанесення покриттів передбачає обробку одночасно 12 золотників. Оскільки наносити покриття необхідно на готові вироби, поверхні, що не піддаються відновленню, мають бути ізольовані від агресивного впливу електролітів, наприклад, захисними чохлами з вініпласту, або кислотостійкої гуми. Оскільки золотники виготовлені з хромистої сталі, їх анодну обробку доцільно проводити в 30 % розчині сірчаної кислоти при струмі 60...80 А/дм² протягом 30...50 с (вищу густину струму $D_k = 70...80$ А/дм² застосовують для травлення золотників). Поряд із 30 % сірчаною кислотою для хромистої сталі можна рекомендувати анодну обробку в насиченому розчині алюмінію сірчаноокислого ($\text{Al}_2(\text{SO}_4) \cdot 18\text{H}_2\text{O} - 350$ кг/м^3), що містить 20 кг/м^3 сірчаної кислоти. Травлення в цьому розчині ведуть при $D_k = 60...70$ А/дм², $T = 291...295$ К протягом 45...60 с. [3]. Золотники, що працюють в умовах гідроабразивного зношування і виготовлені з хромистої сталі, термообробленої до твердості $\text{HRC} = 56...63$, відповідно до наведених раніше даних, повинні відновлюватися покриттями, що містять ДФ у кількості 15...30 % (об.). Тому концентрація ДФ в ЕС може бути знижена до 60...80 кг/м^2 . Початкова щільність струму з урахуванням матеріалу деталі повинна бути знижена до 0,75...1,0 А/дм²

Після нанесення покриттів деталі промивають і нейтралізують у відповідно до звичайних вимог технології залізнення. Для нейтралізації застосовують розчин NaOH (60...80 кг/м^3) за температури 338...348 К протягом 5...10 хв. Деталі, що пройшли нейтралізацію, промивають гарячою водою,

висушують і контролюють за якістю нанесеного покриття. За необхідності пасивують у розчині, що містить 15...20 кг/м³ триетаноламіну і 5...7 кг/м³ нітриту натрію, а для тривалого зберігання консервують за допомогою масел і спеціальних паперів. Склад лінії залізнення визначається технологічними операціями процесу і включає в себе набір ванн для електролітичного знежирення, гарячого промивання, холодного промивання, анодної обробки, залізнення, нейтралізації. Крім ванн, лінія обладнується монорейкою з підйомним пристроєм (Q = 0,25 т), резервною ванною, сушильною шафою, монтажним столом, стелажем для оснащення, постом контролю ванн, столом для контролю покриттів, установкою для фільтрації та перекачування розчинів [4].

Слід зауважити, що для фінішної обробки золотників, відновлених КГП, можна використовувати наявні рекомендації для "чистого заліза" на безцентровошліфувальних верстатах марок 3M184A, PC12, PC12S. Однак, з огляду на підвищену твердість КГП (за рахунок включення наповнювача), замість абразивних кругів марки 1500x150x305 25A 40-П СМ1 К6 слід використовувати круги на карборундовій основі з м'якою, або середньом'якою зв'язкою. Швидкість обертання кругів повинна становити не менше 30...35 м/с, а подача мастильно-охолоджувальної рідини збільшена порівняно зі звичайним шліфуванням у 1,5 рази. При цьому слід застосовувати плоский і широкий наконечник, ширина якого повинна становити не менше 1,25 ширини круга.

На основі викладених рекомендацій для ремонтного виробництва було розроблено технологічний процес відновлення золотників гідророзподільників композиційними покриттями на основі заліза. Для відновлення деталей, схильних до гідроабразивного зношування, можливе використання гальванічних покриттів на основі сплавів заліза з включенням електрокорунду білого як наповнювача, а також композиційних покриттів з подальшою лазерною обробкою, які володіють низкою переваг порівняно, зокрема, з плазмовим напиленням.

Список літератури:

- [1] Захаров, А. В., & Рибалко, І. М. (2023). Дослідження особливостей експлуатаційного зношування робочих органів ґрунтообробних машин. «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту». м. Вінниця: ВНТУ, (3), 141-146
- [2] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження особливостей очищення наплавленого металу від неметалевих домішок під час процесу електрошлакового наплавлення. Молода наука - роботизація і нанотехнології сучасного машинобудування. Краматорськ: ДДМА, 101-105
- [3] Захаров, А. В., Рибалко, І. М., & Сайчук, О. В. (2023). Механічна обробка металу наплавлених деталей ЕШН. Нові матеріали і технології в машинобудуванні-2023, Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського (15), 141-146
- [4] Рибалко, І. М., & Захаров, А. В. (2023). Дослідження утворення дефектів в зоні сплавлення і наплавленому металі після ЕШН, їх походження і попередження. «Молоді вчені 2023 - від теорії до практики»: Матеріали. Електронне видання. – Дніпро, Журфонд, (8), 23-28.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ПЛУЖНИХ ЛЕМІШІВ

Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Полунін М.В. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Робочі поверхні ріжучих органів ґрунтообробних машин у процесі роботи знаходяться у безпосередньому зіткненні з ґрунтами та зношуються внаслідок тертя при русі в них. На основі проведених досліджень запропоновано спосіб відновлення плужного леміша постановкою компенсуючих вставок.

Орати чи не орати — питання досі спірне, хоча у світі на 12% землі вже не орють, ведуть посадки з використанням нульових сівалок. Плужний леміш є однією з найбільш відповідальних і швидкозношуваних деталей, який повинен забезпечувати при оранці мінімальний тяговий опір, володіти достатнім ресурсом і відповідати необхідним агротехнічним вимогам. Внаслідок прискореного абразивного зношування поверхні, що випереджає зношування та деформації носової частини леміша та затуплення ріжучої кромки збільшується тяговий опір орного агрегату, зростає витрата палива, знижується рівномірність оранки по глибині, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур. Недостатній ресурс леміша збільшує витрати цих деталей як запасні частини і витрати на технічне обслуговування орних агрегатів.

Робочі поверхні ріжучих органів ґрунтообробних машин у процесі роботи знаходяться у безпосередньому зіткненні з ґрунтами та зношуються внаслідок тертя при русі в них [1-3].

Швидко зношування та затуплення, наприклад, плужних лемішів завдає великої матеріальної шкоди при ремонті або заміні. Крім того, приблизно 30% якісного сталевого прокату, внаслідок зносу лемішів, йде безповоротно в ґрунт, а 70% перетворюється на металобрухт. Якщо врахувати ще й витрата коштів, що витрачаються на ремонт лемішів, стане зрозумілим, що проблема підвищення зносостійкості плужних лемішів має велике народногосподарське значення. Вирішення завдання створення довговічних ріжучих органів ґрунтообробних машин ускладнюється тим, що процеси зношування обумовлені не лише властивостями матеріалів, з яких вони виготовляються, а й характером робочого процесу та взаємодії із зовнішнім середовищем, а також особливостями конструкції. Що стосується конструкції плужного леміша, то до теперішнього часу для обробки всіх ґрунтів України застосовуються леміхи із суцільним лезом, яке на сухих твердих ґрунтах швидко затуплюється. Затуплення викликає, за даними П.Ф. Чиркова, збільшення тягового опору плуга в 1,5 рази, витрати пального в 1,25 рази, зниження глибини оранки до 60%, нерівномірність оранки до 30%. Той самий автор вказував на нетехнологічність і конструктивну недопрацьованість лемішів, спрямованих сормайтом, базою для яких є зовсім не найкращий тип леміша, а основні показники, як надійність, працездатність і довговічність поки що бажають кращого.

На наш погляд, одним із найпростіших способів підвищення

зносостійкості лемішів є зміна форми їх леза.

Вплив форми леза леміша на його – зносостійкість та працездатність, як вказував І.П. Рабінович, ще слабо вивчений. Тому одним із завдань даної роботи було дослідження впливу лобового різання ґрунту на характер зносу переривчастого леза плужного лемеша.

Ґрунт, як відомо, є дуже складним тілом, що складається з твердих мінеральних частинок, що займають ґрунтовий масив не суцільно, а у вигляді пухкого скупчення окремих зерен, проміжки між якими заповнює вода в різних станах або повітря, або те й інше разом.

У процесі різання мінеральні частинки своїми гострими гранями відокремлюють від поверхні робочого органу мікрооб'єми металу у вигляді мікростружок, а також роблять змінання поверхневих шарів округлими зернами, які залишають сліди (подряпини) на поверхні зносу. Такий процес руйнування металу зветься абразивного зносу.

Необхідно зауважити, що абразивне зношування у чистому вигляді на практиці зустрічається досить рідко. Найчастіше воно супроводжується, на думку багатьох дослідників, додатковим впливом агресивного середовища, вологості та інших факторів, які істотно впливають як на величину, так і на характер зносу ріжучих органів ґрунтообробних машин.

При вивченні характеру зношування леза долотоподібного лемеша з'ясувалося, що долото леміша у процесі роботи самозаточується (рис. 1, переріз А-А) як у лемішів, наплавлених сормайттом, так і у ненаплавлених. Решта ж частина леза (приблизно $2/3$ від борозенного обрізу) заокруглюється (ненаплавлені леміші) з утворенням потиличної фаски, яка негативно впливає на якість оранки та енергетичні показники. У наплавлених лемішів лезо на вказаній ділянці (рис. 1, переріз Б-Б), після вироблення 5...7 га на сухих середньо- та важкосуглинистих ґрунтах, досягає, за нашими даними, величини 4...6 мм, що призводить до порушення нормальної роботи орного агрегату.

Неоднаковий характер зносу однієї й тієї ж леміша пояснюється, на погляд, різним напрямом руху ґрунтових частинок щодо леза. Так, ріжуча кромка долота здійснює лобове різання ґрунту, при цьому його абразивні зерна рухаються перпендикулярно до леза, тим самим його самозаточує. На решті лемеша, де спостерігається косо різання ґрунту, його частинки ковзають уздовж леза. В результаті відбувається змінання кромки та її округлення або затуплення.

Використовуючи явище самозаточування леза долота долотоподібного леміша, досліджено плужний леміш з переривчастим лезом, ріжучі кромки якого розташовані перпендикулярно до напрямку руху орного агрегату (рис. 2).

Характер зносу леза серійних та експериментальних лемешів контролювався за допомогою відбитків на м'який метал (свинець) та представлений на рис. 1 та 2.

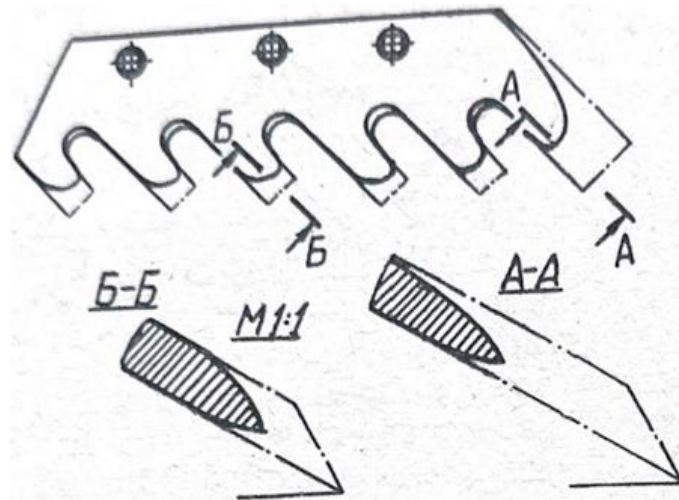


Рис. 1 Характер зносу долотоподібного леміша

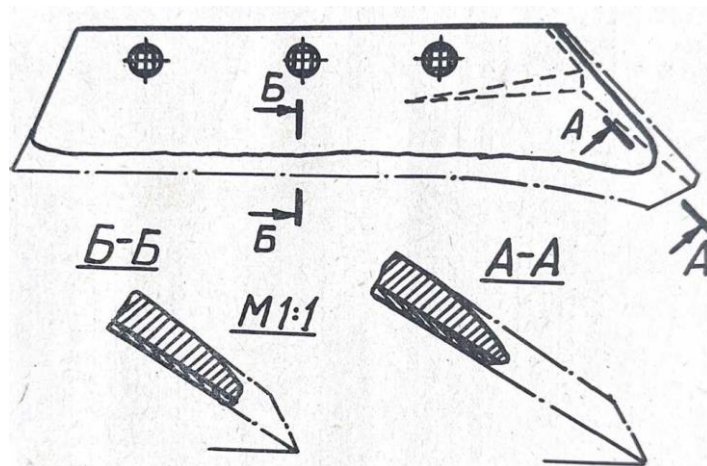


Рис. 2 Характер зносу переривчастого леза з лобовим різанням ґрунту

На основі проведених досліджень запропоновано спосіб відновлення плужного леміша постановкою компенсуючих вставок (рис. 3).



Рис. 3 Плужний леміш з постановкою компенсуючих вставок

Для реалізації способу необхідно знати розміри нового леміша щоб встановити компенсуючу вставку на висоту леза. Компенсуюча вставка – це відпрацьована ресора автомобіля. Приварювання проводили електродом $\varnothing 3,0\text{мм}$ УОНІ-13/55. На носову частину приварюється зверху компенсуюча пластина. В результаті отримуємо зубчатий леміш, який можемо використовувати поряд з новими на одному агрегаті. Для визначення доцільності та поведінки в умовах тертя необхідно провести польові дослідження.

В результаті проведеної роботи можна зробити наступний висновок:

1. Лезо леміша при зустрічі з твердими частинками ґрунту зазнає дуже великого тиску. Під дією цього тиску, залежно від напрямку руху абразивних зерен, відбувається зминання кромки та її затуплення (косе різання ґрунту) або самозагострення леза (лобове різання ґрунту).

2. Лобове різання ґрунту сприяє, на наш погляд» самозагострення леза зубів переривчастого леміша, виготовленого з однорідного металу. Тим самим позитивно впливає технічний стан плужних лемішів і якість оранки.

3. Запропоновано конструкцію зубчатого леміша, який отримати можна використавши відпрацьований та встановивши на нього компенсуючі вставки.

Список літератури:

1. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: Монографія. / В.В. Аулін, А.А. Тихий – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2017. – 279с.

2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник. Т.І: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. ч. 1 / П. М. Заїка - Харків: Око, 2001. – 444 с.

3. Розенбаум А.Н. Исследование износостойкости сталей для режущих органов почвообрабатывающих орудий / А.Н. Розембаум. – М.: ВИСХОМ, 1969. – 123 с.

УДК 621.793

АНАЛІЗ РОЗМІРНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ВАЛІВ ТЕХНІКИ АПК

Кошовий В.С., Москаленко Д.В., здобувачі освіти, керівник Науменко О.А.

Полтавський державний аграрний університет

Проведений аналіз поверхонь деталей типа «вал» тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин, які підлягають відновленню, визначені статистичні показники розподілу діаметра і довжини конструктивних елементів.

В теперішній час і найближчій перспективі суттєво загострюється проблема ремонту техніки, яка задіяна в сільськогосподарському виробництві. Це пов'язано перш за все з війною, тимчасовою окупацією територій, пошкодженням машин та обладнання, значним зменшенням їх оновлення, постачанням вживаних технічних засобів.

Ефективне і своєчасне виконання ремонтно-обслуговуючих робіт, в таких умовах суттєво залежить від організаційного і технологічного забезпечення відновлення деталей з дефектами.

Науковцями для використання при відновленні поверхонь деталей удосконалюються і досліджуються сучасні методи: електроконтактне наплавлення, спікання порошкових матеріалів, плазмове наплавлення, електроконтактне приварювання металеві стрічки, тощо.

Ремонтопридатні та відновлювальні деталі характеризуються великою різноманітністю розмірів та конструктивних елементів. Аналіз деталей показав, що їх конструктивні елементи подібні і відрізняються переважно лише розмірами.

Тому важливо уже на стадії розробки мати статистичну інформацію про розмірні характеристики поверхонь, в яких виникатиме необхідність у відновленні.

Найбільш масовими конструктивно-подібними деталями є деталі типу «вал», з зовнішньою гладкою або ступеневою поверхнею, в окремих випадках різьбові поверхні, фланці, внутрішні отвори малого діаметра.

Метою роботи було провести аналіз конструктивних елементів та розподілу лінійних величин відновлювальних поверхонь і визначити основні статистичні характеристики діаметра і довжини.

Потребують відновлення зовнішні циліндричні поверхні що є посадковими місцями під підшипники кочення - 59%, підшипник ковзання - 43%, нерухомі спряження - 23%. 60% деталей мають дві циліндричні поверхні, які потребують ремонту, а може бути 3...5 елементів.

Зовнішня різьба зустрічається в 46% деталей, а 30% мають 2 поверхні з різьбою.

Аналіз статистичних параметрів розмірів відновлювальних поверхонь виконувався на вибірці обсягом понад 150 найменувань деталей типа «вал» тракторів, комбайнів, автомобілів.

Таблиця 1. Розмірні характеристики відновлювальних поверхонь валів.

Розміри поверхонь деталей	Статистичні характеристики					
	Xmin	Xmax	X*	Sx	Mo	Ka
Зовнішні відновлювальні поверхні, мм						
діаметр	15	140	36,4	15,7	26,6	0,62
довжина	10	430	26,4	13,5	20,6	0,43
Різьбові зовнішні поверхні, мм						
діаметр	8	56	24,9	17,5	20,0; 37,1	-
довжина	10	70	23,7	15,9	18,5	0,33
Допоміжні отвори, мм						
діаметр	8	50	17,9	11,4	12,0;	0,52
довжина	8	54	24,0	18,6	13,1	-

Як свідчить табл. 1, зовнішні поверхні мають діаметр 15...140 мм, ле треба мати на увазі, що переважна більшість поверхонь до 60 мм, середнє значення складає(X^*) 36,4 мм, модальна величина(Mo)- 26,6 мм, при коефіцієнті асиметрії(Ka) 0,62. Довжину зовнішніх поверхонь, які підлягають відновленню, більшість деталей мають 15-30 мм-(Mo 20,6)

Діаметр різьбової частини більшість деталей мають близько до 20 і 37 мм (Mo 20,0 та 37,1), а довжину переважно 20мм(Mo 18,5), при середньому значенні $X^*=24,9$.

В деяких валах необхідно відновлювати допоміжні отвори. Їх діаметр може бути від 8 до 50 мм, але переважна більшість до 20 мм.

Висновок. Визначені закономірності та статистичні параметри розподілу розмірів відновлювальних поверхонь, які дозволять цілеспрямовано розробляти і вдосконалювати методи відновлення, підбирати необхідні обладнання, оснащення, ріжучий та вимірювальний інструмент для забезпечення спільного відновлення конструктивно подібних деталей.

Список використаних джерел

1. Технологічна та функціональна структура сервісного виробництва / О. А. Науменко, І. В. Науменко // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2013. - Вип. 132: Техн. системи і технології у тваринництві. - С. 121-125.

2. Ремонт машин та обладнання : підручник / О. І. Сідашенко, О. А. Науменко, Т. С. Скобло, О. В. Тіхонов, М. І. Черновол, З. В. Ружилю, В. А. Войтов, В. К. Аветісян, А. К. Автухов, О. Д. Мартиненко, В. А. Бантковський, П. С. Сиром'ятніков, О. В. Сайчук ; за ред. О. І. Сідашенко, за ред. О. А. Науменко ; ХНТУСГ. - 2-ге вид., перероб. і доп. - К. : Агроосвіта, 2014. - 665 с.

УДК 621.791

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИНИКНЕННЯ ПРОЦЕСУ ПОРОУТВОРЕННЯ ПІД ЧАС ПРОЦЕСУ ЕШН

аспірант А.В. Захаров, д.т.н., доцент І.М. Рибалко

Державний біотехнологічний університет (м. Харків)

Порами називають заповнені газом порожнини в наплавленому металі. Пори утворюються якщо в період кристалізації металевої ванни відбувається сильне газоутворення і бульбашки газів не встигають видалитися з ванни. Гази в металі можуть виділятися в результаті двох процесів. Перший - виділення з металу газів, що пересихають його (здебільшого водню й азоту), при зміні температури. Другий - виділення газів і пороутворення в результаті хімічних реакцій у розплавленому металі, за яких продуктами реакції є гази переважно оксид вуглецю. Якщо утворення і виділення газів під час наплавлення відбувається в період, коли металева ванна перебуває в рідкому стані, і протікає інтенсивно, то бульбашки газів встигають повністю видалитися з ванни. Їх виділення не тільки не призводить до утворення пор, а й надає рафінуючу дію на металеву ванну, знижуючи її газонасиченість. У тому випадку, коли утворення і виділення газів відбувається в період кристалізації металевої ванни і проходить досить повільно, бульбашки газу не встигають спливати і залишаються в металі у вигляді пор.

Виникнення пор, пов'язаних з вуглецем та азотом, обумовлено зміною їх розчинності при зміні температури. Залізо яке знаходиться в рідкому стані та його сплави можуть розчинити значну кількість вуглецю та азоту. При зниженні температури аж до температури затвердіння розчинність цих газів знижується поступово, і бульбашки газів, що утворилися, вільно спливають у рідкій ванні. Під час затвердіння металу розчинність азоту і води в ньому знижується стрибкоподібно. Так, під час затвердіння маловуглецевої сталі розчинність азоту знижується в 4 рази, а водню в 1,7 рази. Більш низька розчинність водню й азоту в твердому металі порівняно з їхньою розчинністю в рідкому металі призводить до збагачення розплаву цими газами, що сприяє зародженню газових бульбашок на поверхні розділу рідкого і твердого металів [1].

Поки існує рідка металева ванна, газові бульбашки безперервно з неї видаляються. Якщо швидкість видалення газів менша, ніж швидкість їх накопичення в рідкій ванні, то не всі бульбашки встигають спливати і частина з них залишається в наплавленому металі у вигляді пор. Пори від оксиду вуглецю виникають через недостатнє розкислення металу ванни. Оксид вуглецю може утворюватися, або в результаті взаємодії вуглецю з оксидами металів, або безпосередньо в результаті реакції вуглецю з киснем, що знаходяться в рідкій ванні:



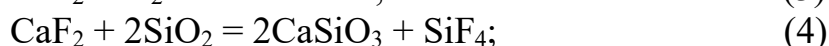
Оксид вуглецю, що утворюється, може дати початок зародкам газоподібної фази, або ж виділятися в уже наявні бульбашки інших газів. В реальних умовах

наплавлення пористість у наплавленому металі зазвичай викликається дією декількох газів [2].

За певних швидкостей ЕШН можуть виникнути умови, коли швидкості кристалізації металу і зростання бульбашок газу будуть порівнянними. У результаті цього утворюються пори витягнутої форми у вигляді трубок. Такі пори на практиці спостерігаються у випадку потрапляння вологи у флюс, а також через наявність значного шару окалини на наплавленій поверхні [3]. Поряд із порами у вигляді трубок під час ЕШН можуть утворюватися дрібні (кілька мікрметрів у поперечнику) і великі (4...6 мм у поперечнику) пори [4].

Для боротьби з порами необхідно обмежити надходження в металеву ванну водню й азоту, поліпшити її розкисленість для обмеження утворення оксиду вуглецю. Водень надходить у металеву ванну з іржі, вологи та інших забруднень, що перебувають на поверхні наплавочного та основного металів, з матеріалів, що входять до складу шихти, порошкових дротів, стрічок, або флюсу відповідно, щоб обмежити надходження водню, можна обмежити надходження водню та флюсу, всіх забруднень, наплавочні матеріали необхідно надійно упакувати і зберігати в сухому приміщенні, перед наплавленням ці матеріали мають бути просушені відповідно до технічної документації [5].

Ще один захід боротьби з водневою пористістю в наплавленому металі - зниження парціального тиску водню і водяної пари за рахунок зв'язування водню в термічно стійкий нерозчинний у металі фторид водню HF. Можливі такі реакції у флюсах і газовій фазі:



Здебільшого зв'язування водню в HF відбувається за реакціями (5-6), проте можливе утворення HF і безпосередньо за реакцією (3).

Азот надходить у металеву ванну з навколишньої атмосфери, а також з основного металу і наплавочних матеріалів [6]. Щоб обмежити доступ азоту до металеві ванни при ЕШН, необхідно застосовувати надійний шлаковий захист. Крім того, вміст азоту в основному металі і в наплавочних матеріалах не має перевищувати допустимих меж. Для зв'язування азоту в стійкі нітриди можна також застосовувати легування наплавленого металу титаном, алюмінієм, цирконієм та іншими нітридоутворювальними елементами.

Щоб уникнути пористості від оксиду вуглецю, в металеву ванну вводять елементи з високою спорідненістю до кисню, що утворюють рідкі, або тверді оксиди. Кількість розчиненого в рідкому металі кисню буде тим меншою, чим вищою є хімічна спорідненість до кисню цього елемента і більшою є його концентрація в розплаві. Найсильнішими розкислювачами є титан, алюміній, кремній. За достатньої їхньої концентрації основні реакції розкислення відбуватимуться завдяки цим елементам і утворення оксиду вуглецю може бути значною мірою пригнічено.

Зменшити ймовірність утворення пор можна також за рахунок технологічних факторів. Дослідним шляхом встановлено, що мінімальна кількість пор утворюється під час наплавлення на постійному струмі прямої полярності. Важливе значення має швидкість кристалізації металевої ванни - при її збільшенні зростає ймовірність того, що бульбашки газів не встигнуть спливати й утворяться пори.

Список літератури:

- [1] Марочник сталей и сплавов: справ. изд. / А.С. Зубченко и др.; под ред. А.С. Зубченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
- [2] Захаров А.В. Дослідження особливостей очищення наплавленого металу від неметалевих домішок під час процесу електрошлакового наплавлення. / А.В. Захаров, І.М. Рибалко, О.В. Сайчук // Збірник наукових праць Міжнародної молодіжної науково-технічної конференції «Молода наука - роботизація і нанотехнології сучасного машинобудування» 12-14 квітня 2023 р. – Краматорськ: ДДМА, 2023. – С. 101-105.
- [3] Захаров А.В. 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 Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки. – Львів : Видавництво Львівського торговельно-економічного університету, 2023. – Вип. 33. – С. 12-18.
- [4] Лахтин Ю.М. Материаловедение: учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.: ил.
- [5] Афтандіянц Є.Г. Матеріалознавство: Підручник. / Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. – К.: Вища освіта, 2012. – 548 с.
- [6] Матеріалознавство : навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, М 34 А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243 с .

УДК 621.7.793

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТОНАЦІЙНО - ГАЗОВИХ ПОКРИТТІВ НА ВІДНОВЛЕНИХ КЛАПАНАХ ДВЗ

Дерябкіна Є.С. к.т.н., доцент; Задорожний В.О. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Проведені дослідження застосування детонаційно-газових покриттів для підвищення функціональних властивостей деталей клапанів двигунів внутрішнього згоряння. Встановлено по сукупній оцінці службових характеристик оптимальним зміцнюючим покриттям у групі металевих покриттів слід вважати ПГ-10Н-01, а в групі металокераміки - ВК-20.

Перспективними матеріалами для виготовлення клапанів ДВЗ, що працюють в умовах впливу корозії при високих температурах (до 600-800⁰С), можуть бути вуглецева якісна сталь 45 і низьковуглецева конструкційна сталь 40Х. Проте зносостійкість сталей 45 і 40Х досить низька. Цей недолік можна усунути детонаційно-газовим зміцненням поверхні деталей з застосуванням матеріалів на основі тугоплавких карбідів типу WC і - Cr₂C₂ з металевими сполучними - ВК-15, ВК-20, ПГ-10Н-0,1, ПТ19Н-01 [1].

Для проведення випробувань по визначенню службових характеристик дослідних зміцнюючих покриттів були виготовлені спеціальні зразки, які піддавали детонаційно-газовому зміцненню на оптимальних режимах з використанням детонаційної установки УДГ-У. У якості критеріїв оптимізації ухвалювали міцність зчеплення покриття з основою (адгезія), зносо - і корозійну стійкість, твердість покриття, його товщину, що напильється за одиничний постріл, коефіцієнт використання порошку.

Методика випробувань покриттів на корозійну стійкість побудована на електрохімічному корозійному зношуванні досліджуваного зразка матеріалу під дією електричного струму в електроліті з видаленням продуктів корозії прокачуванням електроліту через щілинний канал, утворений між зразком з детонаційним покриттям (анодом) і електродом-інструментом (катодом), через який підводять електроліт.

Корозійну стійкість досліджуваних матеріалів визначали через глибину зношування зразків за час проведених випробувань (t). Час випробувань обраний таким, щоб корозійне зношування зразків з покриттям перебував у межах 50... 100 % і склав $t = 40$ хв. Глибина зношування зразків вимірялася за допомогою мікроскопа МІС-11 у дванадцяти крапках. Точність виміру глибини зношування становить 1-2 мкм. У кожному досліді одночасно випробовувалося не менш 3-х зразків, і по них визначалася середня глибина зношування матеріалу при даному режимі випробувань. Результати випробувань по визначенню корозійної стійкості детонаційних покриттів наведені в табл. 1 і на рис. 1.

Таблиця 1 - Корозійна стійкість детонаційних покриттів

Випробовуваний матеріал	Середня глибина зношування, мкм	Швидкість зношування, мкм/хв	Коефіцієнт відносної корозії Кокс	Твердість покриття, НВ	Примітки
Сталь 12Х18Н10Т	110	2,75	1,0	195	Еталон
Покриття: ВК 20	30	0,79	3,48	1100	
	30			1100	
	35			1100	
ВК10	60	0,96	2,88	643	
	55			650	
	60			652	
Сталь 30Х13 азотована h=0,3-0,4мм	120	1,08	1,89	810	
	125			820	
	125			800	

Коефіцієнт відносної корозійної стійкості ($K_{окс}$) визначався відносно еталона - зразка зі сталі 12Х18Н10Т, крім того, випробовувалися зразки зі сталі 30Х13, що пройшла азотування, і покриття ВК-20, ВК-10, що показали кращий результат у попередніх випробуваннях. Найбільша корозійна стійкість спостерігається у деталях з покриттям ВК-20 ($K_{окс} = 3,48$).

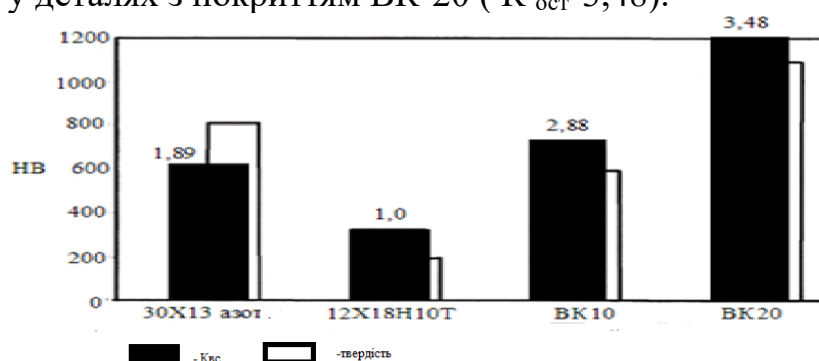


Рис. 1. Діаграма корозійної стійкості і твердості детонаційних покриттів.

Оцінка триботехнічних характеристик розроблених детонаційних покриттів проводилась по дослідженню коефіцієнта тертя ковзання спокою і задиростійкості зміцнених деталей. Випробування на статичне тертя проводилися в на трьох парах тертя (по три зразки): призма -кубики (ВК 20 - ПТ88Н12, ВК 10 -ТіС+25%Ni, ВК 10-ПТ88Н12). Таким чином, усього було випробувано 9 пар тертя. Перед випробуваннями зразки (колонки і втулки) з покриттями шліфувалися і притиралися до шорсткості $Ra=0,16$.

Міцність зчеплення покриття з основою є одним з найважливіших показників якості покриття, багато в чому є визначальним для їх працездатності в умовах експлуатації. Адгезію визначали за штифтовою методикою з використанням конічних штифтів, твердість - по методу Віккерса, втомлювальну міцність - за схемою «пульсуючого контакту» на спеціальному стенді для

випробувань. Єдиним критерієм міцності зчеплення покриття з підкладкою, є критична деформація руйнування ($E_{кр}$). Виникнення й ріст тріщин у покритті фіксувалися за допомогою акустичної емісії. Найкращі результати показала пари тертя з покриттям ВК20+ПТ- 88Н12 при зміні випробовуваного навантаження від 350 до 1000 кгс, коефіцієнт тертя склав $f=0,161...0,170$. Встановлено, покриття ВК20 досить нечутливе до змін навантажень, має високі антифрикційні й задиристійкі властивості. Досліджувані зразки з покриттям ВК-20 мають мінімальне зношування.

По сукупній оцінці службових характеристик оптимальним зміцнюючим покриттям у групі металевих покриттів слід вважати ПГ-10Н-01, а в групі металокераміки - ВК-20[2]. Застосування детонаційних покриттів дозволяє в 1,5-1,8 рази збільшити зносостійкість їх робочих поверхонь, знизити зусилля формоутворення на 10-15%, замінити дорогу сталь для виготовлення клапанів на більш дешеву конструкційну.

Список літератури:

1. Підвищення ресурсу модулів двигунів технологічними методами / В.А. Богуслаєв та ін. Запоріжжя. Мотор Сич, 2003.269 с.

2. Мовшович А.Я., Дерябкина Е.С., Ищенко М.Г. Повышение износостойкости направляющих элементов штамповой оснастки методом эпиламирования. Обработка материалов тиском. 2012. №4 (33). С. 232-236.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ СТАЛІ X105CRMO17

Клочко О.Ю., д.т.н., проф., Захожий Д.Г., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Експериментально встановлено високу ефективність лазерної термічної обробки сталі X105CrMo17 з подальшим відпуском при температурі до 500°C для підвищення триботехнічних властивостей поверхневих шарів за рахунок додаткового зменшення кількості залишкового аустеніту та виділення дрібнодисперсної карбідної фази. Така зміна структури забезпечує додаткове зміцнення та зниження небажаних напружень (збільшення мікротвердості поверхні до значень H-10-910).

Для деталей, що працюють у жорстких температурних умовах, необхідно проводити оцінку впливу температури на робочі властивості зміцнених поверхонь. Випробування на теплостійкість зразків зі сталі X105CrMo17 проводили нагріванням в трубчастій вакуумній печі при температурах 500°C і 800°C. Нагрів, витримка та охолодження зразків відбувалося впродовж 1 год на кожну операцію.

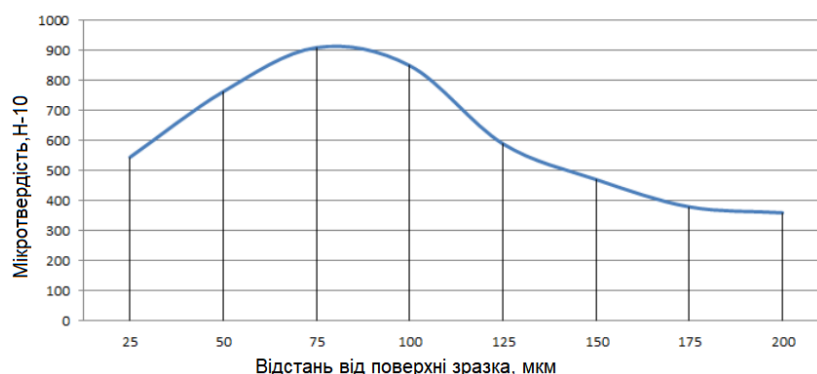


Рисунок 1. Графік розподілу мікротвердості у зоні лазерного впливу після неповного відпалу при температурі 500°C та лазерної термообробки за режимом $E = 2,2 \text{ Дж}$, $\tau = 10 \text{ мс}$, $f = 10 \text{ Гц}$, $d = 0,4 \text{ мм}$, $V = 5 \text{ мм/с}$, сталь X105CrMo17

Аналіз отриманих результатів показав, що після неповного відпалу за температурою 500° С спостерігається максимальне збільшення мікротвердості поверхні зразка (рис.1) після лазерної термообробки до значень H-10-910. Це пов'язано зі зменшенням кількості залишкового аустеніту та виділенням дрібнодисперсної карбідної фази [1]. Така зміна структури забезпечує додаткове зміцнення та зниження небажаних напружень, котрі в процесі експлуатації виробу здатні призвести до утворення тріщин.

Список літератури:

1. T.S. Skoblo, O.Y. Klochko, E.L. Belkin, A.I. Sidashenko, V.K. Avetisyan. Structure formation of high-chromium cast irons in the temperature range of the magnetic transformation of carbide phases. Lett. Mater., 2020, 10(2) 129-134. <https://doi.org/10.22226/2410-3535-2020-2-129-134>.

УДК 621.793.7

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ КОМБІНОВАНОЇ ОБРОБКИ НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ НАПИЛЕНИХ ГАЗОТЕРМІЧНИХ ПОКРИТТІВ

Дерябкіна Є.С. к. т. н., доцент; Попов Д.Р. магістрант

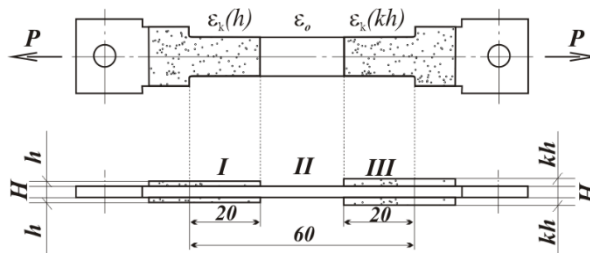
Державний біотехнологічний університет

Досліджено вплив оптимальних параметрів електроконтактного припікання, при впровадженні комбінованої технології, на підвищення якості напилених покриттів (міцність зчеплення і пористість). Встановлено підвищення якості напилених покриттів (практично без пор, міцність зчеплення 150...180 МПа), при зниженні основних технологічних параметрів процесу у 1,5...2 рази.

Використання способів електродугового і газополуменевого напилювання дозволяє формувати напилені покриття, якість яких не завжди задовольняє підвищеним вимогам до експлуатаційних характеристик деталей машин, що працюють в умовах інтенсивних виробничих процесів. Тому встає необхідність пошуку нових прийомів, що забезпечать підвищення якості відновлювальних зміцнюючих покриттів. Встановлено, що більшість способів поверхневого зміцнення вимагає відносно високих температур та тривалої обробки, що, як правило, негативно позначаються на «об'ємних» властивостях деталей. Підвищити зносостійкість, твердість та інші властивості покриттів можливо шляхом комбінації технології напилювання з подальшим їх термомеханічним зміцненням, що відкриває широкі можливості у створенні захисних покриттів з високою міцністю зчеплення і низькою пористістю. Для усунення перерахованих недоліків газотермічних напилених покриттів вибраний спосіб механотермічної зміцнювальної обробки - електроконтактне припікання.

Працездатність відновленої деталі визначається як адгезійною так і когезійною міцністю. Необхідність визначення яких є актуальною як на етапі розробки технології - адгезійна і когезійна міцності є параметрами оптимізації нанесення покриттів, так і при контролі якості готової продукції - є параметрами контролю. Дослідження адгезійних і когезійної міцності покриттів проводили по методиці випробувань, яка розроблена в Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренко НАН України (рис.1) [1], дозволяє отримувати величину деформативності, адгезійної та когезійної міцності, модулів пружності покриття та основи, а також характеризувати вид руйнувань композиції.

Критична деформація (граничний стан) зразка визначалась акустичною емісією (АЕ), деформація - після руйнації тензодатчиків, які встановлювали на поверхні зразка до початку випробувань. Даний зразок з покриттям дозволяє: визначати механічні характеристики, що включають адгезійну і когезійну міцність, характер змін механічних характеристик від товщини покриття, величину модулів пружності основи та покриття, деформативність, зіставляти кілька технологій нанесення покриттів [2].



I - матеріал основи з нанесеним покриттям – h, II – матеріал основи, III – матеріал основи з покриттям - kh.

Рис.1.Зразок для визначення міцності зчеплення.

В результаті оптимізації технології електроконтактного припікання напилених покриттів було встановлено технологічні параметри процесу, що забезпечують підвищення міцності зчеплення покриттів до 160...180 МПа та щільності до 95...99%. Величина тиску знаходилася в межах 10...40 МПа, сила струму - 8...16 кА. Покриття одержували в імпульсному режимі пропускання електричного струму. Час тривалості дії тиску і високої температури складав 0,01 до 0,4с. Відповідність часу імпульсу до паузи вибирали залежно від властивостей матеріалу покриття і деталі в межах 0,5...1. Як досліджувані матеріали використовували порошкові матеріали: порошок сплаву ПГ-С1 та порошковий дріт ФМІ-2 .

Аналізуючи отримані результати досліджень слід зазначити, що виявилися значними ефекти взаємодії тиску та струму припікання, тиску та невеликій тривалості імпульсу. Майже однаково на міцність зчеплення впливають тиск і струм, на пористість – величина струму та ефект взаємодії струму та тиску. Проведені дослідження фізико-механічних властивостей напилених покриттів після електроконтактного припікання показали, що для збереження «спадкової» структури покриттів з ПГ-С1 необхідно застосовувати «м'які» режими зі швидкістю нагріву $150^0 - 200^0$ град/с та тиском припікання в межах 25 – 35 МПа.

Дослідження показали, що використання електроконтактного припікання дозволяє одержувати практично безпористі напилені покриття з високою міцністю зчеплення. Адгезійна та когезійна міцність покриттів збільшилася в 2...2,5 рази (з 70 МПа до 160МПа), пористість складала 2...6 % (пористість напилених покриттів-25-30%).

Особливості ущільнення та нагрівання напилених порошкових шарів при подальшому їхньому електроконтактному припіканні забезпечують отримання покриттів з рівномірним розподілом фізико-механічних властивостей по поверхні, що зміцнюється. Аналіз процесів формування адгезійного зв'язку між покриттям та підкладкою відкриває нові можливості на шляху вдосконалення технологічних процесів отримання захисних покриттів та підвищення їх фізико-механічних та експлуатаційних характеристик. В результаті досліджень структури та властивостей покриттів, а також їх впливу від технологічних параметрів процесу показано, що електроконтактне припікання з одного боку підвищує якість напилених покриттів (практично без пор, міцність зчеплення 150...180 МПа), а з іншого – дозволяє знизити основні технологічні параметри процесу ЕКП у 1,5...2 рази.

1. Веремчук В.С. К определению прочностных характеристик элементов конструкций с покрытием повышенной деформативности. *Проблемы прочности*, 1986. №11. С.92-97.

2. Медведева Н.А. Повышение прочности сцепления и снижение пористости напыленных покрытий из порошковых материалов электроконтактным припеканием. *Национальный технический университет Украины "КПИ"*. Киев. 2006. С.121-130.

УДК 621.793.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПОВЕРХНІ ДЕТАЛЕЙ ПРИ НАНЕСЕННІ КОРОЗІЙНОСТІЙКИХ ПОКРИТТІВ

Дерябкіна Є.С., к. т. н., доцент, Збіняков М. О., здобувач вищої освіти
СВО «Магістр»

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Представлені результати дослідження шорсткості поверхонь під нанесення зміцнюючих покриттів, оброблених голкофрезеруванням. Зазначений інструмент на "жорсткому режимі" різання $N=3$ мм, $n_{ц} = 150$ об/хв забезпечує можливість високопродуктивної обробки поверхні під нанесення газополум'яного покриття з отриманням шорсткості Ra 9-12 мкм. Показано можливість отримання регламентованої шорсткості поверхні основи під напилювання.

Підвищення експлуатаційних властивостей деталей дозволить суттєво збільшити їхній ресурс транспорту загалом і значно скоротити витрати на купівлю запасних частин. Вирішення завдань підвищення експлуатаційних властивостей деталей насамперед залежить від удосконалення процесу їх ремонту за рахунок впровадження прогресивних способів відновлення та зміцнення деталей з урахуванням їх конструктивно-технологічних особливостей, економії матеріалів та зниження трудомісткості, забезпечення зносостійкості відновлених деталей у 1,5 - 2,0 рази вище нових. Серед перспективних способів відновлення виділяють нанесення газотермічних покриттів, і в першу чергу - газополум'яних.

Для підвищення механічного зчеплення частинок, що напилюються, з основою на її поверхні штучно формують шорсткість. Вибір способу попередньої підготовки поверхні залежить від виду і товщини покриття, способу напилення, властивостей порошку, що напилюється, і матеріалу виробу, конфігурації і розмірів поверхні [1]. Найбільш ефективним і перспективним способом поверхневої обробки є механічне оброблення голкофрезеруванням для забезпечення необхідної шорсткості поверхні.

Обробку поверхні деталей під нанесення газополум'яного покриття проводили при швидкості обертання голкофрези n від 60 до 200 (з кроком 20) об/хв і натягу N - від 1 до 4 (з кроком 0,5) мм. Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 1. З аналізу експериментальної кривої видно, що зі збільшенням числа оборотів шорсткість оброблюваної поверхні збільшується, аж до насичення при оборотах 150+10 об/хв і потім дещо знижується, що можна пояснити зменшенням глибини проникнення голок в поверхню, що обробляється.

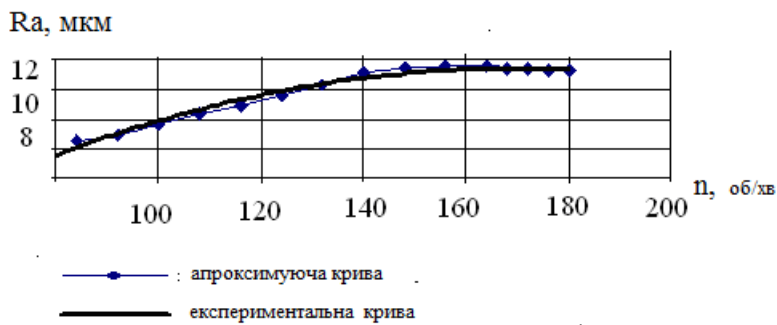


Рис. 1. Залежність шорсткості поверхні, що напилюється, від швидкості обертання голкофрези.

Апроксимуючи експериментальну криву, отримано рівняння 2-го ступеня (1), що встановлює зв'язок шорсткості поверхні основи зі швидкістю обертання голкофрези (при коефіцієнті кореляції $R^2 = 0,9791$):

$$y = -1 \cdot 10^{-6} \cdot x^2 + 0,0051x + 1,6059, \quad (1)$$

де y - шорсткість R_a , мм, x - швидкість обертання голкофрези n_r , об/хв.

Шорсткість поверхні визначали на профілактографі - профілометри "Taylor/Hobson". Відносна опорна довжина (L) – 20 мм, базова довжина – 0,8 мм. Шорсткість оцінювалася параметрами R_a , R_t , R_{Sm} , R_z , R_{mr} (ГОСТ 2789-1973 і стандарт ISO 4287-1997), де R_a - середнє арифметичне відхилення профілю, R_t - середнє квадратичне відхилення профілю, R_z - висота нерівностей по десяти точках, середній крок нерівностей, R_{mr} - крок профілю по вершинах. З рис. 2 слід, що з «жорсткої» обробці відбувається відповідне збільшення параметрів R_a , R_t , R_z , а параметри Q_a - середнє арифметичне значення кута нахилу профілю і Q_q - середнє квадратичне значення кута нахилу профілю залишаються незмінними. Значення S_m вказують на те, що при незмінних Q_a , Q_q нерівності стають більшими і протяжнішими. Особливо цікавим є фіксація ефекту відтискання матеріалу. Цей ефект характеризується зростанням параметрів R_a , R_t , R_z у зоні контакту у напрямку руху голкофрези.

Зазначений характер залежності $R_a=f(n)$ пояснюється тим, що зі зростанням швидкості обробки внаслідок віджимання голок зменшується впровадження в оброблювану поверхню. Зменшення застосування призводить до зниження шорсткості, а подальше незначне зростання шорсткості пояснюється збільшенням пластичних деформацій на окремих ділянках. Зі збільшенням щільності розташування голок шорсткість спочатку зростає, а потім трохи знижується. Зі збільшенням натягу зменшується кількість голок, які контактують з одиницею площі. Зі збільшенням натягу шорсткість поверхні зростає внаслідок збільшення глибини застосування голок. Збільшення натягу вище оптимального значення призводить до зменшення глибини застосування голок. Аналіз профілограм поверхні показав, що максимальна величина $R_a=10,8$ мкм отримана при швидкості обертання 150 об/хв, а мінімальна величина $R_a=5,7$ мкм при швидкості обертання 60 об/хв.

Враховуючи те, що характер мікрорельєфу, отриманий механічною обробкою, залишається тим самим при зміні параметрів процесу, можна вважати, що якісно картина формування шорсткості поверхні відображена правильно. Результати даного дослідження можна використовувати для розробки технології отримання регламентованої мікротопографії поверхні деталей. Параметри R_p , $R_{\text{вист}}$, $R_{\text{вп}}$, θ , V розраховувалися за методиками [2]. Висота згладжування R_p визначалася як відстань від лінії виступів середньої лінії. Середні радіуси виступів $R_{\text{вист}}$ і западин $R_{\text{вп}}$ визначалися за формулами 2 [2]:

$$R_{\text{см}} = \frac{9R_a^2 S_m^2}{128(R_p - 0,5R_a)^3} \quad R_{\text{вп}} = \frac{9R_a^2 S_m^2}{128(5,5R_a - R_p)^3} \quad (2)$$

Середній кут нахилу бічної стінки профілю та параметри опорної кривої v , обчислювали за формулами 3[2]:

$$\theta = \arctan \frac{2R_{\text{max}}}{S}, \quad v = 2t_{\text{cp}} \frac{R_p}{R_a} - 1, \quad (3)$$

де R_{max} – максимальна висота профілю, S – середній крок виступів профілю щодо опорної довжини; t_{cp} - відносна опорна довжина профілю лише на рівні середньої лінії.

Дані дослідження дозволяють експериментально обґрунтувати методику дослідження мікротопографії поверхні, залежність параметрів від обробки поверхні голкофрезою з параметрами, що змінюються d_i , N , l_i , n , P .

Висновки. Застосування механічної обробки для попередньої підготовки поверхні під напилення замість дорогої, екологічно шкідливої – абразивоструйної обробки, при зміцненні деталей дозволило отримати шорсткість поверхні $R_a = 10-12$ мкм (при абразивоструйній обробці $R_a = 6-7$ мкм). Встановлено, що параметри щіткової обробки (швидкість обертання (n), натяг ($N_{\text{щ}}$), діаметр (d_i) та вільна довжина (l_i) голок) впливають на параметри шорсткості обробленої поверхні. Максимальна шорсткість отримана при $n=150$ об/хв, $d_i=0,8$ мм; $l_i = 30$ мм; $S_{\text{щ}}=1,2$ м/хв; $N_{\text{щ}} = 3$ мм.

Список літератури:

1. Полянський А.С., Лузан С.А., Дерябкина Е.С. Обоснование возможности подготовки поверхности металлическими щетками для газотермического напыления покрытий. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного*. 2011 Т.11, Вип.1. С.34-42.
2. Сулов А.Г. Технологическое обеспечение параметров состояния поверхностного слоя деталей. Київ: Наукова думка, 1997. 208 с.

УДК 62.620.3

ВІДНОВЛЕННЯ ПОСАДКОВИХ МІСЦЬ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ У ВУЗЛАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПОЛІКОМПОЗИТНИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Дерябкіна Є.С., к. т. н., доцент, Гузовський В.З., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»

Державний біотехнологічний університет

Стендові випробування на витривалість посадок підшипників, відновлених нанокompозитом показали, порівняно з ненаповненим герметиком, збільшення ресурсу до 1,42 разів. Це дозволяє відновлювати посадкові місця підшипників із великим зносом, тобто має місце підвищення ефективності технології відновлення.

В даний час для компенсації зношування посадкових отворів підшипників у корпусних деталях при відновленні використовують анаеробні герметики, акрилові адгезиви, еластомери та композити на їх основі.

Анаеробні герметики відрізняються здатністю довго зберігати свої первісні властивості без змін і з високою швидкістю полімеризуватися в зазорі між металевими деталями, що сполучаються, після витіснення із зазору кисню повітря. Анаеробні герметики мають хорошу адгезію до металів, високу стійкість до різних контактних середовищ: вода, трансмісійні, моторні та індустріальні олії, палива, органічні розчинники, кислоти, луги тощо.

Головним недоліком, який обмежує широке використання анаеробних герметиків, є відносно висока ціна. У зв'язку з цим, щоб підвищити економічну ефективність відновлення в матеріал вводять різні наповнювачі.

Так, розглянемо композит для відновлення нерухомих з'єднань підшипників кочення. Склад композиту: (в % від загальної маси): анаеробний герметик Анатерм 111 - 100; мікророзмірні частки бронзи БПП 1 – 1,2. Міцність клейового з'єднання композиту при рівномірному відриві (рис. 1) збільшилася на 17% (до 21,8 МПа) порівняно з ненаповненим герметиком (18,6 МПа) [1]. Недоліком матеріалу є його схильність до старіння у процесі експлуатації.

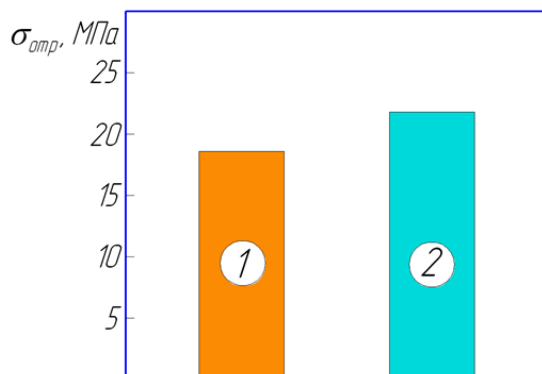


Рис.1. Міцність клейового з'єднання, виконаного анаеробним герметиком і композитом на його основі

Для відновлення посадкових місць підшипників у важко навантажених

підшипникових вузлах. запропоновано композит у складі якого анаеробний герметик Анатерм 112 - 100%, мікророзмірні частинки алюмінію ПАП 1 - 12%; мікророзмірні частинки алюмінію бронзи БПП 1 - 0,35%. Слід зазначити, що в порівнянні з ненаповненим герметиком АН 112, питома робота руйнування композиту збільшилася в 1,33 рази, ресурс відновлених посадок збільшився до 30%, коефіцієнт теплопровідності – 23 рази (рис. 2), завдяки чому підвищилося тепловідведення та нагрівання підшипникових вузлів знизилося на 12°C.

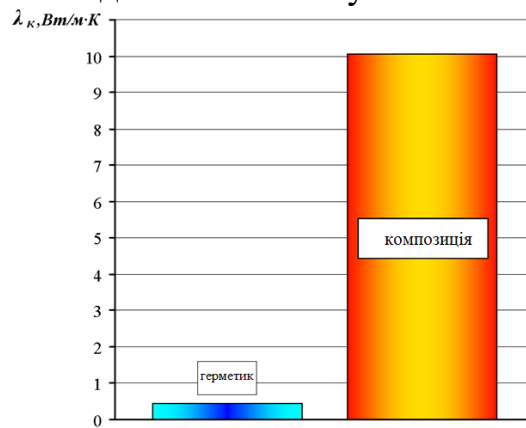


Рис.2. Теплопровідність анаеробного герметика і композита на його основі

Теоретично та експериментально обґрунтуємо вибір металевих наночастинок алюмінію та міді при наповненні анаеробного герметика Анатерм 111. За результатами досліджень розроблено оригінальний склад нанокompозиту: анаеробний герметик Анатерм 111 – 100мас.ч., наночастки алюмінію – 1,0,0.25мас.ч. У порівнянні з ненаповненим герметиком міцність клейових сполук нанокompозиту збільшилася в 1,28 разу, від 26,4 до 33,8 МПа, деформація в 1,15 раза, від 8,2 до 9,5%, питома робота руйнування в 1,27 разів, від 71,2 до 90 МДж/м³ [2].

Після введення металевих нанопорошків коефіцієнт теплопровідності нанокompозиту збільшився порівняно з не наповненим полімером до 5,26 разу від 0,41 до 2,16 Вт/м*К.

Стендові випробування на витривалість посадок підшипників, відновлених нанокompозитом показали, порівняно з ненаповненим герметиком, збільшення ресурсу до 1,42 разів. Це дозволяє відновлювати посадкові місця підшипників із великим зносом, тобто має місце підвищення ефективності технології відновлення.

Наночастинки забезпечують суттєве покращення фізико-механічних властивостей нанокompозиту в порівнянні з ненаповненим анаеробним герметиком.

Список літератури:

1. Наноматеріали, нанотехнології, нанопристрої. Боровий М.О., Куницький Ю.А., Каленик О.О., Овсієнко І.В., Цареградська Т.Л. Київ: «Інтерсервіс», 2015. 350 с.
2. Наноматеріалознавство і нанотехнології. Кондир А.І. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки. –2016. –452 с.

УДК 62.620.3

ОСОБЛИВОСТІ РОЗМІРНОГО КАЛІБРУВАННЯ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ПОСАДКОВИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

**Дерябкіна Є.С., кандидат технічних наук, доцент, Гузовський В.З.,
здобувач вищої освіти СВО «Магістр»**

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Досліджено технологію відновлення посадкових отворів корпусних деталей за допомогою операції розмірного калібрування. Розглянуто властивості полімерних матеріалів.

Розглянемо технологію відновлення посадкових отворів у корпусних деталях, що включає операцію розмірного калібрування. Дослідження показали, що модуль пружності еластомеру становить 1040 МПа. Показник адгезійної міцності еластомеру становить 10,8 КН/м. Розмірне калібрування дозволяє виключити вплив усадки полімеру під час затвердіння. З цієї причини збільшується точність розмірів отвору з полімерним покриттям, підвищується ефективність відновлення. Суть калібрування полягає в тому, що на зношену поверхню деталі наносять шар епоксидної композиції, який після попереднього часткового затвердіння калібрують, виключаючи таким чином розточення відновлених отворів.

Полімерні матеріали є утеплювачами, тому їх теплопровідність менша за аналогічний параметр чорних металів близько 100 разів. З цієї причини у важко навантажених підшипникових вузлах з посадками, відновленими полімерними матеріалами, у процесі експлуатації погіршено тепловідведення. Можливе збільшення температури полімерного матеріалу внаслідок гістерезисних втрат, утруднення тепловідведення можуть призвести до істотного зростання температури деталей підшипника, мастильного матеріалу і, у ряді випадків, спричинити зниження ресурсу підшипникового вузла.

Значення граничної товщини еластомерного покриття істотним чином обмежене податливістю відновленої опори під дією радіального навантаження, тому що податливість визначає зміщення осі підшипника щодо осі отвору. Надмірне збільшення товщини полімерного покриття зменшує коефіцієнт податливості опори кочення, тобто. при навантаженні збільшується зміщення осі підшипника щодо осі отвору. Це призводить до перекосу підшипників, осей валів, зубів шестерень, зниження їх ресурсу. Тому гранична товщина покриття з розчину еластомеру не перевищує 0,1 мм.

Встановлено, що у посадці підшипника з композиту на основі еластомеру коефіцієнт Кірхгофа зріс у порівнянні зі стандартним підшипником (з'єднання «сталь-сталь») від 3,64 до 9,58 разів залежно від товщини полімерного покриття. При цьому пляма контакту навантажених тіл із доріжкою кочення зросла від 1,11 до 1,86 разу порівняно зі стандартним підшипником. Зі зростанням товщини полімерного покриття коефіцієнт податливості пружної основи зменшується за лінійною залежністю від 65,72 до 45,39 Н/мм² (рис. 1). Завдяки введенню мікророзмірних металевих частинок в еластомер, коефіцієнт податливості

пружної основи композиту зріс від 1,29 до 1,37 рази порівняно з не наповненою матрицею.

Через підвищення модуля пружності композиту, гранична товщина покриття з композиту на основі еластомеру збільшилася на 25% до 0,125 мм. Однак зі збільшенням модуля пружності покриття, деформація зовнішнього кільця підшипника при навантаженні зменшується, відповідно, порівняно з ненаповненим полімером, більші контактні напруги і менше ресурс [1].

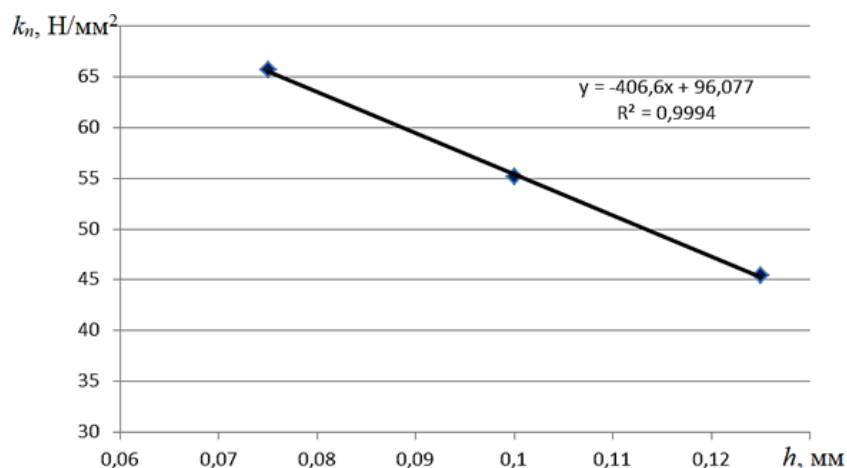


Рис. 1. Зміна коефіцієнту піддатливості k_n при різній товщині h полімерної підкладки із композиції еластомерів

Наповнення полімерної матриці металевими мікророзмірними частинками практично не змінює теплостійкість та температуру склування композитів.

Завдяки високій поверхневій енергії наночастинок, останні вступають у міжмолекулярну взаємодію з полімерними волокнами і розподіляються навколо них за допомогою слабких сил Ван дер Ваальса. Зважаючи на те, що між наночастинками та макромолекулами полімеру діють лише слабкі міжмолекулярні зв'язки, «жорсткість» і «гнучкість» наноструктурованих волокон визначається «жорсткістю» та «гнучкістю» волокон ненаповненого полімеру.

Завдяки збереженню гнучкості волокон, зі збільшенням товщини останніх, підвищуються високоеластична деформація, пружні властивості та зменшується залишкова деформація в полімерних нанокompозитах.

У той же час має місце зменшення рухливості полімерних ланцюгів, збільшення товщини останніх завдяки наночастинкам знижує вплив зовнішньої температури і підвищує теплостійкість нанокompозиту.

Отримані нанокompозити відрізняються від ненаповнених матеріалів, упорядкованою структурою, вищими деформаційно-міцнісними та теплофізичними властивостями. Деформаційно-міцнісні та адгезійні властивості полімерного матеріалу відіграють важливу роль. Завдяки пружній деформації покриття і відповідно кільця підшипника при навантаженні останнього відбувається зниження напруги в зоні контакту навантажених тіл з доріжками кочення і збільшується ресурс підшипника. Підвищена міцність та тріщиностійкість характеризують здатність матеріалу протистояти циклічним

навантаженням та забезпечують високу витривалість матеріалу. Висока адгезія перешкоджає відшаровуванню полімерного покриття при запресуванні підшипника [2]. Тому, нанорозмірні наповнювачі повинні підвищувати деформаційно - міцнісні та адгезійні властивості композиту в порівнянні з ненаповненим полімером. Необхідно досліджувати вплив наповнювачів на вищезгадані споживчі властивості нанокompозиту, що розробляється на основі еластомерів.

У процесі експлуатації підшипникового вузла автотракторної трансмісії полімерне покриття у відновленому посадковому отворі піддається теплоциклуванню. Вплив підвищених та знижених температур призводить до термічного старіння полімерного матеріалу. Тому збільшення термостійкості є актуальним завданням розробки нових композитів, призначених для відновлення отворів в корпусних деталях сільськогосподарської техніки.

Список літератури:

1. Афтандіянц Є.Г., Зазимко О.В., Лопатько К.Г. Наноматеріалознавство: Навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС. 2015. 480 с.
2. Головки В.В., Кузнецов В.Д., Фомічов С.К. Нанотехнології у зварюванні низьколегованих високоміцних сталей: Монографія. Київ: НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка». 2016. 240 с.

УДК 621.793

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

**Омельченко Л. В., к.т.н., ст. викладач; Мороховський Р.М., магістрант;
Григоренко Є. М., магістрант**

ДБТУ, м. Харків, Україна

У тезі аналізуються переваги та недоліки існуючих технологій нанесення захисних покриттів і зміцнення деталей, включаючи використання карбіду, нітриду кремнію та вуглецю. Пропонується новий підхід, заснований на використанні модифікуючої домішки з вторинної сировини, що забезпечує формування якісного перехідного шару без дефектів і з оптимізованою структурою.

Проблема підвищення експлуатаційної стійкості деталей відноситься до машинобудування, зокрема, транспортного та сільськогосподарського і її вирішенню присвячено цілий ряд робіт.

Так, відомий спосіб отримання захисного покриття на виробах з добавкою карбіду, нітриду кремнію, з вуглецевмісною основою, що включає формування на поверхні зміцненого шару шляхом нанесення шликерного покриття з суміші дрібнодисперсних порошків вуглецю та нітриду кремнію. Вироби нагрівають в парах кремнію в замкнутому об'ємі до температури 1700-1800°C з витримкою в зазначеному інтервалі протягом 1-2 годин і охолодженням [1]. При нагріванні до такої температури відбувається капсулювання частинок нітриду кремнію (попередньо нагрівають порошок нітриду кремнію до 1500°C) в киплячому шарі в середовищі вуглецевмісного газу при температурі часткової карбідизації формується на частинках Si_3N_4 пировуглицеве покриття.

Недоліком даного способу є те, що нагрів виробу до температури 1700-1800°C при нанесенні шликерного покриття призведе до деформації і втрати форми особливо тонкостінних виробів з вуглецевмісних сталей.

Інший спосіб наплавлення плазмовим струменем з присадочним дротом з мідних сплавів і аустенітних нержавіючих сталей на маловуглецеві і низьколеговані сталі [2].

Недоліком цього способу є те, що при наплавленні утворюються покриття з крупнозернистою або дендритною структурою.

Найбільш поширеним за технічним рішенням є відомий спосіб відновлення і зміцнення деталей [3], що включає застосування низьковуглецевого дроту з попереднім нанесенням домішки, що містить легуючі та модифікуючі компоненти на поверхню відновлюваної деталі (шликерне покриття).

Недоліком такого способу модифікування поверхні з використанням шлакоутворюючих сумішей є відмінні властивості у складі компонентів, які мають різний інтервал температур плавлення, що не забезпечить отримання однорідної структури з дрібним зерном і міцною перехідною зоною при

обмеженій масі наплавленого матеріалу з малим інтервалом зміни температури рідкої ванни.

Тому проведені дослідження з розробки способу підвищення властивостей відновлюваних наплавленням виробів за рахунок формування якісного перехідного шару без дефектів, з дрібним зерном, покращеного за рахунок утворення хвилястої зони зчеплення, а також зменшеною довжиною області термічного впливу. Досягнути таких результатів можливо шляхом застосування модифікуючої домішки з вторинної сировини – магнітної складової детонаційної шихти, отриманої при утилізації боєприпасів і спеціально підготовленої до використання. Отриману шихту поділяють на не магнітну і магнітну фракції і використовують останню, яка складається з: С - 2,87-4,5 %, Сu - 6,1 %, решта оксиди заліза. При цьому, вуглець знаходиться у вигляді дисперсних включень мікро - і наноалмазів, ультрадисперсного графіту в сполученні з окислами. При надходженні шихти в зону наплавлення з шликерного покриття першими розчиняються оксиди міді та заліза, а потім вуглецьвмісткі домішки, в той же час алмазні включення проходячи через шар наплавлення і не розчиняючись осідають локально на дно рідкої фази, формуючи хвилясту, зміцнену структуру перехідної зони. За рахунок зниження температури при їх введенні в процесі наплавлення істотно зменшуються рівень напружень і зона термічного впливу.

Список літератури:

1. Тимофеева Л.А., Волониеа Л.В., Гордієнко П.М.. Аналіз нанесення технологічних параметрів зносостійкого покриття // Збірник наукових праць УкрДУЗТ – Харків-2017 вип.170 – С13-19

2. Гришкевич О.Д., Гринюк С.І., Гришин В.С., Анісімов В.М.. Іонно-плазмове зміцнення внутрішніх робочих поверхонь пар тертя. // Матеріали 23 Міжнародної науково-технічної конференції Київ – 2023 С18-21

3. Скобло Т.С., Гончаренко О. О., Марков А. В., Омельченко Л. В., Тупіченко С. В. "Методика дослідження структуроутворення при відновленні деталей з використанням модифікаторів" // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів // №6 Харків 2016 С57.

УДК 631.31

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ НОВИХ ЛЕМІШІВ НАПЛАВЛЕННЯМ БАР'ЄРНИХ ВАЛИКІВ

Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Діордійчук В.В. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Процес взаємодії робочих органів машин із ґрунтом при їх переміщенні характеризується впливом абразиву на клин із плоскою або криволінійною робочою поверхнею. На основі проведених досліджень запропоновано спосіб зміцнення плужних лемішів шляхом отримання більш рівномірної поверхні тертя.

Плужний леміш є однією з найбільш відповідальних і швидкозношуваних деталей, який повинен забезпечувати при оранні мінімальний тяговий опір, мати достатній ресурс і відповідати необхідним агротехнічним вимогам [1, 2].

Як у нас у країні, так і за кордоном, процес основної обробки ґрунту традиційно виконується лемішно-відвальними плугами загального призначення. Однак виробничі показники плугів залишаються низькими, внаслідок їх високої енергоємності і малих термінів служби робочих органів, які схильні до інтенсивного зносу і мають при цьому високу вартість. Основною деталлю плуга, що визначає енергетичні, якісні показники, і навіть тривалість безвідмовної працездатності плуга, є леміш, тобто. від стану лемеша залежать ресурси, що витрачаються на обробку ґрунту. У масовому виробництві нині перебувають долотоподібні лемеша П-702А, що виготовляються із сталі Л53 і 65Г. Ці лемеші мають складну форму, технологія виготовлення їх заснована на застосуванні спеціального обладнання, а самі лемеші не завжди забезпечують необхідні показники плуга. У зв'язку з цим дослідження, спрямовані на підвищення ресурсу лемешів плугів загального призначення, є актуальними та мають важливе господарське значення.

В результаті прискореного абразивного зношування поверхні, що випереджає зношування та деформації носової частини лемеша та затуплення ріжучої кромки збільшується тяговий опір орного агрегату, зростає витрата палива, знижується рівномірність оранки по глибині, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур.

Недостатній ресурс лемеша збільшує витрати цих деталей як запасні частини і витрати на технічне обслуговування орних агрегатів.

Недостатній ресурс робочих органів ґрунтообробних машин, що поставляються, призводить до швидкого виходу з ладу цих деталей. Це значно збільшує витрати сільськогосподарських товаровиробників на їх купівлю як запасні частини, знижує якість виконуваних польових робіт і збільшує терміни їх виконання.

З огляду на прогресуючого старіння і скорочення машинно-тракторного парку господарств (поточна забезпеченість 45...60% від нормативу) рівень використання виробничих потужностей різних ремонтно-технічних підприємств

лежить у межах 10...36%. Проте останніми роками виник економічний ефект від роботи ремонтно-обслуговуючої бази. Близько 25% сервісних підприємств навіть збільшують обсяги робіт. Саме на основі цих формувань можливе впровадження сучасних технологічних процесів зміцнення деталей сільськогосподарських машин.

Ресурс може бути збільшений шляхом зміцнення цих деталей зносостійким покриттям.

Критерієм зниження зношує здатності ґрунту є зниження його зв'язності шляхом зменшення ступеня закріпленості абразивних частинок ґрунтової маси в зоні контактування металевої поверхні леміша за рахунок зміни особливостей взаємодії абразивних частинок між собою та металевою поверхнею шляхом формування бар'єрних валиків на шляху тертя.

Варіанти зміцнення поверхні за схемами наплавлення валиків наведеними на рис. 1, де варіант зміцнення поверхні наплавленням бар'єрними валиками по куту 50° до ріжучої кромки леміша показав найбільше напрацювання.

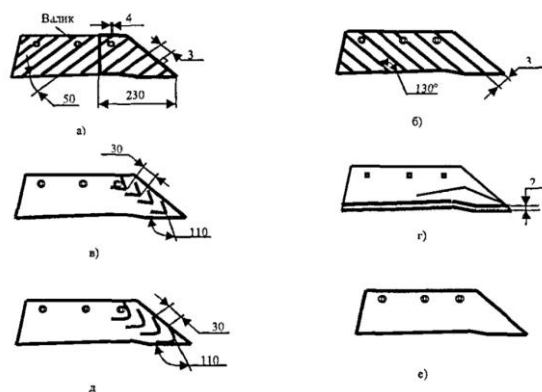


Рис. 1 Схема зміцнення поверхні леміша шляхом наплавлення одиночними валиками

На основі проведених досліджень запропоновано спосіб зміцнення плужних лемішів шляхом отримання більш рівномірної поверхні тертя (рис. 2). Наплавлення валиків проводили електродом $\varnothing 3,0\text{мм}$ УОНІ-13/55 на лицьовій стороні леміша згідно схеми.



Рисунок 2 – Схема зміцнення леміша

Для оцінки ефективного використання запропонованого способу зміцнення необхідно провести польові дослідження й порівняння з відомими зразками.

Список літератури:

1. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: Монографія. / В.В. Аулін, А.А. Тихий – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2017. – 279с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник. Т.І: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. ч. 1 / П. М. Заїка - Харків: Око, 2001. – 444 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРУ ЗЕРНА НА ТВЕРДІСТЬ НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВОЇ СТАЛІ

Клочко О.Ю., д.т.н., проф., Шнель В. Є., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Експериментально досліджено зв'язок твердості металів, виміряних методом Брінелля та Віккерса, а також значень твердості за Брінеллем на границі плинності $HV_{0.2}$ з розміром зерна. Отримане рівняння залежності виявилось аналогічним зв'язку границі плинності $\sigma_{0.2}$ з розміром зерна, відповідно закону Холла-Петча.

Проведено експериментальні дослідження щодо впливу розміру зерна на значення твердості за Віккерсом і Брінеллем та твердості за Брінеллем на границі плинності. Експерименти проводили на сталі 10. Різний розмір зерна отримували шляхом проведення різних видів термічної обробки.

Після термічної обробки шліфів було підготовлено для аналізу мікроструктури та визначення розміру зерна [1]. Середній розмір зерна визначали за допомогою двох способів – ручного та автоматизованого підрахунку. На рис.1 представлено результати комп'ютерного дослідження зразка зі сталі 10 після відпалу (нагрів до 800°C , витримка 30хв).

Значення твердості за Брінеллем визначали за допомогою індентора $D = 2.5$ мм під навантаженням $F = 187.5$ кг і витримкою під навантаженням 5 с. Значення твердості границі плинності визначали індентором $D = 10$ мм. Твердість за Віккерсом вимірювали під навантаженням $F = 10$ кг.

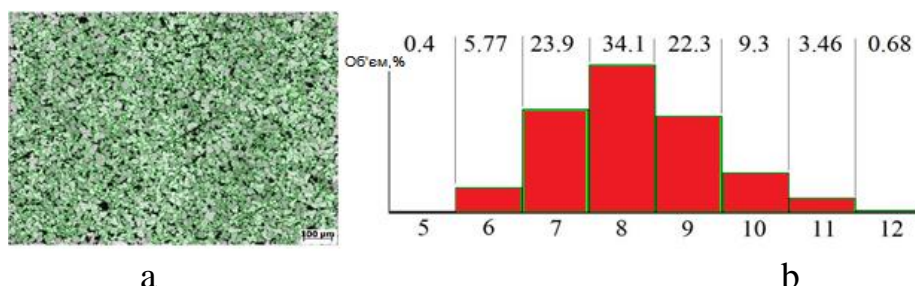


Рисунок 1. Результати визначення параметрів мікроструктури зразка: а – фотографія мікроструктури, $\times 100$; б – гістограма розподілу зерен за номерами

Далі, на кожному зразку визначали значення твердості за Брінеллем HV , твердості на границі плинності $HV_{0.2}$, а також твердості за Віккерсом $HV10$.

За результатами проведених експериментів встановлено, що значення твердості за Брінеллем HV , твердості на границі плинності $HV_{0.2}$, а також твердості за Віккерсом $HV10$ для сталі 10 збільшуються при зменшенні середнього розміру зерна, при цьому залежність твердості на границі плинності $HV_{0.2}$ від розміру зерна описується аналогічно до рівняння Холла-Петча.

Список використаних джерел:

3. ДСТУ 8972:2019 Сталі та сплави методи виявлення та визначення величини зерна. – ДП «УкрНДНЦ», 2019

УДК 621

ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ СТАЛЕВИХ ПРОКАТНИХ ВАЛКІВ

**Автухов А.К., д.т.н., проф., Ковалевський Є.В., аспірант,
Гульмамедов Р.Б. магістрант**

Державний біотехнологічний університет

Надано інформацію щодо причин утворення дефектів при виробництві кованих валків холодної прокатки. Показано, що стан металу валків суттєво залежить від параметрів плавки сировини та швидкості охолодження при кристалізації. Для виробництва сталевих валків холодної прокатки доцільно використовувати електрошлаковий перплав, що є інноваційним та екологічно чистим методом, який покращує якість та ефективність виробництва прокатних валків.

Під час виробництва сталевих прокатних валків, починаючи від етапу виплавки і закінчуючи ковкою, існує можливість виникнення різних дефектів таких як: утворення полостей та газопор, та напруг та тріщин, утворення окисів та інклюдій, недостатня щільність металу [1].

Порожнисті області або пухирці газу можуть утворюватися під час виплавки через невідповідність сировини або процесу виплавки технологічним вимогам. Ці дефекти можуть призвести до зниження міцності валків та погіршення їхньої якості.

Висока температура і залишкові напруги під час виплавки можуть сприяти утворенню напруг та тріщин. Ці дефекти можуть зробити валки крихкими та зменшити їх тривалість служби.

Неправильна обробка або недостатня чистота сировини можуть призвести до утворення окисів та інших інклюдій у металі. Це також може знизити міцність валків та призвести до інших дефектів.

Нерівномірне кування або недостатня щільність матеріалу може призвести до нерівномірностей у структурі металу, що впливає на міцність валків

Наведені вище дефекти можуть призвести до руйнування валків, і ця ситуація може статися ще до початку експлуатації, під час зберігання та під час залишкової термічної обробки.

Стан металу валків суттєво залежить від параметрів плавки сировини та швидкості охолодження, що суттєво впливають на процес кристалізації та утворення необхідної кристалічної структури.

При виборі конкретного методу кристалізації існує низка важливих факторів, які визначаються вимогами якості та необхідними характеристиками для прокатних валків. Ці фактори включають різноманітні аспекти, такі як вимоги до механічних властивостей валків, рівню структурної однорідності, стійкості до зносу і корозії, а також теплопровідності та ефективності охолодження. На вибір методу впливають особливості конкретних матеріалів, бюджетні обмеження та особливості технологічного процесу виробництва.

Враховуючи цей комплекс факторів, інженери та фахівці з виробництва прокатних валків приймають обґрунтовані рішення щодо вибору оптимального методу кристалізації, який забезпечить бажану якість та характеристики валків, що, у свою чергу, позначається на якості прокатного виробництва та його кінцевих продуктах.

Електрошлакова кристалізація – це унікальний метод у галузі металургії, який використовується для формування кристалічної структури металевих заготовок, включаючи прокатні валки[2]. Цей метод заснований на використанні електричного струму для плавлення та кристалізації металу у шлаку.

Процес електрошлакової кристалізації починається із завантаження металеві сировини та шлакоутворюючих матеріалів у плавильну піч. Електроди занурюються в цю суміш і при подачі електричного струму вони починають нагрівати матеріал. Метал плавиться та утворює розплав, який оточений шлаком.

Перевага електрошлакової кристалізації полягає в тому, що вона забезпечує високий рівень контролю за процесом кристалізації. Це дозволяє створювати матеріал з бажаною мікроструктурою та хімічним складом. В результаті виходить заготівля з певними механічними та фізичними властивостями.

Кристалізація в шлаку також допомагає видаляти небажані домішки та включення з металу, що сприяє підвищенню його якості [3]. Цей метод дозволяє виготовляти заготівлі для прокатних валків з більш високою чистотою та мікроструктурою, що, у свою чергу, сприяє збільшенню механічної міцності та довговічності валків.

Важливим аспектом електрошлакової кристалізації є більш ефективне використання матеріалу, так як метал може бути переплавлений і використаний знову без погіршення якості. Це сприяє зниженню витрат на сировину та виробництво, що робить метод більш економічно вигідним.

Таким чином, електрошлакова кристалізація є інноваційним та екологічно чистим методом, який покращує якість та ефективність виробництва прокатних валків.

Список літератури:

1. Производство и применение прокатных валков : справочник / Т. С. Скобло и др.; под ред. Т. С. Скобло. Харьков, 2013. ЦД № 1. 572 с.
2. Кондратьев И.А., Рябцев И.А., Кусков Ю.М. Дуговая и электрошлаковая наплавка валков прокатных станов. *Ремонт, восстановление, модернизация*. 2005. № 4. С. 14–17
3. Ремонт машин та обладнання: Підручник / Сідашенко О.І. та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.О. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2015. – 665 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ РОЗДАВАННЯ ВТУЛОК ПРИ ДОПОМОЗІ ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНОГО ЕФЕКТУ

Сиромятніков П.С., доцент, Задніпровський О.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Одним з перспективних шляхів розвитку технології відновлення зношених деталей типу втулки є застосування з цією метою електрогідролічного ефекту. Пропонується спосіб і технологія роздачі втулок механічними ударними імпульсами. За допомогою цангового пристрою ударний імпульс, який генерується електророзрядним генератором пружних коливань, передається відновлюваній деталі. Збільшення величини роздачі втулки забезпечується за рахунок підвищення дифузійної рухомості атомів деформуемого металу.

Економічна доцільність відновлення деталей обумовлена передусім можливістю повторного і неодноразового використання 65 - 75% деталей. Собівартість відновлених деталей не перевищує 75% вартості нових, а витрати матеріалів у 15 - 20 раз нижчі ніж на їх виготовлення.

Разом з тим ресурс деталей після відновлення складає в середньому не більше 60 - 80% ресурсу нових деталей. Низька якість відновлених деталей обумовлена дефектами просторової геометрії корпусних і базових деталей, застосування способів відновлення, які не забезпечують необхідну зносостійкість, втомлювану стійкість деталей [1,2].

Підвищення якості відновлюваних деталей є великою комплексною проблемою, яка вимагає багатостороннього системного аналізу.

На даний час у ремонтному виробництві набула найбільшого поширення технологія, при якій відновлення розмірів деталі відбувається шляхом роздачі. Однак відновлені за даною технологією деталі мають ряд суттєвих недоліків, основним з яких є великі остаточні напруження в матеріалі втулки, що, зрештою, призводить до руйнування деталі.

Одним з перспективних шляхів розвитку технології відновлення зношених деталей типу втулки є застосування з цією метою електрогідролічного ефекту.

Сутність технології, застосовуваної в сучасному ремонтному виробництві, полягає в тому, що відновлювана втулка поміщається в неметалевий технологічний патрон, який направляє електричний розряд по осі деталі і виключає пробій на його бокову поверхню. Для збільшення ефективності процесу в порожнину ніжки патрона встановлюється спеціальний провідник. Внутрішня порожнина відновлюваної деталі заповнюється робочою рідиною. В результаті електрогідролічного вибуху і дії ударної хвилі металева втулка деформується і збільшує свої розміри по зовнішньому діаметру.

Однак при проходженні електрогідролічного вибуху металевої дротинки має місце деяка нерівномірність розвитку вибуху, і, відповідно, деформація втулки відбувається нерівномірно. Внаслідок цього втулка після відновлення має велику бочкоподібність, конусність, велику криволінійність вісі, що призводить

до нерівномірного або недостатнього припуску при чистовій механічній обробці. Тому ця технологія не знайшла широкого практичного застосування.

Пропонується спосіб і технологія роздачі втулок механічними ударними імпульсами. За допомогою цангового пристрою ударний імпульс, який генерується електророзрядним генератором пружних коливань, передається відновлюваній деталі. Велика амплітуда ударного імпульсу, який виконує роботу по роздачі втулки, передре високошвидкісний ЦУГ пружних високочастотних коливань. Ці коливання збуджують дифузійну активність атомів деформуємого металу. Завдяки цьому знижуються сили тертя між цангою і деформуємым металом і збільшується його пластичність. Рівномірність деформації втулки забезпечується рівномірністю розподілу тиску, створюваного цангою по поверхні втулки. Збільшення величини роздачі втулки забезпечується за рахунок підвищення дифузійної рухомості атомів деформуємого металу.

В результаті розрахунків було отримане максимальне значення ККД перетворення електричної енергії в механічну за рахунок таких параметрів розрядного контуру:

- індуктивність розрядного контуру $L = 10$ мкГ;
- ємність батареї конденсаторів $C = 0,3; 0,5$ мкФ;
- напруга в розрядному контурі $U = 50$ кВ;
- міжелектродний проміжок $l_p = 30$ мм.

Список літератури:

1. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін. Київ. "Агроосвіта", 2014 – 665 с.

2. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2/ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиромятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л./За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник.- Харків: ТОВ «Прам-Арт», 2018 – 491с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРУ ЗЕРНА НА ВЛАСТИВОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОЇ МІДІ

Ключко О.Ю., д.т.н., проф., Абрамов Д.Д., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Експериментально досліджено зв'язок твердості металів, вимірюваних методом Брінелля та Віккерса, а також значень твердості за Брінеллем на границі плинності $HV_{0.2}$ з розміром зерна. Отримане рівняння залежності виявилось аналогічним зв'язку границі плинності $\sigma_{0.2}$ з розміром зерна, відповідно закону Холла-Петча.

Проведено експериментальні дослідження щодо впливу розміру зерна на значення твердості за Віккерсом і Брінеллем та твердості за Брінеллем на границі плинності. Експерименти проводили на міді марки М1. Випробування проводили на дротах діаметром $d_0 = 5$ мм. Різний розмір зерна на п'яти зразках отримували через наклеп дротів з проведенням наступного рекристалізаційного відпалу при різних температурах і часу витримці.

Після термічної обробки дроти розрізали на декілька шматків, що запресовували в компаунд, з яких виготовляли мікрошліфи. Кожен мікрошліф містив 9 запресованих дротів. На мікрошліфах металографічним методом визначали середній розмір зерна [1], а потім вимірювали: твердість за Брінеллем $HV_{1/10/5}$ з використанням сферичного індентора $D = 1$ мм під навантаженням $F = 10$ кг; твердість на границі плинності $HV_{0.2}$ з використанням сферичного індентора діаметром $D = 10$ мм. Також визначали твердість за Віккерсом $HV10$ під навантаженням $F = 10$ кг.

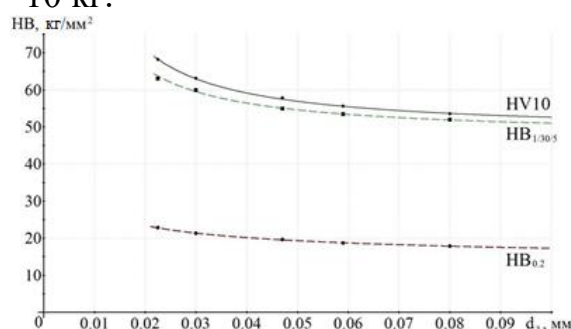


Рисунок 1. Експериментальні залежності твердості за Брінеллем $HV_{1/10/5}$, твердості за Віккерсом $HV10$ і твердості на границі плинності $HV_{0.2}$ від розміру зерна міді М1

Встановлено, що залежності твердості на границі плинності $HV_{0.2}$ від розміру зерна добре описуються степеневим рівнянням з показником степені $-1/2$, подібно до закону Холла-Петча. При цьому залежності твердості за Брінеллем HV та за Віккерсом $HV10$ близьки до гіперболічних.

Список літератури:

1. TS 1695 EN ISO 2624 Мідь і мідні сплави - Оцінка середнього розміру зерна

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГНУТИХ ПРОФІЛІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ПОДВІЙНОЇ ТОВЩИНИ

Тришевський О.І., докт. техн наук, професор, Брик І.І., студент

Державний біотехнологічний університет (м.Харків)

Анотація. Наведені основні принципи проектування технологічних процесів виготовлення гнутих профілів з елементами подвійної товщини. На основі цих принципів розраховані калібрування валків та виготовлені партії профілів за усіма вимогами задовольняючи потребам замовників.

Гнуті профілі з елементами подвійної товщини набули широкого поширення у машинобудуванні та будівництві [1]. У роботі наведений систематизований виклад основних принципів проектування технології для виробництва цих профілів методом профілювання у валках.

1. Схема формоутворення профілю у валках. Зі полосової заготовки шляхом послідовного підгинання крайніх ділянок до кута 180° отримують перехідну форму поперечного перерізу, яку потім деформують до отримання профілю потрібної конфігурації, підгинаючи спільно елементи подвійної та одинарної товщини. Основна вісь (або основна ділянка) профілювання симетричних профілів розташовується посередині ширини заготовки і не змінює свого положення в процесі формоутворення.

2 Визначення технологічних переходів. Під час виготовлення профілів з елементами подвійної товщини з метою форсування формування до 180° максимальний кут підгинання за прохід може бути прийнятий рівним 25° , мінімальний - 15° . За ширини полиць до 80 мм раціональним є режим 0 - 20 - 45 - 70 - 90 - 135 - 160 - 180° за умови, що радіуси в місцях вигину на перших переходах дорівнюють 7 - 15 товщинам заготовки та їхнє зменшення до нуля відбувається шляхом послідовного осадження ділянки заокруглення під час вільного згинання [2]. Збільшені кути підгинання за прохід можна призначати також під час використання способу підгинання до 180° криволінійних у поперечному перерізі полиць із подальшим їх випрямленням (рис.1).

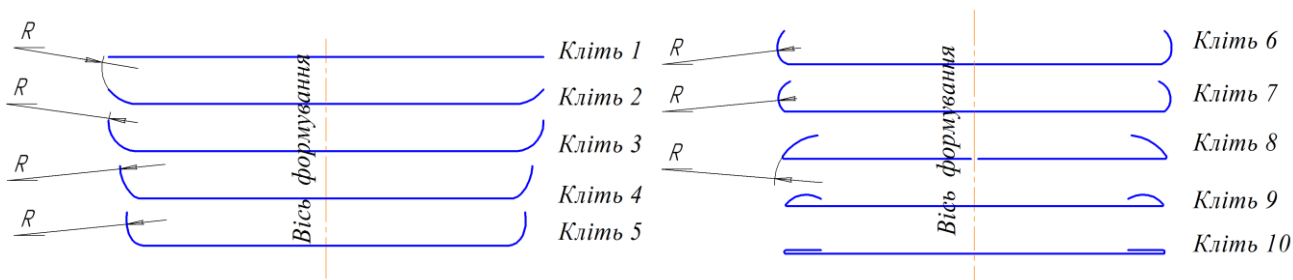


Рис.1 Схема формування елементів подвійної товщини (з запобіганням хвилястості крайок)

3.Вибір радіусів місць вигину. Формувати місця вигину до кута 90° можна по дугах змінних або постійних радіусів. Якщо кращими є змінні радіуси, їхні

кінцеві величини слід вибирати в межах 7-15 товщин полоси. Розрахунок калібрування спрощується, коли формування ведеться за постійним радіусом у тих самих межах.

Зміцнення металу в місцях вигину на 180° можна звести до мінімуму згинаючи плоску заготовку на перших технологічних переходах у поперечному напрямку, надаючи їй напівкруглу форму. На наступних переходах цей переріз переформовують методом вільного згинання в жолобчастий і піддають отриманий проміжний профіль послідовному осадженню між валками аж до зіткнення сторін і отримання елементів подвійної товщини (рис.2). Низький ступінь попереднього зміцнення внутрішньої зони вигину - обов'язкова умова отримання місця вигину на 180° з нульовим (або близьким до нього) радіусом внутрішнього заокруглення без тріщин і розривів металу всередині кута.

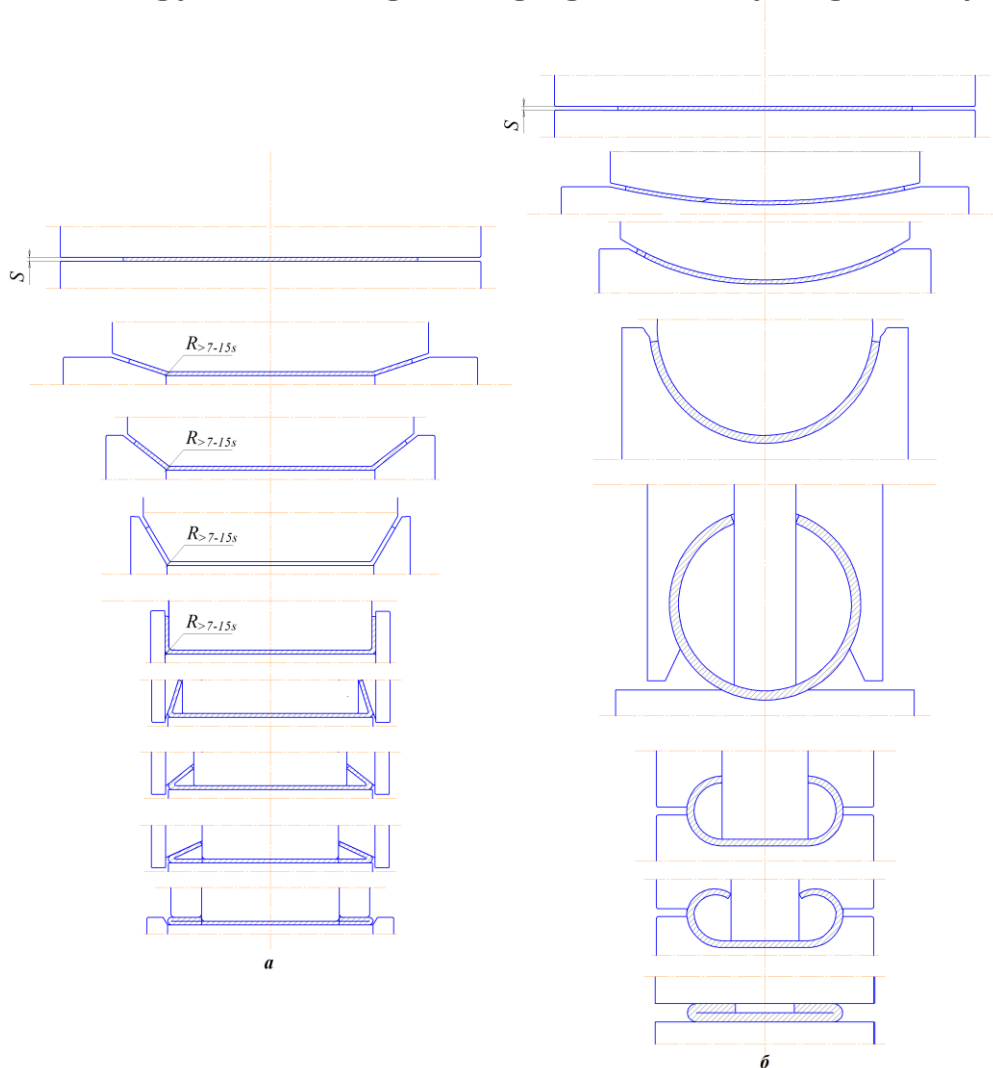


Рис.2 Способи формування елементів подвійної товщини

4.Розрахунок ширини заготовки. Ширина заготовки визначається аналітичним шляхом за формулою: $V = \sum b_{\text{пр}} + \sum b_{\text{закр}} + 1,7 n \cdot s_0$. Ширина ділянок заокруглення визначається за нейтральною лінією деформації з урахуванням її зміщення від серединного шару.

Для ділянок вигину на 180° з внутрішнім радіусом заокруглення меншим за товщину заготовки, радіус кривизни нейтрального шару деформації $\rho = Ks_0$, де коефіцієнт $K = 0,54$ враховує зміщення нейтрального шару в бік зовнішньої

поверхні. При цьому ширина ділянки вигину по нейтральному шару становить 1,7 товщини заготовки

5. Попередження хвилястості крайок. На початку підгинання крайнім ділянкам заготовки надають криволінійної форми, яка зберігається протягом усього процесу підгинання, а наприкінці профілювання випрямляють їх. Надання кривизни елементам, що підгинаються, значно підвищує їхній опір поздовжньому вигину. Радіус кривизни опуклої частини робочих валків розраховується з урахуванням заданої стріли прогину на полицях, що підгинаються [3].

6. Особливості зносу валків. Практика показала, що при формуванні елементів подвійної товщини найбільше зношуються ділянки валків, що відповідають місцям вигину на 180° . Причина такого зносу (інтенсивнішого на нижніх валках) — значне збільшення контактних напружень на ділянці осадку місць вигину на 180° . Оскільки діаметр нижнього валка, як правило, менше діаметра верхнього, тривалість контакту з полоєю будь-якої точки на колі нижнього валка, в одиницю часу більша ніж на колі верхнього валка. Побудований графік (рис. 3), що характеризує розподіл тисків металу на валки при остаточному формуванні елементів подвійної товщини в плоскому калібрі (товщина заготовки 3 мм, ширина полиці 80 мм).

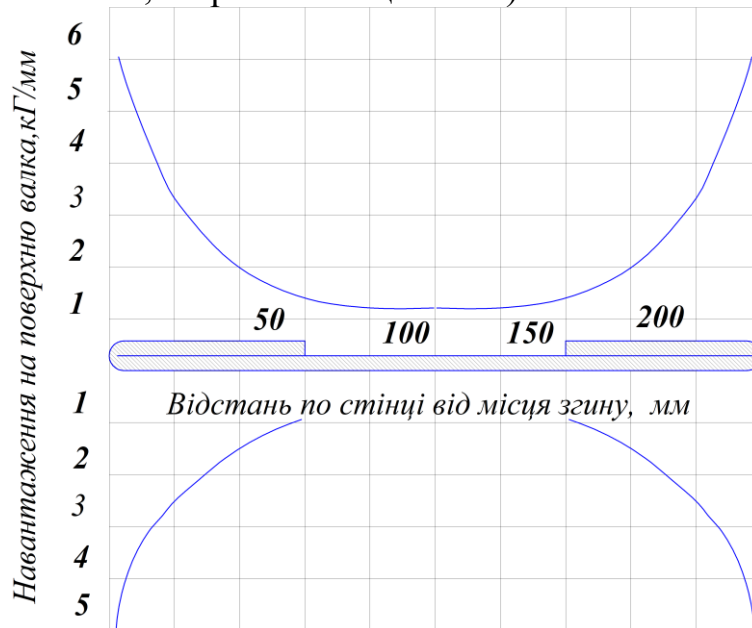


Рис.3 Розподіл тиску металу на нижньому (а) та верхньому (б) валках при формуванні елементів подвійної товщини

Розподілене навантаження на одиницю периметра калібру по нижньому валку

$$P_{xh} = \frac{\sigma_s \cdot s^2 \cdot h}{4x(h-x)} + 3,52 \cdot 10^{-4} \cdot E \cdot a^{1,4} \cdot s^{2,6} \cdot h^{-1,6} \quad , \text{ по верхньому}$$

$$P_{xh_1} = \frac{\sigma_s \cdot s^2}{4x} + 3,52 \cdot 10^{-4} \cdot E \cdot a^{1,4} \cdot s^{2,6} \cdot h^{-2,6} \cdot x.$$

Тиск металу на валки, а отже, і знос валків є максимальними поблизу місць вигину і зменшуються в міру віддалення від них. Очевидно, що у місцях

інтенсивного зносу калібрів слід ставити робочі елементи з зносостійкого матеріалу.

На основі викладених принципів розраховані калібрування валків для виробництва ряду профілів з елементами подвійної товщини, розроблено технологію профілювання та виготовлено партії профілів. При цьому підтвердилася правильність вибору технологічних параметрів. Отримані профілі за всіма показниками відповідали вимогам, що висуваються до них.

Список літератури:

1. Тришевский О. И. Анализ современного состояния производства и применения специальных гнутых профилей с местами изгиба на 180° / Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 2 (21). – С. 227–230.
2. Тришевский О. И., Плеснецов С.Ю. Разработка методики исследований специальных гнутых профилей с элементами изгиба на 180° и технологии их производства. / Вестник национального технического университета «ХПИ» вып, 2010. — Харьков, 2010. – С. 96–102.
3. Wenbin Zhou, Zhutao Shao, Junquan Yu, Jianguo Lin. Advances and Trends in Forming Curved Extrusion Profiles. *Materials* 2021, 14(7), 1603; <https://doi.org/10.3390/ma14071603>

УДК 621.787.4

ДО ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ТА ВТОМНОЇ МІЦНОСТІ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ЗА РАХУНОК РОЗРОБКИ ТЕХНОЛОГІЇ ОБКАТУВАННЯ РОЛИКАМИ

Сиромятніков П.С., доцент, Коломієць І.С. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Підвищення втомної витривалості матеріалу елементів машин і апаратів у місцях концентрацій напружень має велике значення для підвищення їх довговічності. Застосування методу поверхневої пластичної деформації шляхом розробки і оптимізації технологічного процесу обкатування деталей роликками було виявлено ефективність ППД при обкатці поверхонь концентраторів напружень (галтелі, різьблення) для підвищення їх втомної витривалості.

Проблема підвищення опору втомлюваності матеріалу, контактному зминанню, контактній міцності, зносостійкості, які є найважливішими характеристиками, що визначають надійність і довговічність деталей машин і механізмів, стає все більш актуальною, оскільки постійно зростає інтенсивність роботи устаткування. Продовження терміну експлуатації деталей найекономічніше можна отримати за рахунок поліпшення властивостей їх поверхневого шару. Управління властивостями поверхні можна здійснювати за рахунок зміни структури металу поверхневого шару, а також його фізико-механічних властивостей.

Надійність та довговічність будь-якої машини в основному визначається двома компонентами. Один з них може бути обчислений з достатнім ступенем точності по відповідних формулах опору матеріалів або теорії пружності для різних деталей, розглянутих як балки, пластинки, плити, оболонки. Другий компонент - втомна витривалість - визначає здатність деталей, що перебувають у багаторазовому контакті, пручатися дії сил, що прагнуть їх деформувати та не руйнуватись з часом. Втомна витривалість залежить від ряду факторів, і в багатьох випадках її значення в загальному балансі надійності вузлів і всієї машини велика.

На ремонт та відновлення працездатності машин затрачаються великі матеріальні і трудові ресурси, це пояснюється низькою якістю поверхневого шару спряжених деталей машин, який складає долю відсотка від всієї маси деталей [1]. Для підвищення довговічності машин вирішальне значення має зміцнення поверхні деталей в процесі їх виготовлення. В багатьох випадках працездатність деталей машин та обладнання визначається головним чином їх опором контактному-втомному зносу та крихкому руйнуванню по причині втомленості матеріалу. Витрати на ремонт та технічне обслуговування с/г машин в зв'язку із виходом з ладу в декілька разів перевищує їх початкову вартість. Аналіз показує, що у двадцяти п'яти випадках зі ста вихід із ладу машин і механізмів відбувається по причині втомленості матеріалу як правило в місцях

концентрації напружень таких як галтелі, пази, щлиці, різьби. Тому підвищення втомної витривалості матеріалу елементів машин і апаратів у місцях концентрацій напружень має велике значення для підвищення їх довговічності.

Збільшення міцності і твердості металу поверхневим наклепом, а також приріст опорної поверхні при обкатуванні роликми дає можливість розглядати його як один із ефективних способів підвищення працездатності і виключно довговічності деталей машин.

З метою підвищення втомної витривалості і якості складних поверхонь за допомогою методу поверхневої пластичної деформації шляхом розробки і оптимізації технологічного процесу обкатування деталей роликми було проведено дослідження існуючих технологій підвищення якості деталей обертання складної форми методом поверхневої пластичної деформації та ефективності зміцнення місць концентрації напружень, обкатуванням їх роликми, з допомогою фізичного моделювання процесу виникнення тріщин на кінчних роликмах-еталонах та гвинтах. Було досліджено мікроструктуру накатаної поверхні, а також величину зміцнення (твердості) на різній глибині від поверхні та розроблено оригінальну конструкцію пристрою для обкатування концентраторів напружень деталей.

Під час досліджень виявлено ефективність ППД при обкатці поверхонь концентраторів напружень (галтелі, різьблення) для підвищення їх втомної витривалості. У дослідженні зміцненого поверхневого шару використовувався метод розриву мікроразків, вирізаних із зміцненого шару. Виявлено вплив режимів обкатування на умовну межу текучості.

Запропонований пристрій дозволить збільшити ефективність технологічного процесу за рахунок впровадження нової конструкції пристрою для накатки вібруючим роликми, та підвищити експлуатаційні показники деталей сільськогосподарської техніки.

Список літератури:

1. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2/ Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., Гончаренко О.О., Сайчук О.В., Аветісян В.К., Автухов А.К., Рибалко І.М., Сиромятніков П.С., Бантковський В.А., Маніло В.Л./За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Навчальний посібник.- Харків: ТОВ «Прам-Арт», 2018 – 491с.

МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ І ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ПЛУНЖЕРНИХ ПАР

Тришевський О.І., д. т. н., Рожковий А.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Досліджено методи відновлення і зміцнення деталей плунжерних пар паливних насосів. Розглянуто спосіб пластичного деформування втулки плунжера.

Сучасне ремонтне виробництво має декілька способів відновлення й зміцнення плунжерних пар паливних насосів: перекомплектування; виготовлення ремонтної деталі; пластичне деформування втулки плунжера; хімічне нікелювання; повторне азотування; дифузійне хромування плунжера; сульфоборування; хромування плунжера.

Перекомплектування. Цей вид ремонту полягає в притиранні, сортуванні на групи, підборі й взаємному притиранню плунжерних пар [1]. При всій простоті застосування даного методу він має цілий ряд недоліків, що обмежують його широке застосування, а саме: він дозволяє відновити всього 10-15 % усіх деталей, придатних до відновлення. Коефіцієнт зносостійкості плунжерних пар стосовно серійних становить 0,85...0,95. Корозійна стійкість не змінюється.

Спосіб виготовлення ремонтної деталі полягає у виготовленні нової деталі із двох, що сполучаються. Недоліками цього способу є необхідність застосування дорогого встаткування, витрата нових матеріалів, що незмінно веде до підвищення собівартості відновлення. Усе це в комплексі робить спосіб малоефективним для відновлення плунжерних пар.

Спосіб пластичного деформування втулки плунжера заснований на здатності металів змінювати свою форму й розміри без руйнування під дією навантаження за рахунок залишкової деформації [2].

При відновленні плунжерних пар пластичним деформуванням звичайно відновлюють втулку, зменшуючи її внутрішній діаметр із підігрівом металу до температури 600...650°C а потім роблять доведення отвору. Зношені плунжери піддають шліфуванню, а потім притиранню по місцю відновленої втулки. Даний метод не одержав широкого застосування через дорожнечу застосовуваного встаткування, зміни фізико-механічних властивостей і структури поверхневого шару деталей, значного відсотка браку й енергоємності процесу.

Хімічне нікелювання. Суть методу полягає в осадженні нікелю з хімічного розчину без застосування електричного струму [1, 2]. Незважаючи на те, що покриття, отримані даним методом, мають гарну рівномірність, твердість до HRC 65÷67 він не знайшов поширення на ремонтних підприємствах у зв'язку з тим, що процес має низьку стабільність, більші втрати нікелю, покриття мають низьку адгезію до основи, схильні до лушчіння й відшаровування, після відновлення деталі в обов'язковому порядку зазнають механічної обробки, при якій брак від спучування покриття досягає 42% .

Повторне азотування. Метод заснований на властивості зміни розмірів

деталі в результаті структурних перетворень при дифузії азоту. У цей час даний спосіб практично не застосовується внаслідок того, що має тривалість процесу (25...30 год.) проводиться при температурі 440...460 °С, що викликає короблення деталей, має нестабільність відновлюваних розмірів, нерівномірністю азотованого шару по товщині й вимагає складного в технологічному плані й дорогого встаткування.

Дифузійне хромування плунжера полягає в насиченні поверхневого шару сталевих деталей хромом при високих температурах (950...1300°C). Незважаючи на те, що цим методом можна одержувати покриття з високою зносостійкістю, гарною адгезією й задовільною корозійною стійкістю, він не знайшов поширення при відновленні плунжерних пар у зв'язку з тим, що має велику тривалість процесу, дозволяє створювати малу товщину дифузійного шару й викликає значне короблення деталі в процесі дифузійного хромування.

Сульфоборювання - процес сульфидування сталевих деталей з додаванням у розчин бури. Застосування досить обмежене незважаючи на те, що твердість поверхні після відновлення може досягати 13000 МПа, тому що поверхневий шар, відновлений даним способом, має вкрай низьку корозійну стійкість і малу товщину.

Хромування. Електролітичний хром відрізняється по своїх властивостях від хрому, отриманого металургійним шляхом. Його особливістю є залежність властивостей від режиму осадження. Хромування дозволяє в широких межах змінювати мікротвердість покриття від 5000 до 10000 МПа при цьому можлива значна зміна зносостійкості.

Можливе збільшення зносостійкості плунжерів хромуванням в 2,5÷3 рази, при цьому з'являється можливість заміни високоякісних важкооброблюваних легованих сталей вуглецевими.

Враховуючи вищевикладене, можна сказати, що перевагами хромування є: можливість одержання покриттів з високою твердістю й гарними експлуатаційними показниками, можливістю виключити із циклу технологічного процесу важкооброблювані дорогі матеріали, відсутність високотемпературного впливу на деталь, що не викликає її короблення й зміни фізико-механічних властивостей і структури. У той же час хромування має масу недоліків: низьку продуктивність, слабку адгезію покриття до основи, малу корозійну стійкість покриття внаслідок наявності сітки пор і тріщин у покритті, по яким волога проникає до підложки. Це знижує зносостійкість покриття, веде до його спучування й відшаровуванню і заклинюванню робочих органів

На підставі вищевикладеного можна стверджувати, що сучасні способи відновлення мають багато недоліків, що не дозволяють повною мірою відновити експлуатаційні властивості плунжерних пар.

Список літератури:

1. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2: Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобло. Харків: ТОВ «Пром-Арт» 2018. 491 с.
2. Єрмолов Л.С. Ремонт дизельних двигунів: довідник / Л.С. Єрмолова.- Київ. Урожай, 1991. 402 с.

УДК 621

ЕФЕКТИВНЕ ВІДНОВЛЕННЯ РЕСУРСУ ГАЛЬМОВИХ БАРАБАНІВ ДУГОВОЮ МЕТАЛІЗАЦІЄЮ

Автухов А.К., д.т.н., Стріляній М.О. магістрант

Державний біотехнологічний університет

Наведено, що відновлення ресурсу гальмівних барабанів, які досягли максимального діаметра через знесення внутрішньої робочої поверхні, є дуже важливим завданням. Обґрунтовано, що використання методу дугової металізації для відновлення гальмівних барабанів є доцільним і може принести позитивний вплив на їх міцність та безпеку експлуатації.

Відновлення ресурсу гальмівних барабанів, які досягли максимального діаметру через знесення внутрішньої робочої поверхні, є дуже важливим завданням у сучасному контексті та потребує ретельного розгляду. У зв'язку з постійним зростанням використання транспортних засобів та їх важливості в різних галузях економіки, гальмівні барабани стають критичними деталями, які вимагають надійного та ефективного відновлення для забезпечення безпеки та продовження службового терміну транспортних засобів.

Знесення внутрішньої робочої поверхні гальмівних барабанів призводить до збільшення їх діаметра, що, у свою чергу, погіршує гальмівні характеристики і негативно впливає на безпеку на дорозі.

Відновлення ресурсу гальмівних барабанів є важливим з точки зору оптимізації використання ресурсів, скорочення витрат на технічне обслуговування та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Внутрішня робоча поверхня барабанів має витримувати великі механічні та термічні навантаження, які є характерними для систем гальмування. Однак знесення цієї поверхні може призвести до погіршення гальмівних характеристик та загрози безпеці на дорозі. З урахуванням цих обставин, використання методу дугової металізації для нанесення ізносостійкої кулі на барабани виглядає як перспективний підхід. Дугова металізація дозволяє створювати міцні покриття, що володіють високою стійкістю до зносу [1]. При цьому, якщо правильно підібрати матеріал для металізації та коректно виконати процес, можна досягти покращення міцності та стійкості гальмівного барабана.

Основне перевага дугової металізації полягає у можливості регулювання товщини та складу нанесеної кулі, що дозволяє враховувати особливості конкретного відновлення та вимог щодо міцності.

Враховуючи вищевикладене, можна стверджувати, що використання методу дугової металізації для відновлення тормозних барабанів є обґрунтованим і може принести позитивний вплив на їхню прочність та безпеку експлуатації

Список літератури:

1. Ремонт машин та обладнання: Підручник / Сідашенко О.І. та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенко, О.О. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2015. – 665 с.

УДК:621.8

ОСНОВНІ ДЕФЕКТИ І ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ КЛАПАННОЇ ГРУПИ

Автухов А.К., д. т. н., професор, Титаренко О.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Досліджено основні дефекти і зношування деталей клапанної групи. Розглянуто причини зносу випускних клапанних сідел.

Деталі клапанної групи в процесі експлуатації перебувають у жорстких умовах високих механічних і термічних навантажень.

Зношування і дефекти напрямних втулок. Напрямні втулки мають наступні дефекти: зношування, внутрішньої поверхні (58-96%), ослаблення посадки (7-13%), тріщини і злами (3-10%). Зношування втулок носить виражений місцевий характер. У верхній частині втулок зношування невелике і має форму овалу, більша вісь якого перпендикулярна поздовжній осі двигуна. У нижній частині втулки зношуються більше, чим у верхній зі збереженням напрямку зношування – найбільше зношування спостерігається в місці удару стрижня клапана по втулці з наступним ковзанням при граничному терті. Більше зношування випускних втулок у порівнянні із впускними пояснюється додатковим тепловим навантаженням у сполученні із клапаном.

На момент капітального ремонту зноси втулок клапанів у верхній частині звичайно становлять 0,06-0,08 мм, а в середній 0,04-0,07 мм. У нижній частині зношування втулок вище, ніж у верхній, досягає 0,24 мм і більш, і в середньому становить 0,10-0,12 мм. Коефіцієнт нерівномірності зношування по довжині утворюючої дорівнює: для втулок впускних клапанів 3-4, для втулок випускних клапанів 8-13 [1].

Зношування і дефекти клапанів. Клапани мають наступні дефекти: зношування стебла (до 75%), зношування робочої фаски (26-48%), биття робочої фаски (2-3%), прогари тарілки, обрив клапана (2-8%).

Зміна теплового зазору в клапанному механізмі. Зменшення або збільшення теплового зазору від оптимальної заданої величини негативно позначається на роботі двигуна. При занадто великому зазорі ростуть ударні навантаження і збільшується зношування сполучень клапанного механізму. При дуже малих - не забезпечується герметичність камери згоряння, і двигун не розвиває повної потужності, клапани перегріваються, що може спричинити прогар фасок. Перевірці і регулюванню зазорів необхідно приділяти першорядну увагу. Найнебезпечніше зменшення зазору для випускного клапана. Клапан у цьому випадку раніше відкривається і пізніше закривається, час перетікання гарячих газів через малу щілину збільшується, а час, коли клапан закритий і повинен прохолджуватися, віддаючи тепло через сідло в охолоджувальну рідину, скорочується. Зменшений зазор - найбільш часта причина підгоряння робочих фасок.

Зношування і дефекти клапанних сідел. Основним дефектом, що обмежують термін служби головок циліндрів, є зношування клапанних сідел. Проявляється цей дефект у підвищеному заглибленні клапанів, що у свою чергу

служить однієї із причин зниження потужнісних і економічних показників двигунів.

Випускні клапанні сідла, незалежно від конструктивного виконання головок, зношуються менше, ніж впускні. Це відбувається, в основному, по наступних причинах: тарілки впускних клапанів мають підвищену масу (стосовно випускних); наявність нагару і усмоктування з повітрям деякої кількості пилу призводить до більш інтенсивного їхнього зношування.

Дефекти клапанних пружин. Клапанними пружинами забезпечується щільність прилягання клапанів. У результаті спільної дії попередньої статичної і циклічно мінливого динамічного навантажень початкова висота і твердість пружин зменшуються.

Дефектація пружин клапанів двигунів ЯМЗ-238НБ, що поступили до капітального ремонту, показала, що пружність усіх пружин (вибірка 64 штуки) відповідала технічним вимогам, а саме: внутрішньої - не менш 225Н (нової 245+15Н), зовнішньої - не менш 113Н (нової 125 + 7,5Н). І, навпаки, в 87% пружин висота у вільному стані зафіксована менше, ніж у нових виробів, звичайно на 1-2 мм.

При експлуатації двигунів, близько 90% пружин коротшають на 0,5-3 мм (або на 2-5%); до 45-55% пружин втрачають пружність на 4-25%.

Клапанні пружини двигунів мають різні зусилля попереднього зтягування. Відомо, що при збільшенні зусилля попереднього зтягування пружин від 137Н до 358Н (тобто в 2, 5 рази) зношування сполучення клапан-гніздо збільшується приблизно на 20%. Усадка клапанних пружин на 1-3 мм при збереженні ними пружності (на робочій висоті) не позначається на робочих параметрах двигунів. З іншого боку, при зниженні пружності пружин двигуни втрачають потужність при одночасній перевитраті палива. У випадку зниження пружності пружин на 25% втрата потужності двигуном досягає 17%, і питома витрата палива підвищується на 19%. Згідно з рекомендаціями технічних вимог, при капітальних ремонтах двигунів зниження пружності клапанних пружин, наприклад, сімейств ЯМЗ і ММЗ, допускається не більше ніж на 5-15% [2].

Таким чином, виникає необхідність пошуку оптимальних співвідношень твердості і попереднього зтягування пружин і призначення більш жорстких вимог до дефектації клапанних пружин при капітальному ремонті.

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

2. Техническое обслуживание и ремонт тракторов Т-150, Т-150К различных модификаций с двигателями СМД, ЯМЗ, ДООТЦ [Текст]: учеб. пособие / А. И. Сидашенко, А. А. Науменко, В. К. Аветисян [и др.]; под ред. А. И. Сидашенко, А. А. Науменко. – Харьков : ООО «Украгроззапчасть», 2002. – 380 с.

УДК 621

СТРУКТУРНІ КОМПОНЕНТИ БІЛИХ ЧАВУНІВ: КЛЮЧОВИЙ ФАКТОР У ВЛАСТИВОСТЯХ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ

Автухов А.К., д.т.н., проф., Ковалевський Є.В., апірант, Федорчук Р.С.
магістрант

Державний біотехнологічний університет

Надано інформацію щодо впливу структурних компонентів білих чавунів на їх експлуатаційні властивості. Показано, що інтеграція евтектичних карбідів у металеву матрицю, яка може бути мартенситною або мартенситно-аустенітною дає змогу отримати високі експлуатаційні характеристики виробів з білого чавуну

Чавуни, в яких структура включає евтектику, засновану на карбідах типу МС (де М являє собою метал), у поєднанні з матрицею, яка може бути мартенситної або мартенситно-аустенітною, демонструють видатні фізико-механічні та експлуатаційні характеристики. Ці матеріали поєднують у собі переваги карбідів та унікальні властивості мартенситних або мартенситно-аустенітних матриць, що робить їх особливо цінними у різних застосуваннях.

Інтеграція евтектичних карбідів у структуру чавуну сприяє підвищенню твердості та зносостійкості матеріалу, що особливо важливо в умовах механічного навантаження [1]. У той же час наявність мартенситної або мартенситно-аустенітної матриці додає міцності та стійкості до деформації, що розширює сферу застосування таких чавунів.

Білі чавуни широко використовуються для виробництва різних виробів у тому числі і прокатних валків [2].

Ці білі чавуни мають видатну здатність справлятися з екстремальними умовами та високими навантаженнями, що робить їх бажаним вибором для складних інженерних рішень. В результаті такі матеріали знаходять застосування в багатьох галузях, де необхідні компоненти з високою надійністю і довгим терміном служби.

Металева матриця грає найважливішу роль формуванні експлуатаційних характеристик білих чавунів. Її завдання полягає у балансуванні різних властивостей, які нерідко суперечать одна одній. Це складне мистецтво поєднання міцності та в'язкості для створення ідеального матеріалу.

Міцність матриці необхідна для того, щоб білий чавун міг витримувати різноманітні механічні навантаження, які можуть виникати у процесі експлуатації. Без цієї міцності, матеріал швидко зазнавав би руйнування, що є неприйнятним, особливо у випадках, коли від нього вимагається тривалий термін служби.

З іншого боку, в'язкість матриці не менш важлива. Вона сприяє тому, що матеріал не піддаватиметься процесу викришування карбідів. Це явище відбувається тоді, коли частинки карбіду вириваються з матриці під впливом механічної напруги, що може призвести до зносу та руйнування робочих поверхонь виробів.

Тому металева матриця білих чавунів повинна досягати балансу між цими властивостями, забезпечуючи максимальну міцність, зберігаючи при цьому високу в'язкість. Тільки в такому випадку можна досягти ідеального поєднання властивостей, які роблять білий чавун надійним та ефективним матеріалом для виробництва різних деталей.

Для збільшення жаростійкості білих чавунів необхідно ретельно підбирати легуючі елементи, що включаються до їх складу. Один із ключових факторів при виборі таких елементів - це їхня хімічна спорідненість до кисню. Ця властивість важлива, тому що вона впливає на формування окисної плівки, яка грає вирішальну роль у стійкості матеріалу до високих температур.

Окисна плівка повинна бути щільною, тобто мати високу щільність структури, щоб запобігти проникненню кисню всередину матеріалу і запобігти його окисленню. Ця плівка також повинна мати низьку електропровідність, щоб зменшити теплопровідність через плівку, що допомагає захистити матеріал від високих температур.

Високі температури плавлення та сублімації окисної плівки важливі, щоб вона могла справлятися з екстремальними температурними умовами. У той же час, при виборі легуючих елементів необхідно уникати утворення легкоплавких евтектичних сполук та власних фаз у матеріалі, оскільки це може призвести до його деформації та руйнування при високих температурах.

Таким чином, правильний вибір легуючих елементів та оптимізація складу білих чавунів відіграють важливу роль у забезпеченні їх жаростійкості та здатності витримувати високі температури у різних додатках.

Підвищення дисперсності структурних елементів у білому чавуні може навпаки зменшити його корозійну стійкість. Це відбувається через збільшення поверхні контакту між карбідами та металевою основою. Велика площа контакту сприяє виникненню гальванічних пар, що посилює корозію матеріалу.

Тому при роботі з білим чавуном важливо балансувати його структуру, щоб зберегти бажані характеристики, включаючи корозійну стійкість. Це може вимагати акуратного контролю над дисперсією структурних елементів та вибору відповідного складу для конкретного застосування, щоб мінімізувати негативний вплив корозії.

Список літератури:

- 1.Оги Кейсаку. Влияние легирующих элементов на образование эвтектики в высокохромистых чугунах / Оги Кейсаку, Нагасава Кениши, Матсуда Кимио // Имоно J.Яр. Foundrymen's Soc. - 1979. - Т. 51, №11. - С. 648 - 654
- 2.Производство и применение прокатных валков : справочник / Т. С. Скобло и др.; под ред. Т. С. Скобло. Харьков, 2013. ЦД № 1. 572 с.

УДК 620.9

ВІДНОВЛЕННЯ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ШЛІЦЬОВИХ І ЗУБЧАСТИХ ПОВЕРХОНЬ ІЗ НАНЕСЕННЯМ МЕТАЛУ, ЩО КОМПЕНСУЄ ЗНОС

Тришевський О.І., д. т. н., професор Гребенніков О.Я, магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Розглянуто способи відновлення шліцьових і зубчастих поверхонь із нанесенням металу. Проаналізовано технологію з накладанням швів уздовж шліца.

Дослідження, спрямовані на відновлення зношених шліців і зубів одержали найбільший розвиток в 70-90 роки минулого сторіччя. Найбільше поширення одержали способи, засновані на нанесенні металу, що компенсує зношування, безпосередньо на зношені шліци і зуби.

У всіх розглянутих способів при відновленні шліців і зубів недоліки значно превалюють над перевагами.

Насамперед, наплавлення порошковим дротом веде до насичення зварної ванни киснем і азотом, до вигорання марганцю. Усі ці обставини визначають зменшення пластичності шліца і зуба, що неприпустимо для деталей які сприймають значні навантаження на вигин. Зниження міцносних властивостей відновлюваних профілів у свою чергу погіршує їхню стійкість до впливу контактних напруг. Неприпустимим також, на нашу думку, є зменшення ширини мономірності структури в основі зуба за рахунок металу який наноситися щоб компенсувати зношування.

До недоліків аналізованих способів слід віднести також тривалість, і трудомісткість процесу наплавлення, високу собівартість відновлення.

Приварку до шліців сталевій стрічки через складність відновлюваного профілю технологічно неможлива.

Способи електромеханічної обробки можуть використовуватися лише для циліндричних деталей у зв'язку зі складністю висадження складнопрофільної поверхні і зменшення площі контакту, що у випадку евольвентного зачеплення неприпустимо.

Способи металування, засновані на нанесенні на зношену поверхню формувальним або шлікерним способом порошкового матеріалу також не можуть бути використані через низьку контактну і адгезійну міцності покриття.

Залізнення і хромування створюють підвищені напруги розтягання, підвищують зносостійкість і, отже, контактну міцність, однак невелика товщина шару, що осаджується, і складність підтримки техпроцесу не дають можливості їх використання при відновленні великогабаритних складнопрофільних деталей.

Розглянемо технологію, відповідно до якої на шліцьову поверхню півосі заднього моста накладається шов уздовж шліца, (рис. 1) [1].

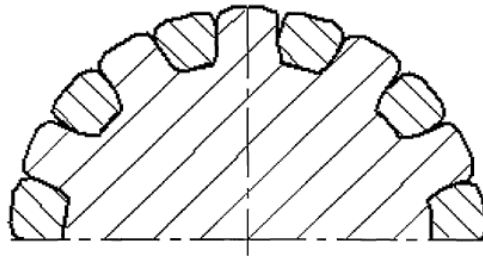


Рис.1 - Схема накладення швів уздовж шліца

Наплавлення ведеться в середовищі вуглекислого газу з використанням легованого дроту. При даній технології наплавлена шліцьова поверхня підлягає повному циклу обробки: отжигу, наплавленню, виправленню, токарській обробці, фрезеруванню шліців, термомеханічній обробці [2].

Технологічний процес складний, металоємний і енерговитратний і, що найголовніше, знижує ресурс деталі, що не перевищує 80% від нового, і тому не дали можливості його поширення в ремонтному виробництві.

До вершин зношених зубів 1 контактним зварюванням наноситься присадний матеріал 2, що компенсує зношування (рис.2).

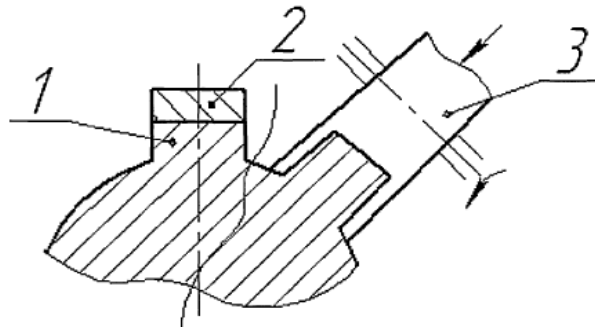


Рис. 2.- Схема нанесення присадного матеріалу на вершину шліца з наступним розкочуванням вглиб

Після нанесення, присадний матеріал, накатним роликом 3 переміщується у відновлюваний шліц (зуб), тим самим формуються нові розміри із припусками на механічну обробку. Використання способу обмежене його застосовністю лише до прямозубих шліців.

Поряд із цим застосування додаткового матеріалу не може забезпечити необхідну зносостійкість і міцність на вигин.

Відомі і інші способи, що ґрунтуються на нанесенні на відновлювану шліцьову поверхню валиків, які перекривають один одного, матеріалу на зовнішню поверхню і зсувом осі симетрії наплавленого валика у бік зношеної поверхні, що компенсує зношування. Вони технологічно принципово схожі і, відповідно, їм властиві недоліки методів нанесення, що компенсують зношування матеріалу.

Список літератури:

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. /О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, О.В. Тіхонов, та ін.; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. -2-е вид. перероб.доп. Х.: «Міськдрук», 2014. 741.
2. Павлице, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник / В. Т. Павлице. – 2-е вид., перероб. – Львів : Афіша, 2003. 560 с.

УДК 620.8.2

ВІДНОВЛЕННЯ ЦИЛІНДРІВ ЕЛЕКТРОАЛМАЗНИМ ХОНІНГУВАННЯМ

Тришевський О.І., д. т. н., Довгаль Т.І., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Досліджено спосіб відновлення гільз циліндрів автомобільних двигунів електроалмазним хонінгуванням. Розглянуто установку для алмазного хонінгування.

Деякими авторемонтними заводами освоєний спосіб відновлення гільз циліндрів автомобільних двигунів електроалмазним хонінгуванням. Суть цього методу полягає в тому, що в процесі обробки деталей, під впливом постійного струму і контакту з циркулюючим електролітом піддається анодному розчиненню, а знімання металу здійснюється алмазними зернами інструменту. Комбінована дія струму і зерен алмаза забезпечує підвищення продуктивності хонінгування і збільшення зносостійкості поверхні циліндра.

Установка для електроалмазного хонінгування складається з системи підведення і подачі електроліту в зону обробки системи кріплення оброблюваної деталі [1].

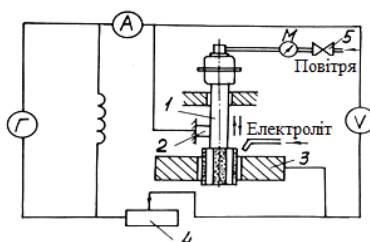


Схема електроалмазного хонінгування: 1-хонінгувальна головка; 2-ковзаючий контакт; 3-оброблювана деталь; 4-реостат; 5-регулятор повітря.

Електропровідні алмазні бруски хонінгувальної головки за допомогою щіткового ковзаючого контакту 2 з'єднуються з негативним полюсом джерела постійного струму, а оброблювана деталь 3 через реостат 4 з'єднується з позитивним полюсом. В зону обробки подається електроліт 5. Режим хонінгування наступний: окружна швидкість хонінгувальної головки 200-250 м/хв; поворотно-поступальна – 10-12 м/хв; питомий тиск-0,1-0,2 МПа; витрата електроліту 40-45 л/хв; напруга технологічного струму 8-10В; склад електроліту: 20% NaNO_2 +0,5% NaNO_3 : інше вода.

Таким чином, до переваг даного процесу відноситься те, що дві операції (розточування і хонінгування) замінюється однією, підвищується зносостійкість обробленої гільзи циліндрів на 17 %. Недоліками вказаного способу є: мала продуктивність відновлення дзеркала циліндрів; схильність циліндрів до корозії, що викликається електролітом; забруднення електроліту продуктами обробки.

1. Сідашенко О.І. Технологія ремонту машин та обладнання. Курс лекцій. / Сідашенко О.І. Тіхонов О.І., Лузан С.О. та інші. Навч. посібник – Харків: ХНТУСГ, 2017.– 361 с.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ КАРДАННИХ ШАРНІРІВ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Автухов А.К., д.т.н., проф., Косенко Є.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Наведено інформацію щодо використання карданних шарнірів на гольчатих підшипниках у сільськогосподарському виробництві. Показано, що вивчення надійності та робочих характеристик карданних шарнірів і розробка методів обслуговування та ремонту залишається актуальним завданням для покращення функціональності сільськогосподарської техніки.

У сфері механічних приводів сільськогосподарської техніки широко використовуються карданні шарніри на голчастих підшипниках [1]. Ці елементи є важливою складовою систем передач та механізмів і, завдяки високим навантаженням і специфіці умов експлуатації, часто виявляються однією з найуразливіших частин обладнання, яка швидко втрачає працездатність.

Пошкодження або відмова карданних шарнірів може призвести до збоїв та зупинок обладнання, що негативно впливає на продуктивність та витрати при виконанні сільськогосподарських операцій.

Специфіка навантажень та експлуатаційних умов сільського господарства потребує постійного удосконалення та підвищення якості карданних шарнірів. Тому вивчення їхньої надійності та робочих характеристик залишається актуальним завданням для покращення функціональності сільськогосподарської техніки та зниження витрат на її обслуговування.

Сучасні структурно-технологічні та експлуатаційні методи, спрямовані на підвищення довговічності карданних шарнірів та відновлення їх працездатності, не завжди забезпечують повний відновлювальний ресурс. В теперішній час однією з важливих завдань є розробка та підвищенні довговічності карданних шарнірів шляхом удосконалення матеріалів, технологій виробництва та методів обслуговування.

Цей напрямок досліджень важливий для підвищення довговічності та функціональності карданних шарнірів в умовах експлуатації. Розробка ремонтпридатних шарнірів та методів обслуговування, які б ураховували можливість відновлення або заміни робочих поверхонь підшипникових вузлів, може суттєво сприяти підвищенню ефективності роботи сільськогосподарської техніки та заощадженню витрат на ремонт та заміну окремих елементів.

У сфері ремонту елементів карданних шарнірів існує різноманітність методів відновлення, включаючи наплавлення, залізнення, пластичне деформування та додавання додаткових ремонтних деталей. Порівняння цих методів на основі техніко-економічних критеріїв показує, що найбільш раціональним є метод електроконтактної приварки сталеві стрічки.

1. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І., Войцехівський С.О. Трактори та автомобілі. К.: Вища освіта, 2003.—560 с..

УДК 621.9.048.6

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ВІБРАЦІЙ ПРИ МЕХАНІЧНІЙ ОБРОБЦІ

**Солодовник Є.В. студент, Лисенко С.В. старший викладач,
Мартиненко О.Д. к.т.н. доцент**

Державний біотехнологічний університет

У статті розглянуто застосування вібраційних коливань при обробці матеріалів, що забезпечує дроблення стружки, зняття наросту з вершини різця, забезпечуючи при цьому отримання заданої шорсткості, та продовження періоду стійкості різця.

Постановка проблеми. Сучасні методи обробки металів різанням ведуться шляхом зміни характеру застосування механічного впливу на шар, що зрізається (наприклад, на вібраційний, надшвидкісний), використання якісно нових видів впливу на матеріал зрізаного шару (хімічного, електричного), застосування комбінованих методів обробки, побудованих на суміщенні рівномірного механічного впливу з вібраційним, тепловим, хімічним, електричним впливом.

У машинобудуванні при обробці багатьох матеріалів, особливо таких, як високолеговані сталі та деякі сплави кольорових металів, існує низка проблем, пов'язаних з відведенням та транспортуванням стружки. Це зв'язано з тим, що у процесі різання вищеперелічених матеріалів утворюється довга безперервна стружка як стрічка чи спіраль. Наявність такої стружки знижує якість та надійність обробки, ускладнює експлуатацію автоматизованого обладнання, веде до збільшення виробничого травматизму, виникають проблеми з транспортуванням та зберіганням стружки, що в цілому призводить до зниження продуктивності. Тому вирішення цих проблем є актуальним завданням металообробки.

Для вирішення цих проблем використовується низка технологічних методів, серед яких застосування вібраційного різання.

Аналіз досліджень. Сучасні дослідження вібрацій при різанні металів ведуться за двома напрямками. Перше з них (і найбільш вивчене) пов'язане з гасінням вібрацій несприятливих при механічній обробці, що веде до зниження якості поверхні, точності обробки та стійкості інструменту; друге - з освоєнням методу вібраційного різання, що використовує позитивний вплив вібрацій. Застосування вібраційного різання не суперечить широкому використанню засобів гасіння вібрацій. При правильному виборі напрямку коливань, їх частоти та амплітуди використання вібраційного різання гарантує періодичний злам стружки. Крім цього, у процесі досліджень було встановлено, що застосування вібраційного різання не тільки забезпечує гарантоване дроблення стружки, а й покращує низку найважливіших технологічних показників. У ряді випадків створюються передумови для поліпшення оброблюваності матеріалів (насамперед, корозійностійких і жароміцних сталей), а також підвищення стійкості інструменту. Зусилля, що виникають при цьому, носять знакозмінний характер, що призводить до появи субмікроскопічних тріщин навколо яких

концентруються внутрішні напруження. Цей факт є причиною підвищення оброблюваності матеріалів. Особливо чутливі до концентрації напруг корозійностійкі та жароміцні сталі.

Як свідчать дослідження проф. В.М. Подураєва зусилля при віброрізанні знижуються порівняно зі статичним різанням. Що сприяє підвищенню стійкості інструменту. Крім того, підвищується ефективність впливу навколишнього середовища шляхом більш надійного періодичного омивання ріжучого клину інструменту МОР. Це призводить до зниження температури в зоні різання та підвищення стійкості інструменту.

Метою даної роботи є розгляд основних кінематичних залежностей, проведення аналізу процесу та технологічних особливостей вібраційного різання, розробка конструкції інструменту, що забезпечує гарантоване дроблення стружки при різанні важкооброблюваних матеріалів.

Різання з вібраціями полягає в тому, що на загальноприйнятій кінематичній схемі різання накладається додатковий синусоїдальний коливальний рух інструменту щодо заготовки (рис. 1).

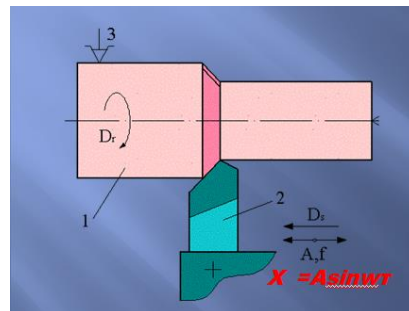


Рис. 1. Схема вібраційного точіння

A - амплітуда коливань, *f* - частота коливань (до 50 Гц)

Якщо при звичайному різанні ріжуча кромка інструменту проходить по заготовці шлях у вигляді гвинтової лінії, то при вібраційному цей шлях матиме складнішу криволінійну форму, що отримується при накладенні на гвинтову лінію синусоїди. При цьому слід зазначити, що на довжині розгортки кола оброблюваної поверхні не повинно укладатися ціле число довжин хвиль коливань. В іншому випадку дроблення стружки не буде, незважаючи на жодні варіації режимів різання та параметрів вібрацій (амплітуди коливань *A* та частоти *f*).

При вібраційному різанні кінематика процесу є первинним фактором, що відрізняє його від звичайного різання. Тому всі зміни фізичних параметрів (сила і температура різання, усадка стружки, тощо) і технологічних показників (стійкість різального інструменту, шорсткість обробленої поверхні, точність і т. і.) обумовлюються змінами кінематичних параметрів процесу різання: товщини та довжини зрізаного елемента шару і стружки, законів формування елемента шару, часу роботи і часу відпочинку ріжучого інструменту.

Найбільший ефект, особливо при обробці матеріалів, що важко обробляються, досягається саме при переривчастому різанні. Слід зазначити, що тільки різання з вібраціями дозволяє забезпечити надійний поділ стружки на

окремі частини, а також підвищити ефективність дії МОР і всієї обробки в цілому.

При звичайній обробці переріз шару, що зрізається, являє собою прямокутник, ширина якого дорівнює його товщині, а висота - глибині різання. При цьому воно протягом усього шляху різання залишається незмінним (рис. 2, а). При різанні з вібраціями переріз шару, що зрізується, постійно змінюється (рис. 2, б) як у поперечному перерізі (перпендикулярно поверхні різання), так і в поздовжньому (вздовж напрямку різання).

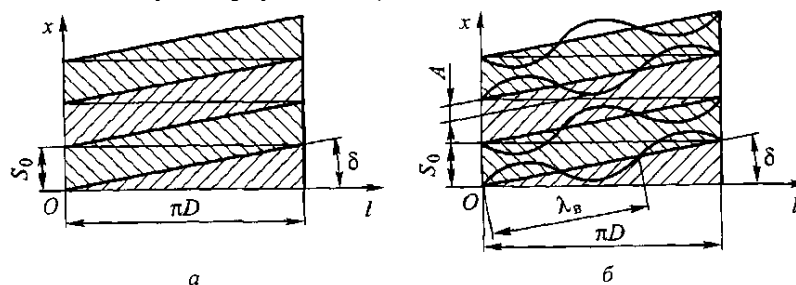


Рис. 2. Рух вершини різця при звичайному (а) та вібраційному (б) різанні.

Застосування вібраційного різання дозволяє призвести до зниження динамічної ударної в'язкості, підвищення крихкості руйнування при різанні, зниження роботи тертя та температури різання.

У процесі вібраційного різання відбувається дроблення стружки, тим самим покращуються умови праці робітника. Застосування зазначеного способу вібраційного різання є одним із нових технічних засобів, що забезпечує підвищення ефективності автоматизації виробництва[2].

Вібраційне різання може забезпечуватись за допомогою збудників коливань різних типів (електричні, гідравлічні, механічні, комбіновані), з використанням приводу, енергії так і без нього. У першому випадку для створення вібрацій використовується джерело енергії. Однак необхідність використання двигуна призводить до збільшення габаритних розмірів та збільшенню економічних витрат.

В механічних вібраторах без додаткового приводу енергії джерелом порушення вібрацій є двигун верстата або оброблювана деталь. Більшість відомих в даний час пристроїв для обробки з вібраціями мають своє джерело енергії для надання необхідних коливань, що дозволяє регулювати режими вібрації в дуже широкому діапазоні. Разом з тим всі ці пристрої дуже складні. Більш простим, і в багатьох випадках, більш доцільним є використання автоколивань, рис.3.

Автоколивання - незгасаючі стаціонарні коливання, підтримувані за рахунок енергії, яка підводиться до системи від джерел неколивального характеру.

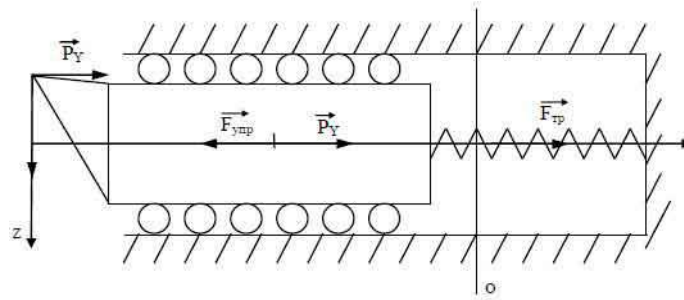


Рис. 3. Схема встановлення різця

У цьому випадку відпадає необхідність в спеціальному енергетичному джерелі коливань: маслонуосній станції, електродвигуна, ультразвуковому генераторі, а коливальний характер буде обумовлений безпосередньо процесом різання.

Згідно з дослідженням Д.Кумабе при вібраційному різанні сила різання в 3-10 разів менша, ніж при звичайному різанні. Таке положення досягається при певному рівні амплітуди коливань інструменту. Пояснюється зменшення сили різання тим, що в результаті короточасного її впливу різець не встигає отримати переміщення, яке відповідає статичному прикладанню цієї сили. Наведений приклад у роботі Д.Кумабе, коли час контакту інструменту складає 0,1 періоду коливань інструменту, забезпечує фактичну лінійну швидкість металу в 10 разів більшу швидкості різання. Тобто, швидкість переміщення стружки по передній поверхні інструменту буде приблизно в 10 разів перевищувати швидкість різання. Таке становище говорить про те, що ми маємо справу, практично, з високошвидкісним різанням, однак температурний режим буде значно кращим[3].

Висновок. Аналіз застосування вібраційного різання показав, що підвищити ефективність процесу можна, використовуючи високочастотні вібрації, спрямування яких співпадає з напрямком тангенційної складової сили різання. Це дозволяє підвищити швидкість різання, стійкість інструменту, знизити сили різання, шорсткість поверхні.

Список літератури:

1. Мазур М. П., Внуков Ю. М., Грабченко А. І. та інші, Основи теорії різання матеріалів. Підручник для студентів вищих навчальних закладів, 2012.-535с.
2. Лисенко С.В. Використання вібраційних технологій для поліпшення показників оброблюваності матеріалів. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Випуск 168. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві., с. 52-59. 2016 р
3. Кумабэ Д. Вибрационное резание/ Пер. с яп. Масленникова С.Л. – М.: Машиностроение, 1985.-424 с.

УДК 669.

ВПЛИВ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ ВСТАВКИ ГІЛЬЗИ ЦИЛІНДРА АВТОТРАКТОРНОГО ДВИГУНА НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ МАТЕРІАЛУ

Іващенко С.Г., к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Запропоновано технологію термічної обробки компенсаційної вставки гільзи циліндра, виготовленої зі зносостійкого матеріалу. Вона включає низькотемпературну циклічну термообробку вставки.

На теперішній час існує певна кількість методів відновлення робочої поверхні зношеної гільзи циліндра автотракторного двигуна. Було запропоновано новий метод відновлення внутрішньої робочої поверхні з'ємної гільзи циліндра автотракторного двигуна типу СМД встановленням компенсаційної вставки, виготовленої зі зносостійкого матеріалу [1, 2, 3, 4, 5].

Таку вставку виготовлено з легованого чавуну відцентровим методом виливання [6]. Така вставка має кращу міцність, твердість, зносостійкість.

Метою даних досліджень є вплив термічної обробки вставки гільзи циліндра автотракторного двигуна на зносостійкість матеріалу.

Випробування проводили до температури 550 °С, оскільки температура в циліндрах при експлуатації двигуна досягає 400 °С. Вивчено вплив хімічного складу сплавів на міцність і твердість матеріалу. В ході досліджень встановлено, що відбувається падіння міцності і зміна коефіцієнта лінійного розширення в інтервалі температур магнітного перетворення цементиту. Для зменшення цього ефекту при робочих температурах гільзи запропонована циклічна термообробка. Вона передбачає формування напружень і наступну їхню релаксацію з утворенням блокової структури цементиту, що підвищує міцність сплаву.

Циклічна термічна обробка, що рекомендується, складається з трьох етапів (рис. 1). Перші два етапи відповідають температурному інтервалу обробки в області магнітного перетворення цементиту (I – 180 °С; II – 250 °С та враховує відхилення в хімічному складі використовуваних сплавів) для створення напружень II роду за рахунок магніострикційного ефекту, а третій етап – вище робочої температури гільзи – 500 °С забезпечує формування блокової структури. Такий режим обробки також сприяє повному подрібненню голок вторинного цементиту. Він підвищує пластичність сплаву і забезпечує вимоги ГУ. Термічна обробка підвищує мікротвердість цементиту на 10...12% (до Н-50-950), а продуктів розпаду аустеніту на 28...35%.

Розроблена технологія термічної обробки забезпечує зростання міцності на 25...30%, твердості на 5,0...7,0%, а також зменшує спад цих характеристик у інтервалі температур магнітного перетворення цементиту. Одноразово підвищується жаростійкість та жароміцність сплаву до 20...25%.

Порівняльні дослідження на знос зразків, гільзи циліндру та вставки, з рекомендованого матеріалу після термічної обробки показали, що останні відрізняються більш високими показниками (на 30%) [7]. Підвищення зносостійкості вставок має місце на всіх етапах випробувань.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що використання розробленої технології термічної обробки забезпечує зростання міцності, твердості та зносостійкості матеріалу компенсаційної вставки, виготовленої з легованого чавуну.

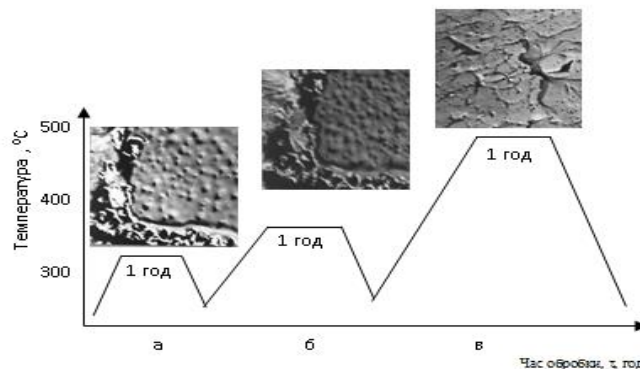


Рис 1. Режими термічної обробки вставок:

а, б – охолодження на повітрі; в – охолодження з виключеною піччю;
а, б – $\times 500$; в – $\times 300$

Список літератури:

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 С.Г., Скобло Т.С. Разработка технологии восстановления и зеркала гильзы цилиндра двигателя СМД-62 путем постановки компенсационной вставки. Труды Междунар. конф. КГТУ “Конструювання, виробництво та експлуатація с.г. машин”. –Кіровоград: 2000. –С. 21...24.

3. 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.

4. 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.

5. Иващенко Г.А., Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Повышение эффективности и качества механической обработки рабочих поверхностей деталей типа " втулка". Вісник ХДТУСГ /Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 8, том 1. –Харків: 2001. –С. 240...243.

6. 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.

7. Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство. Частина 1. Обробка матеріалів різанням та металорізальні інструменти. Иващенко Г.О., Иващенко С.Г. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. УМЦ ХДТУСГ. –Харків: 2003. –152с.

УДК 66.074

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОРОВОЇ СТРУКТУРИ ФІЛЬТРА НА ОСНОВІ ПОЛІТЕТРАФТОРЕТІЛЕНУ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ШАХТНОГО МЕТАНУ

Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Сухін І. С., магістр, Колеснік С. С., магістр

Державний біотехнологічний університет

Методом комп'ютерного моделювання встановлені основні структурні параметри високопроникних полімерних фільтруючих елементів (ФЕП) на основі політетрафторетілену з гладкою зовнішньою поверхнею. Експериментальні зразки ФЕП, що виготовлені за доопрацьованим технологічним регламентом використані в фільтрах-сепараторах для очищення шахтного метану.

Шахтний метан широко використовується як додаткове джерело енергії в багатьох сферах виробництва. Використання шахтного метану в якості палива здійснюється когенераційними модулями газової електростанції. Однак, стабільна робота когенераційних модулів може бути забезпечена тільки якісним очищенням шахтного метану, що надходить до їх входу. Відцентрові очисники не забезпечують якісну очистку, а сітчасті фільтри, якими комплектуються модулі, не забезпечують очистку від частинок механічних домішок розмірами менше 5 мкм, швидко засмічуються більш великими частинками, потребують частішої регенерації і заміни. Тому виникла необхідність в установці додаткових фільтрів для попереднього очищення шахтного метану.

Аналіз існуючих фільтрів та пристроїв для очищення шахтного метану показав, що найбільш ефективними є фільтри сепаратори для очищення та підготовки природного газу, що комплектуються пористими фільтруючими елементами на основі політетрафторетілену (ПТФЕ) [1].

Технологічний режим роботи фільтра-сепаратора дозволяє протягом усього періоду експлуатації забезпечувати на гідрофобній фільтруючій поверхні стійку плівку рідини (води і газового конденсату), що видаляє механічні забруднення з поверхні фільтруючого елемента. Цей гідродинамічний режим забезпечує незабрудненість фільтроелементів і постійний перепад тиску на фільтрі-сепараторі. Так як шахтний метан подається на вхід когенераційного модуля з тиском не більше 300 Па, основною експлуатаційною вимогою до фільтра-сепаратора є малий гідравлічний опір, який в свою чергу, залежить від режиму течії речовини, що фільтрується, його параметрів (в'язкість, щільність) і параметрів порової структури (пористість, діаметр пор, коефіцієнт звивистості порових каналів, шорсткість поверхні пор).

З метою вибору фільтруючих елементів для фільтра-сепаратора були проведені дослідження пневматичних характеристик на 3-х типах високопроникних матеріалів на основі ПТФЕ з різною тонкістю очистки (5, 20, 40 мкм) [2].

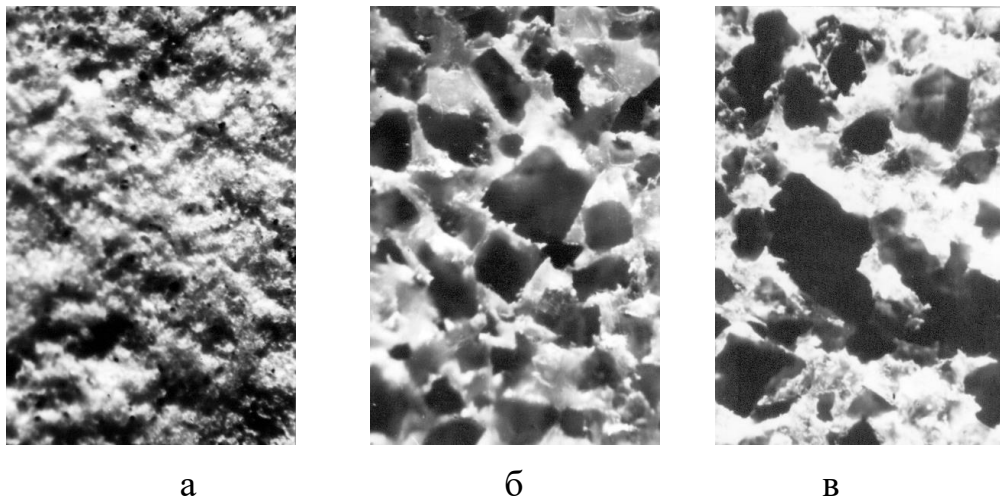


Рис. 1. Поровые структуры поверхности фильтрующих элементов ФЭП 152-130-205 с различной тонкостью очистки (увеличение $\times 40$):
а – 5 мкм; б – 20 мкм; в – 40 мкм; г – 30 мкм.

Аналіз пневматичних характеристик показав, що циліндричні полімерні фільтруючі елементи з тонкістю фільтрації 5 мкм з гладкою зовнішньою поверхнею мають високий гідравлічний опір. Фільтруючі елементи з тонкістю фільтрації 20 і 40 мкм мають задовільний гідравлічний опір, але шорсткість поверхні цих елементів не дозволяє формувати на їх поверхні стійку рідинну плівку, отже не забезпечується режим самоочищення фільтруючих елементів.

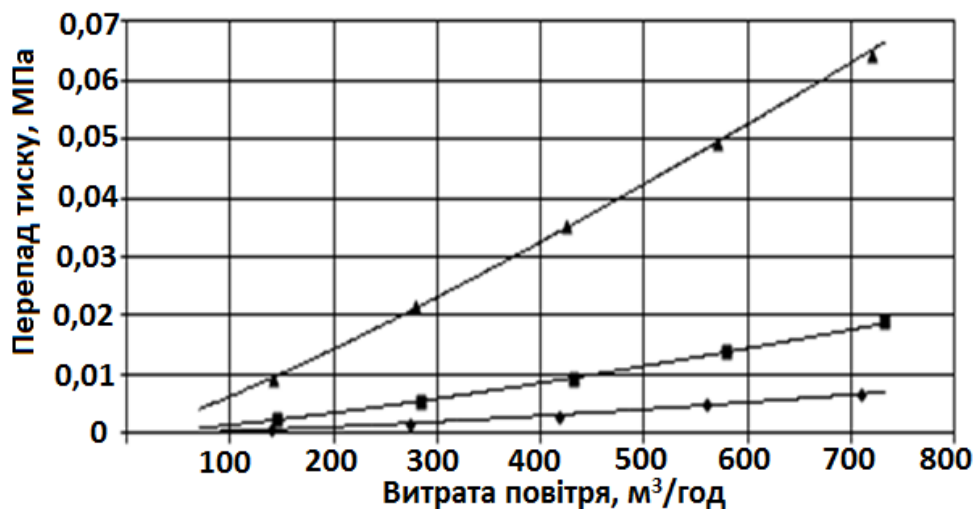
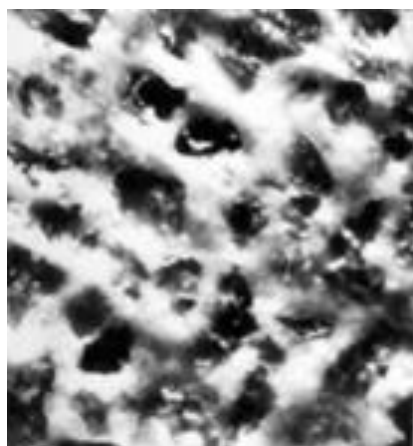


Рис. 2. Пневматичні характеристики фільтруючих елементів ФЭП 152-130-205 з різною тонкістю очистки: ◆ - 40 мкм, ■ - 20 мкм, ▲ - 5 мкм.

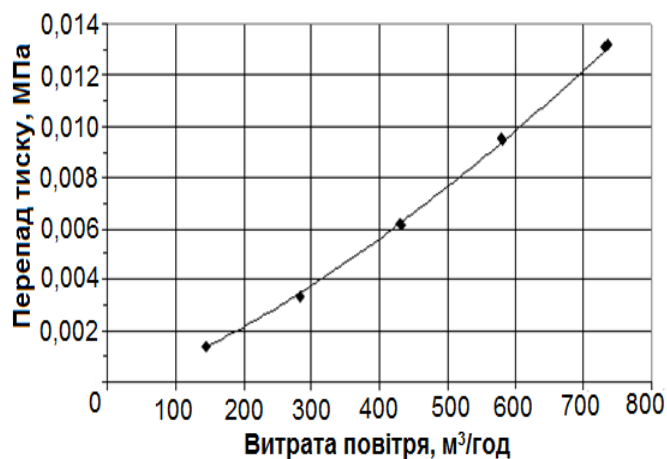
Тому виникла необхідність в розробці високопроникних фільтруючих елементів, що мають гладку поверхню. З використанням комп'ютерної моделі пористого тіла були визначені оптимальна форма (сфера) і дисперсний склад пороутворювача (70-140 мкм - 20%; 140-350 мкм - 30%; 350-500 мкм - 50%), об'ємна пористість фільтроматеріалу (79,5%), що забезпечують задані експлуатаційні властивості.

У якості водорозчинного пороутворювача використовувався хлорид натрію (NaCl). Із приготованих сумішей ПТФЕ і NaCl шляхом таблетування в прес-формі з витримкою 30 с при питомому тиску 155 ± 5 МПа були отримані заготовки пористих ПТФЕ [3]. Отримані заготовки піддавалися спіканню при $t = 385 \pm 5^\circ\text{C}$ протягом 1 години, охолоджувалися з піччю. Пороутворювач NaCl видалявся розчиненням у воді при $t = 40^\circ\text{C}$. Кінцевою стадією приготування пористих ПТФЕ була їх сушка при 100°C протягом 12 годин.

За доопрацьованим технологічним регламентом були виготовлені експериментальні зразки полімерних фільтруючих елементів, порова структура яких наведена на рис. 1а.



а



б

Рис. 1. Експериментальний фільтруючий елемент з тонкістю фільтрації 30 мкм: а - порова структура поверхні матеріалу; пневматична характеристика фільтруючого.

Як видно з рис. 1б, розроблені експериментальні зразки з гладкою поверхнею мають пневматичний опір, близький до фільтруючих елементів з тонкістю фільтрації 40 мкм, при цьому забезпечують тонкість фільтрації 30 мкм. Тому газові сепаратори комплектувалися цими фільтруючими елементами, що показало високу ефективність і надійність підготовки шахтного метану для стабільної роботи когенераційних модулів.

Список літератури:

1. Wu, J., Xu, F., Li, S., Ma, P., Zhang, X., Liu, Q., Fu, R., Wu, D., Porous Polymers as Multifunctional Material Platforms toward Task-Specific Applications. *Adv. Mater.*, 2019, 31, 1802922-1802967. <https://doi.org/10.1002/adma.201802922>
2. Kaliuzhnyi OV, Platkov VY (2022) The structure and properties of porous poly(tetrafluoro ethylene). *J Polym Res* 29:32. <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>
3. Калюжный А. Б., Платков В. Я., Калюжный Б. Г. Формирование давлением структуры и свойств пористых материалов на основе фторопласта-4 / А. Б. Калюжный, В. Я. Платков, Б. Г. Калюжный // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - 2017. - Вип. 183. - С. 39-44.

ПОЛІТЕТРАФТОРЕТИЛЕН - ЗАСТОСУВАННЯ І ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Марченко М.М., магістр

Державний Біотехнологічний Університет

В роботі було детально розглянуто матеріал політетрафторетилен і визначено його основні фізико-хімічні властивості. Визначено основні напрямки застосувань цього матеріалу. Обговорено тенденції розвитку та обговорено нові можливі галузі застосування цього матеріалу.

Політетрафторетилен (ПТФЕ) визначається своєю унікальною хімічною структурою та особливими фізичними властивостями, що роблять його незамінним матеріалом у різних промислових галузях [1-2]. Його застосовують у різноманітних галузях - від побуту до хімічної промисловості і авіабудування. Серед основних властивостей ПТФЕ можна виділити низьку поверхневу енергію, термічну стабільність, хімічну стійкість, високу стійкість до зносу, легкість та гнучкість [3]. В купі з відносно малою собівартістю виробництва цього матеріалу, ці властивості дозволяють застосовувати ПТФЕ як альтернативу іншим матеріалам, досягаючи високого ККД і вирішуючи певні проблеми, що є типовими для інших матеріалів[4].

Застосування ПТФЕ в автомобільній промисловості. ПТФЕ був спеціально розроблений для використання взамін традиційних мастильних матеріалів, особливо в автомобільній промисловості, завдяки його низькій поверхневій енергії. Під час експлуатації мастило захищає систему від тепла, що виникає внаслідок тертя, і запобігає його пошкодженню. У системах передачі звичайні шарикопідшипники (металеві кульки) вимагають мастила або жиру для змащування. ПТФЕ використовується як самозмащувальний шарикопідшипник завдяки своїй властивості низької поверхневої енергії, тому зовнішнє змащення не є необхідним.

Застосування ПТФЕ у нафтохімії та енергетиці. Полімерні композити в нафтохімічних заводах грають ключову роль у високотехнологічній механічній обробці, необхідній для переробки нафти та газу. Експлуатація матеріалів при високих температурних циклах стає критичною у виробництві та переробці. Відомо, що ПТФЕ має виняткову термічну стабільність у широкому температурному діапазоні, і тому йому віддається перевага в сучасному промисловому обладнанні. ПТФЕ, як композитний матеріал, використовується в нафтовій та газовій промисловості через свої трибологічні властивості. Дослідження композитів на основі ПТФЕ виявили, що їх механічні властивості залежать від температури, зменшуючись при підвищенні. Матеріал виявляє стійкість до зносу та застосовується в нафтохімічній промисловості для забезпечення тривалої експлуатації та довговічності обладнання.

Застосування ПТФЕ у авіаційній промисловості. В авіаційних застосуваннях, особливо при криогенних температурах, важливо використовувати матеріали з унікальними властивостями. Криотрибологія

вивчає трибологічні властивості матеріалів при низьких температурах. ПТФЕ та його композити широко застосовуються в авіаційній промисловості для зменшення тертя та забезпечення тривалої експлуатації в умовах вакууму та криогенних температур. Висуваються модифікації для вдосконалення криогенного інжинірингу.

Застосування ПТФЕ в хімічних промисловостях. Загалом у хімічних галузях обробки віддається перевага фторополімерам через їх високий опір хімічним впливам, обумовлений нейтральністю ланцюгів ПТФЕ. Звісно, ПТФЕ відіграє ключову роль у технології хімічної обробки, випереджаючи інші фторополімери. На відміну від інших полімерів, фторополімери мають можливість витримувати суворі температурні та хімічні умови, тому вони застосовуються як покриття для контейнерів для кислот, труб, шлангів та клапанів для перекачування хімікатів та фільтрації хімічних сполук. Технологія потокової хімії включає багато методів обробки хімічних речовин у промисловості.

Застосування ПТФЕ в біомедичних та фармацевтичних застосуваннях. ПТФЕ знаходить широке використання в біомедичних та фармацевтичних галузях завдяки своїм неактивним властивостям у взаємодії з органічними речовинами. В медичній апаратурі та імплантатах він виявляє високі характеристики. Металеві біліарні стенти, покриті розширеним ПТФЕ, показують менше зростання пухлин порівняно з іншими матеріалами. У клінічних застосуваннях e-PTFE віддається перевага в інженерії м'яких тканин через свою біоцільність. Мембранний потіковий реактор із проникним ПТФЕ використовується для аеробного окислення алкоголю в фармацевтиці. ПТФЕ демонструє хімічну стійкість та здатність витримувати високі температури в реакціях.

Застосування ПТФЕ в електротехніці. Електричні властивості ПТФЕ особливо використовуються як ідеальний ізоляційний матеріал у системі електропередач. Від малих до великих електричних компонентів, застосування ПТФЕ в електричних пристроях є величезним. Для застосувань у електростатичних трансдюсерах, пористий ПТФЕ використовується як шар, і його змінювані потенціали поверхні аналізуються. Оптимізація параметрів зарядження різних пористостей ПТФЕ виконується шляхом зарядження поверхні за допомогою методу коронного зарядження. Показано, що збільшена пористість значно знижує поверхневий потенціал шарів. ПТФЕ також було запропоновано для ізоляції електродних підложок в скануючих електрохімічних мікроскопах. Покриті ПТФЕ скляні вуглецеві (ГВ) підложки виявилися електрохімічно інертними.

Застосування ПТФЕ в процесах очищення води та повітря. Пористі мембрани з ПТФЕ широко використовуються в сепарації та фільтрації, особливо в техніках, таких як обернена осмоса та гіперфільтрація. Їхня стабільність у важких умовах, висока міцність та довговічність роблять їх ефективними для очищення води та повітря в промислових процесах. Асиметричні мембрани з ПТФЕ використовуються в області вторинного використання води та оберненої

осмосу. Дослідження також вказує на успіх у створенні амфібобної мембрани з ПТФЕ для ефективного видалення органічних аерозолів.

Висновок: Подальші наукові розробки у сфері ПТФЕ видаються перспективними. Як вказано в науковому звіті, політетрафторетилен, відомий також як тефлон, знайшовши за століття застосування у багатьох галузях, відзначається найвищою стійкістю в різних технологічних системах та галузях діяльності. Незважаючи на те, що перші використання ПТФЕ відбулися менше, ніж століття тому, сьогодні цей матеріал вже зайняв визначне положення у світі. Він використовується як в новітніх технологічних рішеннях, так і в уже перевірених часом технологіях, іноді навіть замінюючи традиційні матеріали, що виявляються менш ефективними [5].

Для майбутніх досліджень важливо зосередитися на вивченні передових галузей та виявленні можливостей впровадження в них продуктів з політетрафторетилену. Це сприятиме суттєвому зменшенню витрат на виробництво та експлуатацію, а також дозволить реалізувати інноваційні підходи та досягнення, які раніше були недосяжними.

Література

1. Wu, J., Xu, F., Li, S., Ma, P., Zhang, X., Liu, Q., Fu, R., Wu, D., Porous Polymers as Multifunctional Material Platforms toward Task-Specific Applications. *Adv. Mater.*, 2019, 31, 1802922-1802967. <https://doi.org/10.1002/adma.201802922>
2. Babaie, E., Bhaduri, S. B., Fabrication Aspects of Porous Biomaterials in Orthopedic Applications: A Review. *ACS Biomater. Sci. Eng.*, 2018, 4, 1-39. <https://doi.org/10.1021/acsbiomaterials.7b00615>
3. Stucki, M., Loepfe, M., Stark, W. J., Porous Polymer Membranes by Hard Templating – A Review. *Adv. Eng. Mater.*, 2018, 20, 1700611-1700629. <https://doi.org/10.1002/adem.201700611>
4. Feng, S., Zhong, Z., Wang, Y., Xing, W., Drioli, E., Progress and perspectives in PTFE membrane: Preparation, modification, and applications. *J. Membrane Sci.*, 2018, 549, 332-349. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2017.12.032>
5. Kaliuzhnyi OB, Platkov VY (2022) The structure and properties of porous poly(tetrafluoro ethylene). *J Polym Res* 29:32. <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>

АНАЛІЗ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА ТРИВАЛІСТЬ СЛУЖБИ ПАПЕРОВИХ ФІЛЬТРУЮЧИХ МАТЕРІАЛІВ

**Калюжний О.Б., к.т.н., доцент, Махник А.С., магістр, Дараган
М.Р., магістр**

Державний біотехнологічний університет

Дослідження присвячено оцінці ефективності фільтрації біопалива за допомогою паперових фільтруючих елементів. Під час дослідження проведено аналіз ефективності фільтрації метилових ефірів ріпакової олії (МЕРО), дизельного палива (ДП) і біопалива (В10, В30). Результати дослідження надають практичні рекомендації для оптимізації процесу фільтрації біопалива за допомогою паперових фільтруючих елементів, що може бути важливим кроком у напрямку підвищення екологічної стійкості виробництва та використання біопалива.

Для виробництва сільськогосподарської продукції потрібен великий парк тракторів і сільськогосподарської техніки, яка використовує нафтове паливо. Однак нафта є несхвальованим джерелом енергії, і вичерпання її запасів передбачається протягом наступних кількох десятків років. За прогнозами, вже протягом наступних 20-25 років очікується різке зниження видобутку нафти. Це призводить до постійного зростання вартості нафтового палива, що негативно впливає на витрати виробництва сільськогосподарської продукції. Зважаючи на те, що багато країн є залежними від імпорту нафти, слід очікувати подальшого підвищення цін на нафтове паливо до рівня, характерного для Європи [1].

Треба також враховувати екологічний аспект проблеми, пов'язаний з використанням традиційних моторних палив. Узагальнюючи, більше 70% забруднень навколишнього середовища походить від двигунів внутрішнього згорання. Вчені з різних країн, особливо тих, де відсутні власні ресурси вуглеводневої сировини, вже тривалий час активно шукають альтернативні джерела палива.

Зараз велика увага приділяється використанню відновлюваних джерел енергії, які виробляються з рослинної сировини. У сільському господарстві, безперечно, великий акцент робиться на біопаливі, виготовленому з рослинних олій, зокрема, біодизельного палива для дизельних двигунів. Цей вид палива успішно застосовується в численних країнах як альтернатива звичайному дизельному паливу. Однією з переваг використання біодизельного палива є невеликі витрати на адаптацію автотракторної техніки для його використання у стандартних двигунах, з використанням наявних систем технічного обслуговування, засобів транспортування і заправки паливом. Це сприяє успішному впровадженню біопалива в сільському господарстві. На сьогоднішній день використання біопалива в Європейському союзі регулюється відповідним законодавством [2].

В даний час біопаливом, більш близьким за своїми фізико-хімічними властивостями до вуглеводневого (дизельного) палива, є суміш метилових ефірів

жирних кислот ріпакової олії (МЄРО). На підставі аналізу було визначено, що перспективним альтернативним паливом дизельних двигунів для умов України є біопаливо, яке отримують шляхом змішування рідких вуглеводневих палив і похідних ріпакового масла - метилових ефірів ріпакової олії. При цьому раціональним складом такого бінарного біопалива є 10% МЄРО + 90% нафтового дизельного палива (марка В10) та 30% МЄРО + 70% нафтового дизельного палива (марка В30).

Однак, відмінності фізико-хімічних та експлуатаційних показників нафтового дизельного та біодизельного палив можуть суттєво вплинути на строк служби паперових фільтруючих елементів, якими оснащені фільтри тонкого очищення дизельних двигунів. На жаль процеси фільтрування біопалива не вивчалися [3].

Однією з характеристик біопалива є вища вологість, оскільки воно може містити воду у вигляді емульсій або мікроемульсій. Вода, що потрапляє до палива, може призвести до розм'якшення паперових фільтрів та їх руйнування. Крім того, вода може викликати окислення і корозію металевих частин фільтрів та системи пального в цілому.

Засмічення фільтрів є однією з основних проблем, пов'язаних із використанням біопалива. Біопаливо може містити більше домішок, таких як вода, мікроорганізми та частинки, які можуть призвести до швидшого засмічення паперових фільтрів.

Домішки, такі як мікроорганізми та частинки бруду, також можуть проникати до фільтрів разом із біопаливом. Це може призвести до засмічення фільтраційних матеріалів та утруднити прохід пального через фільтр. Як наслідок, фільтри стають менш ефективними у видаленні домішок та частинок і можуть потребувати більш часті заміни або очищення.

Засмічені фільтри можуть призвести до кількох проблем. Засмічені фільтри можуть обмежити потік пального до двигуна, що призводить до зниження потужності та продуктивності автомобіля. Засмічені фільтри можуть спричинити незадовільну згорання пального, що в свою чергу може призвести до збільшеного споживання пального.

Відповідно до ГОСТ 305, у дизельному паливі механічні домішки повинні бути відсутні при їхньому визначенні кількісним методом за ГОСТ 6370 (масова частка механічних домішок до 0,005 % включно оцінюється як їхня відсутність). Біодизельне паливо може містити вільну воду, гліцерин, жирні й високомолекулярні органічні кислоти, продукти полімеризації (у змішаних паливах), які викликають забруднення паливних фільтрів.

Доцільно було провести паралельні дослідження процесів фільтрування МЄРО, дизельного палива (ДП) і біопалива (В10, В30).

Для визначення забруднення МЄРО, ДП, В10 й В30, проби цих видів палива були відфільтровані через паперовий фільтруючий матеріал ПФДП ($S = 1,13 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$) при постійному перепаді тиску ($\Delta P = 2,5 \text{ кПа}$). Встановлено, що при одержанні змішаних палив В10 й В30 (шляхом змішення МЄРО та ДП у відповідних кількостях), відбувалося їхнє помутніння. Осад, затриманий

фільтром при фільтруванні різних видів палива, характеризував їхнє забруднення. Результати експерименту наведено на рис 1.



Рис. 1. Осад, затриманий фільтром при фільтруванні різних видів палива: а - ДП (осад відсутній), б - МЕРО (осад відсутній, але мають місце жирові плями на поверхні), в - В10 (щільний осад чорного кольору), г - В30 (пухкий осад коричневого кольору)

Для того, щоб мінімізувати вплив біопалива на паперові фільтри, важливо дотримуватися низки рекомендацій:

- Регулярна заміна та обслуговування фільтрів.
- Використання паперових фільтрів, спеціально розроблених для роботи з біопаливом.
- Моніторинг стану фільтрів та системи подачі палива для виявлення проблем.

Використання біопалива може підвищити вимоги до обслуговування системи подачі палива та фільтрації. Правильне обслуговування та дотримання рекомендацій виробників може допомогти знизити негативний вплив біопалива на паперові фільтри та забезпечити надійну роботу двигуна або системи. Глибокі дослідження та розробка більш стійких матеріалів для фільтрів також можуть допомогти у поліпшенні даної проблеми.

Список літератури:

1. Atadashi I.M, Aroua M.K. Refining technologies for the purification of crude biodiesel. *Applied Energy*. 2011;88(12):4239-4251.
2. V.A. Markov, A.I. Gaivoronskiy, S.N. Devyanin, E.G. Ponomarev. Rapeseed oil as an alternative fuel for diesel. *Automotive Industry*, 2006, No. 22.
3. Zybalov V.S., Kozhamkulova Ya.S. Analysis of chemical composition and physical properties of sunflower and rapeseed oil. Chelyabinsk: ChGAA, 2013. P. 33-38.

УДК 004.94

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОРИСТИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА ЇХ ПРОНИКНІСТЮ, ВИЗНАЧЕНОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Калюжний О.Б., к.т.н., доц., Колеснік С. С., магістр, Сухін І. С., магістр

Державний біотехнологічний університет

Структуру пористих матеріалів та їх проникність вивчали за допомогою комп'ютерного моделювання в діапазоні пористості від 0 до 99%. Різке збільшення проникності спостерігається в інтервалі пористості від 55 до 65%. Показано, що проникність є ізотропною, тобто не залежить від напрямку заповнення пористої структури в усьому діапазоні пористості. Запропоновано класифікацію пористих матеріалів згідно з їх проникністю: матеріали з низькою пористістю (0-5% проникність), матеріали з помірною пористістю (5-50% проникність), матеріали з високою пористістю (50-95% проникність) та сверхпористі матеріали (95-100% проникність).

Розвиток сільського господарства в Україні передбачає широке використання матеріалів, стійких до агресивного середовища, зокрема пористих полімерних матеріалів. Ведучою тенденцією у галузі полімерного матеріалознавства є розробка та вивчення пористих матеріалів на основі фторопласта-4 (PTFE). Високопористі матеріали виготовляються шляхом попередньої підготовки суміші диспергованих пороутворювачів і порошку полімера з подальшим таблетуванням, термообробкою та вишаруванням пороутворювача. Властивості пористого матеріалу формуються його пористою структурою, яка визначається розмірами та формою використовуваних частинок пороутворювача, а також величиною та якістю міжчастинкових контактів матеріалу-основи, які, в свою чергу, залежать від величини пористості матеріалу (П) [1].

Для виготовлення пористого матеріалу необхідно враховувати, що отриманий матеріал повинен мати високу проникність (Р) та бути достатньо міцним. Проникність матеріалу збільшується зі збільшенням його пористості, а збільшення пористості знижує прочності властивості матеріалу. Отже, при створенні пористого матеріалу необхідно вибирати оптимальну пористість у комплексі з дисперсністю пороутворювача, яка відповідає цим вимогам.

При вивченні структури пористих матеріалів використовують як експериментальний підхід [1], так і методи комп'ютерного моделювання [2]. Однак для отримання даних про структуру таких матеріалів в максимально широкому діапазоні значень пористості перспективним та найінформативнішим є метод графічного комп'ютерного моделювання з відтворенням всіх особливостей структурного стану пористого матеріалу та його порової структури.

На рис. 1 наведено програму графічного комп'ютерного моделювання порових структур, сформованих з використанням пороутворювача. Моделювання пористого матеріалу виконується за наступним алгоритмом.

Пороутворювач моделюється частинками, форма яких може бути квадратною або круглою, при цьому квадратні частинки можуть бути орієнтовані в просторі випадковим чином. Програма з заданого розподілу частинок пороутворювача за розмірами виділяє групу частинок найбільшого розміру. Потім кожній конкретній частинці з даної групи за допомогою генератора випадкових чисел встановлюються координати її центру. Далі навколо цього центру розташовується частинка зазначеної форми. Якщо форма частинки квадратна, то генератор випадкових чисел задає кут обертання частинки на площині. Отримані координати частинки на полі моделювання вводяться в пам'ять ПК.

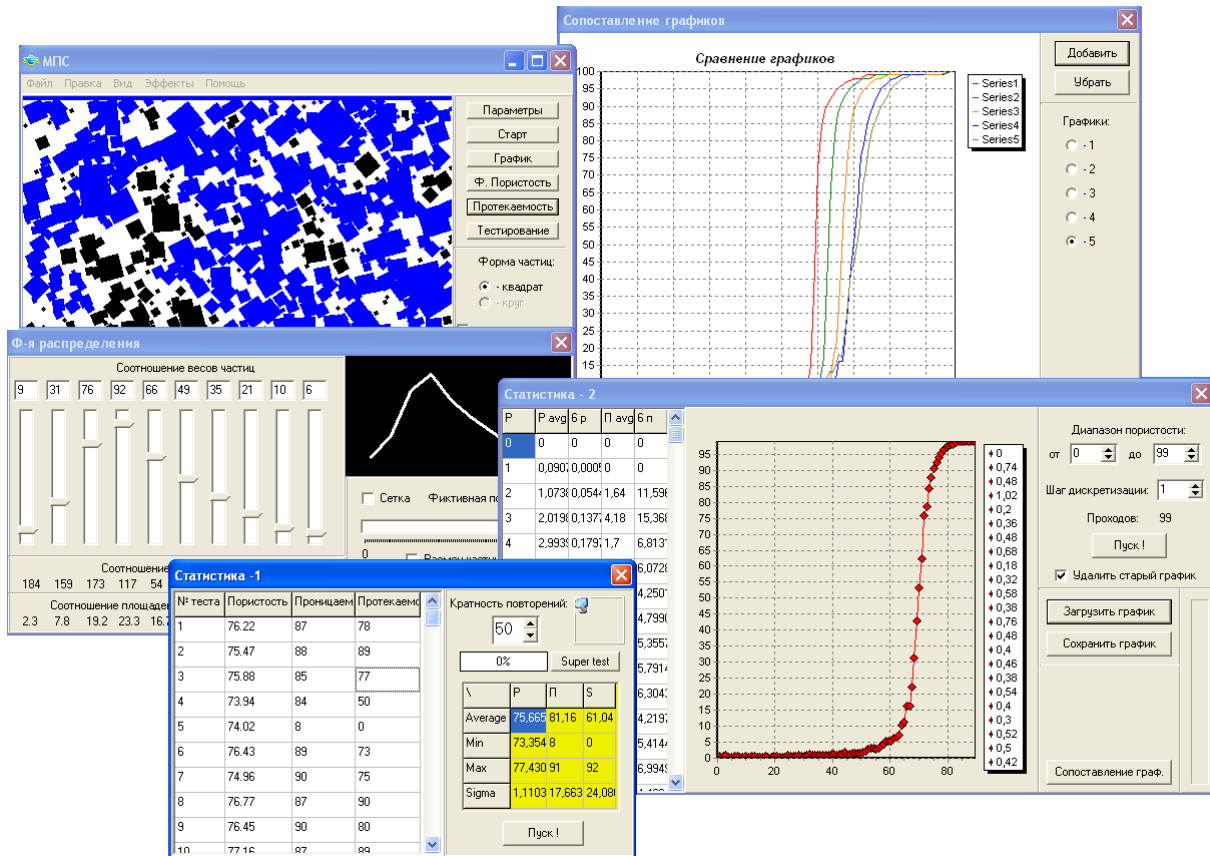


Рис. 1. Програма графічного комп'ютерного моделювання порової структури

Потім програма переходить до аналогічного розміщення наступної частинки того самого розміру. Отримавши координати її центру, аналізується, чи не потрапили вони на площу, яку вже займає раніше розміщена частинка. У разі такого потрапляння програма за допомогою генератора випадкових чисел задає нові координати центру цієї частинки. Зі збільшенням щільності раніше розміщених частинок зростає ймовірність неодноразового потрапляння центру нової частинки на ці частинки, і програма моделювання повторює спроби випадковим чином розмістити частинку до тих пір, поки координати її центра не потраплять в область поля моделювання, яку не зайнято раніше розміщеними частинками. Встановивши координати центру цієї частинки, програма розміщує саму частинку та встановлює її координати. Якщо центр нової частинки виявився розміщеним недалеко від раніше розміщеної частинки, то її координати можуть

виявитися такими, що площі цих частинок частково перекриватимуться. Якби програма не допускала такого перекриття, то поровий канал утворювався би або при соприкосновенні частинок гранями, або при дотику вершини частинки до грані іншої частинки, і у випадку частинок круглої форми - лише в точках дотику. Проте це не відображало б реальну порову структуру пористих матеріалів, сформованих за допомогою пороутворювача, і, отже, певне перекриття частинок є необхідною умовою моделювання.

Повторюючи такі операції, програма розміщує всі частинки даного розміру. Після цього програма починає розміщення наступної групи частинок з найближчим меншим розміром, причому розміщення частинок проводиться аналогічно розміщенню частинок попередньої групи. Так послідовно розміщуються всі групи частинок із заданого розподілу. Після завершення розміщення частинок усією групи утворена порова структура виводиться в поле моделювання.

Для отримання усереднених даних щодо модельної структури та її параметрів, а також максимальних і середньоквадратичних відхилень цих параметрів при фіксованій пористості програма передбачає режим набору статистичних даних за допомогою багаторазового повторення машинного експерименту та його обробки при визначеній пористості (діалогове вікно "статистика-1"). Програма надає можливість отримання цих даних не лише для одного значення пористості, але й для багатьох значень у наперед заданому інтервалі її змін (діалогове вікно "статистика-2"). При визначеному значенні кратності повторення програма в автоматичному режимі створює зображення моделювання структури, аналізує їх, отримує вказаний набір параметрів структури у вигляді табличних даних і, в кінцевому підсумку, наводить графік залежності проникності від пористості $P=f(\Pi)$. Опція "перегляд графіків" діалогового вікна "статистика-2" дозволяє в окремому вікні "порівняння графіків" одночасний виклик з пам'яті ПК від 2 до 5 раніше збережених графіків залежності проникності від пористості для подальшого аналізу. Виходячи з характеру залежності $P=f(\Pi)$, можна ввести класифікацію пористих матеріалів [3]:

Низькопористі матеріали. Це матеріали з поверхневою проникністю, в якості якої прийняти інтервал значень проникності 0-5%. Така проникність має місце в інтервалі значень пористості від 0 до приблизно 55%.

Середньопористі матеріали. Це матеріали з глибокою проникністю, в якості якої прийняти інтервал значень проникності від 5 до 50%. Діапазон пористості, що відповідає таким значенням проникності, складає від приблизно 55 до приблизно 59%. У цьому діапазоні пористості протіканість (прохідна проникність) практично завжди рівна 0;

Високопористі матеріали. Це матеріали з проникністю від 50-95%. При таких значеннях проникності у пористих матеріалів проникність стає прохідною, тобто вони стають протікаючими. Діапазон пористості, що відповідає таким значенням проникності, складає від приблизно 59 до приблизно 65%;

Сверхпористі матеріали. Це матеріали з проникністю близькою до 100%. Такі значення проникності реалізуються в діапазоні пористості від 65 до 99%.

Досліджено вплив розміру часток пороутворювача на залежність $P=f(\Pi)$. Встановлено, що із збільшенням розміру часток пороутворювача залежність $P=f(\Pi)$ зсувається в бік великих значень Π , причому вказане зсув є найбільш суттєвим в області великих значень проникності.

Список літератури:

1. Kaliuzhnyi OB, Platkov VY (2022) The structure and properties of porous poly(tetrafluoro ethylene). J Polym Res 29:32. <https://doi.org/10.1007/s10965-022-02887-w>
2. R. Baravalle, L. Scandolo, C. Delrieux, C. Garc'ia Bauza, and E. Eisemann, "Realistic modeling of porous materials," Computer Animation and Virtual Worlds, 2016.
3. Kalyuzhny A.B. Structure of porous materials and their permeability: determination by computer-aided simulation / A.B. Kalyuzhny, V.Ya. Platkov // Functional Materials. – 2001. – Vol. 8, №1. – P. 90-93.

Секція 7



**ОБЛАДНАННЯ
ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ
ВИРОБНИЦТВ**

УДК 631.362

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕНЕРГЕТИКИ ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА

Богомолів О.В. д.т.н., проф., Ірклієнко В.І. к.т.н.,
Шуваєв М.С. асп., Ірклієнко Т.В. маг.

Державний біотехнологічний університет

Проведено аналіз досліджень структурно-механічних властивостей зерна та умови його деформування при проведенні процесу подрібнення. Представлені подрібнюючі машини і їх питома енергоємність.

Мета дослідження: провести аналіз досліджень в галузі енергоефективності подрібнення зерна пшениці.

Для аналізу процесу подрібнення зерна важливі дослідження структурно-механічних властивостей зерна і умови його деформування. Значний внесок у вивчення структурно-механічних властивостей зерна в зв'язку з його деформацією виконав Гіршсон В.Я., який визначив на спеціальному пресі зусилля, що руйнують при розтягуванні, стисненні і зсуві для цілого зерна пшениці та жита і їх анатомічних частин. Він встановив, що зусилля зрізу, що руйнують як для цілого зерна, так і для його різних анатомічних частин в 3-5 разів менше, ніж при деформації стиску. Аналогічні результати були отримані і іншими вченими.

Запропоновані теорії процесу подрібнення і проведені роботи по вивченню умов деформування зерна при його подрібненні не пояснювали процес подрібнення зерна з його якісного боку, що найбільш важливо при виборчому подрібненні, оскільки отримані проміжні продукти відрізняються не стільки кількісними, скільки якісними показниками. Істотно розширив і доповнив теорію подрібнення зерна на вальцьових верстатах, використовуючи фундаментальні праці з фізики твердого тіла С. Д. Хусід [1].

Він ввів поняття про швидкість деформування твердих тіл W , фізичний зміст якого – це швидкість прикладених зусиль, що руйнують до руйнованого тіла, швидкість зменшення об'ємах матеріалу, що подрібнюється; вона являє собою першу похідну від відносної деформації в часі: $W=de/dt$, де e – відносна деформація, яку можна визначити як відносне збільшення поверхні в результаті подрібнення. Збільшення швидкості деформування твердих тіл, як правило, призводить до їх крихкого руйнування, що пов'язано з підвищенням межі текучості. Дослідження С. Д. Хусід показали, що швидкість деформування це важливий фактор в процесі подрібнення зернових продуктів, що істотно впливає на кількісно-якісні показники процесу подрібнення. Ендосперм пшениці при вологості 13...14 % являє собою типове крихке тіло, однак за певних умов силового навантаження і навколишнього середовища він може проявляти властивості пластичних тіл. У цьому сенсі швидкість деформування і інші умови подрібнення грають важливу роль [1].

У роботах інших авторів наведені дані по питомої енергоємності здрібноуючих машин [2 - 4]. Результати зведені в таблицю 1.

Як видно з табл.1. найменшу питому енергоємність мають дискові млини, в яких використовується спосіб подрібнення - сколювання, зрушення.

Таблиця 1. – Подрібнюючі машини і їх питома енергоємність

№ п/п	Найменування машини	Способи подрібнення	Питома енергоємність, кВт · год/т
1	Вальцовий верстат	Стиснення, стирання і зсув	4,5-8,5
2	Молоткова дробарка	Удар, стирання	5,2-13,6
3	Дисковий млин	Сколювання, стирання	1,1
4	Энтолейтор	Удар, стирання	1,9
5	Жорновий постав	Стирання, стиснення і зсув	19,3
6	Вальцедековий верстат	Стирання, стиснення і зсув	2,9
7	Деташер	Удар, стирання	3,8
8	Плющильний верстат	Стиснення	1,9-182,2
9	Вимольна машина	Удар	4,2

Висновки. Таким чином менш енергоємним є спосіб подрібнення зрушення, сколювання, який на даний час використовується в дискових млинах. Продуктивність дискових млинів є невисокою, тому основні зусилля конструкторів та дослідників повинні бути спрямовані на пошуки можливостей підвищення їх продуктивності, наприклад шляхом оптимізації конструкцій сколювального каналу, або оптимізації кутових швидкостей сколювальних дисків.

Список літератури:

1. Хусид С. Д., Измельчение зерна.- М.: Хлебоиздат, 1958. - С.232.
2. Мерко И.Т., Моргун В.А. Научные основы и технология переработки зерна. - О. 2001. – 285 с.
3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В. та ін. Наукові основи ошадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.
4. Богомолів О.В., Гурський П.В., Бредихін В.В. та ін. Покращання відділення оболонки від ендосперму зерна пшениці із застосуванням ультразвукового способу. Матеріали ХІХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті". –Х: ДБТУ, 2023. –С. 85.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛИВУ ВЕЛИЧИНИ І ТРИВАЛОСТІ НАПРУГИ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ ТІСТА

Гурський П.В., к.т.н., доц., Хухлей С.О., магістр

Державний біотехнологічний університет

Досліджено вплив на адгезійну міцність тіста величини напруги та тривалості пластифікації при різній тривалості замісу тіста в тістомісильній машині періодичної дії. Встановлено прямолінійну залежність адгезійної міцності тіста від величини напруги.

Вивчали вплив на адгезію тіста напруги P_k і тривалості τ_k попереднього контакту, швидкості відриву проби матеріалу V_0 і тривалості пластифікації τ .

Тісто консистенцією 500 умов. од. замішували на фаринографі з 0,3 кг борошна, 1,5% NaCl і води. Тривалість пластифікації визначали часом утворення тіста (120 с), половиною періоду стабільності (390 с), часом максимального розвитку структури тіста (660 с) і 3/2 періоду стабільності (930 с).

Залежність адгезійної міцності P_a тіста від тривалості пластифікації й тривалості попереднього контакту при $P_k = 0,513$ кПа й $V_0 = 1,0 \cdot 10^{-3}$ м/с показана на рис. 1. Зі збільшенням τ_k росте P_a тіста особливо різко в початковий період контакту. Так, збільшення до від 5 до 60 с призводить до росту P_a на 74,8%, а від 100 до 150 с - усього на 7,8%.

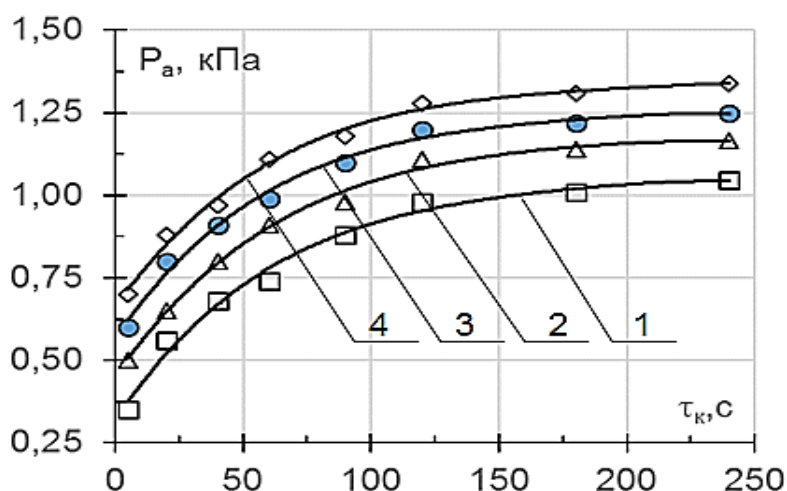


Рис. 1. Залежність адгезійної міцності тіста від тривалості напруги при різній тривалості замісу: 1- 120 с; 2 – 390 с; 3 – 660 с 4 – 930с

Отже, адгезія тіста до металевої поверхні диска росте згодом швидко, потім усе повільніше, досягаючи до певної межі. Згідно з дифузійною теорією адгезії [1,2,3], така залежність P_a від τ_k пояснюється повільною дифузійною громіздких ланцюгових макромолекул або їх ділянок у шпери, мікротріщини й окисну плівку на поверхні диска.

Встановлено залежність P_a від P_k при $t_k = 10$ с, згідно з якою між параметрами P_a й P_k існує прямолінійна залежність (рис. 2). При цьому ріст P_a

пояснюється [1,2,3] збільшенням дійсної площі контакту тіста із субстратом внаслідок пружно-пластичних деформацій нерівностей поверхні адгезиву.

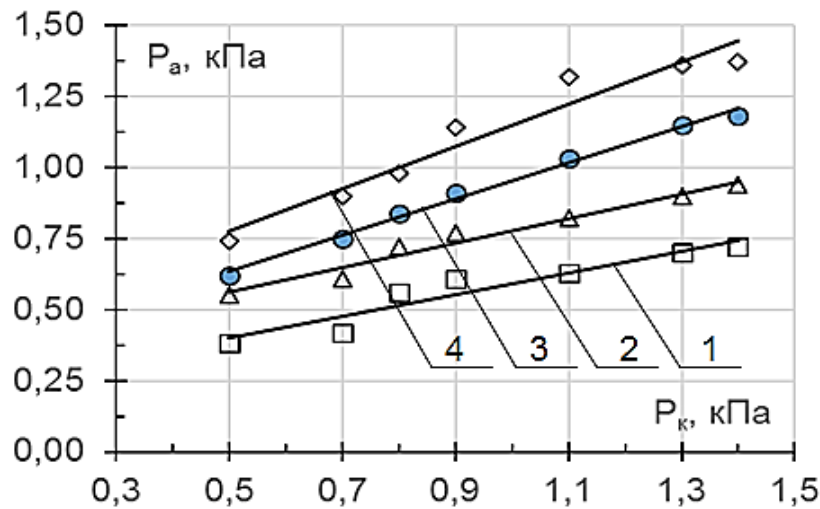


Рис. 2 Залежність адгезійної міцності тіста від величини напруги при різній тривалості замісу: 1- 120 с; 2 – 390 с; 3 – 660 с 4 – 930с

При випробуванні тіста, замішаного по фаринограмі до точки, що відповідає $3/2$ періоду стабільності, установлена зміна характеру відриву контактуючої поверхні залежно від величини P_k . Так, при збільшенні величини напруги P_k до 0,8 кПа спостерігався адгезійний відрив диска, в інтервалі напруг 0,8-1,2 кПа – змішаний, а після 1,2 кПа – когезійний відрив диска [2,3,4]. В останньому випадку відрив диска від тіста супроводжувався утворенням характерної шийки внаслідок перевищення сил адгезії над когезією.

Список літератури:

1. Еркебаев, М.Ж. Реология пищевых производств Текст./ Пособие/ Кулажанов Т.К., Ю.А. Мачихин, Е.Б Медведков//. Реология пищевых производств. Алматы. 2003. - 192 с.
2. Максимов, А.С. Реология пищевых продуктов Текст./ Лабораторный практикум/ В .Я. Черных СПб.: ГИОРД. 2006. – 176 с.
3. Ткаченко С.О. Гурський П.В. Дослідження структурно-механічних властивостей тістових напівфабрикатів від вмісту вологи. Тези доповіді до Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених // “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв” 26 травня 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 50-52
4. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

УДК 664.6/7

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ТЕМПЕРАТУРИ МОДЕЛЬНОЇ РІДИНИ В КАМЕРІ КРИСТАЛІЗАЦІЇ МАСЛОУТВОРЮВАЧА РЗ-ОУА З ПІДВИЩЕННЯМ ЙОГО ПРОДУКТИВНОСТІ

Гурський П.В., к.т.н., доц., Болдир Є. О., магістр

Державний біотехнологічний університет

Досліджено доцільність конструктивного рішення щодо удосконалення камери кристалізації пластинчастого маслоутворювача та можливості підвищення його продуктивності. Встановлено, що запропоновані технічні рішення дозволять підвищити продуктивність маслоутворювача на 9...12%.

При виробленні низькожирних видів вершкового масла і спредів, виникає необхідність у значному зниженні продуктивності маслоутворювача, особливо в осінньо-зимовий період [1].

Основним напрямком підвищення продуктивності в цьому випадку, є збільшення зони кристалізації і, відповідно, часу знаходження продукту в цій зоні. Обмежуючими факторами є сталість робочого об'єму, як охолоджувача, так і обробника та ступінчастий характер зміни частоти обертання робочих органів охолоджувача і обробника [2,3].

У цих умовах, домогтися збільшення зони кристалізації, можна шляхом більш швидкого охолодження продукту до температури початку масової кристалізації гліцеридів молочного жиру, і, тим самим, здійснити дестабілізацію вершків і зміну фаз на більш ранній стадії процесу [2,3,4].

Для цього, зокрема, пропонується в крайніх 3-х охолоджуючих пластинах (з боку обробника) заглушити канали для входу і виходу холодоносія таким чином, щоб холодоносієм проходив через отвори не циркулюючи в пластинах, одночасно зі збільшенням швидкості холодоносія або зниженням його температури.

У цьому випадку, продукт буде охолоджуватися до кінцевої температури не в 13, а в 10 продуктових зазорах, а останні 3 зазори стають додатковими відсіками обробника. Таким чином, температура початку масової кристалізації гліцеридів молочного жиру досягається на більш ранній стадії охолодження. Слід зазначити, що оскільки при виробництві низькожирних видів масла, продуктивність масло-утворювача істотно знижується, то заглушування трьох охолоджувальних пластин суттєво не вплине на загальну поверхню теплообміну. Заглушки можна вирізати з листа харчової гуми товщиною $7 \div 9$ мм.

Для визначення доцільності конструктивного рішення щодо підвищення продуктивності пластинчастого маслоутворювача (рис.1), досліджували зміни температури високожирних вершків по довжині охолоджувача, скомпонованого за звичайною схемою і за запропонованою (рис.2).

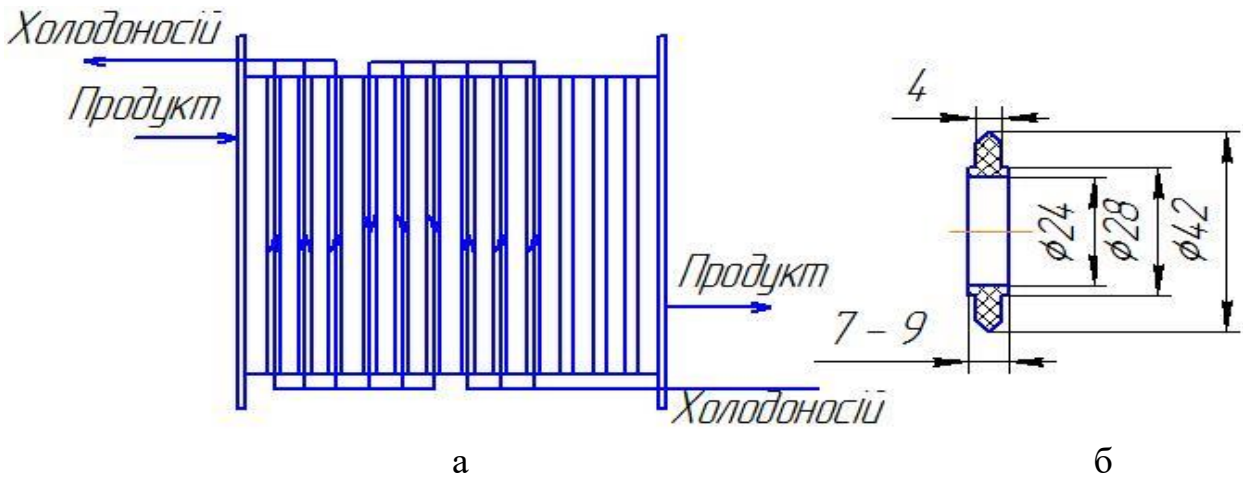


Рис 1 - Схема руху холодоносія в роторно-пластинчастому охолоджувачі з 3-ма «заглушеними» пластинами (а) і загальний вигляд заглушки (б)

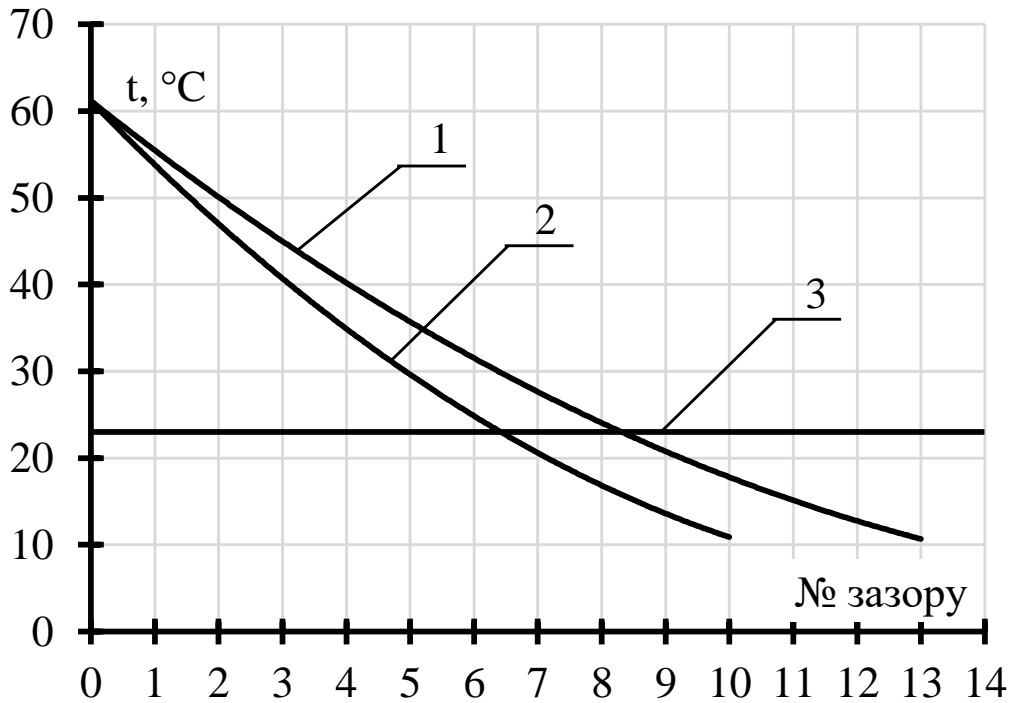


Рис 2 - Зміна температури високожирних вершків по довжині апарату в роторно-пластинчастому охолоджувачі: 1 - з 12 охолоджуючими пластинами; 2 - з 9 охолоджуючими пластинами; 3 - температура початку кристалізації гліцеридів

З аналізу графіку (рис. 2) встановлено, що в охолоджувачі з 3-ма «заглушеними» охолоджуючими пластинами, продукт охолоджується до температури початку кристалізації гліцеридів молочного жиру (22 - 23 °C) на 2 зазори раніше, ніж за звичайної компоновки. З урахуванням того, що обсяг охолоджувача майже дорівнює обсягу обробника, то час знаходження продукту в зоні кристалізації збільшується на 18 ÷ 20%, але оскільки питома потужність механічної обробки в продуктовому зазорі менше ніж у обробнику майже в 2

рази, то «заглушення» останніх 3-х охолоджуючих пластин дозволяє підвищити продуктивність маслоутворювача на $9 \div 12\%$.

З метою більш плавного коригування технологічного режиму при сезонних коливаннях складу молочного жиру, можна плавно регулювати частоту обертання валів охолоджувача і обробника. Для цього доцільно використовувати електродвигун з частотним перетворювачем [4,5].

При виробленні масла з підвищеним вмістом вологи, можна рекомендувати збільшити частоту обертання валу мішалки обробника в осінньо-зимовий період до 450 об/хв, яку можна забезпечити використанням електродвигуна з частотним перетворювачем.

Список літератури:

1. Ересько, Г.А. Маслообразователь интенсивного действия [Текст] / Г. А. Ересько, В. М. Коваленко // Молочная промышленность. - 1985. - № 5. -С. 19-22.
2. 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.
3. Клопов В. Ю. Гурський П.В. Дослідження витрат потужності при перемішуванні модельної рідини в камері охолодження пластинчастого маслоутворювача// Тези доповіді До Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених // “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв” 26 травня 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 48-50
4. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.
5. Гурський П.В., Богомолів О.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Шерстюк В.С. Розрахунок масловиготовлювача безперервної дії А1-ОЛО. Методичні вказівки до виконання розділу випускної кваліфікованої роботи рівня вищої освіти «бакалавр» студентам денної та заочної форм навчання. –Х: ХНТУСГ, 2021. -20 с.

УДК 631.362

СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ СОЇ ЗА ПРУЖНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Богомолів О.В., д.т.н., проф., Іващенко С.Г., к.т.н., доц.,
Бойко Е.В., аспірант, Науменко Е.В., аспірант, Бочарніков І.О., аспірант.,
Караченко Д.А., магістр.

Державний біотехнологічний університет

Розглянуті питання процесу сепарації насіння сої різної вологості за пружними властивостями.

Мета досліджень: обґрунтування процесу сортування насіння сої за вологістю на ударних сепаруючих поверхнях.

При збиранні насіння сої, особливо з полів, що мають низини у купі зерна попадають як сухі, так і вологі зернини. При цьому якщо така суміш не направляється відразу на сушіння, то вологість зерна в такій купі вирівнюється, тобто сухе насіння стає більш вологим, а вологе віддає свою вологу сухому. Цей процес для сої проходить протягом декількох годин, іноді достатньо 2-3 години. І якщо кількість вологого насіння в купі значна, то загальна вологість може підвищуватись до такого рівня при якому його необхідно сушити. Причому сушити доводиться всю купу. Докладніше за все було б розділити насіння купи на сухе і вологе і сушити тільки вологе. Відомо, що вологе і сухе насіння має різні пружні властивості [1, 2].

Здійснити процес сепарації насіння сої за пружними властивостями можливо на гравітаційних ударних поверхнях [3]. Для визначення можливості сортування вологого та сухого насіння сої були проведені експериментальні дослідження визначення коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі по сталі насіння сої вологістю 8,2% та вологістю 22%. Результати досліджень представлені на рис. 1.

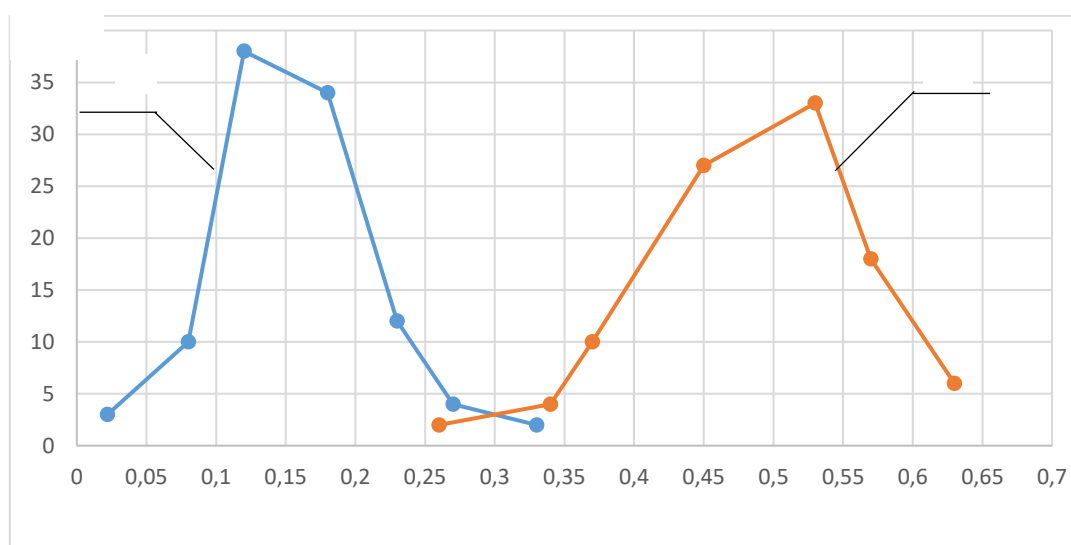


Рис.1. Варіаційні криві розподілу значень коефіцієнтів відновлення швидкостей насіння сої під час удару по сталі

1 – вологе насіння; 2 – сухе насіння.

Як видно з рис. 1. варіаційні криві коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі вологого та сухого насіння сої майже не перекриваються. Тобто сортування насіння сої з такими характеристиками вологості можна здійснити за коефіцієнтами відновлення швидкості при ударі, наприклад на ударних гравітаційних поверхнях. Звісно, що розбіжність вологості насіння в реальних умовах є високою і повного розділення суміші за вологістю на сухе і вологе досягти неможливо, але навіть якщо деяку частину суміші непотрібно буде сушити то, з урахуванням того, що сепарація насіння на ударних гравітаційних поверхнях здійснюється без витрат енергії, сортування насіння сої за вологістю є доцільним.

Висновки. Таким чином встановлено, що коефіцієнти відновлення швидкості під час удару вологого і сухого насіння сої суттєво відрізняються, що дає можливість стверджувати про доцільність сортування сої за цією ознакою на ударних, гравітаційних поверхнях. Вологе насіння має менші пружні властивості ніж сухе. Нами пропонується для такого зерна проводити попередню сепарацію зерна за пружними властивостями. Відділення при цьому вологого насіння від сухого і сушіння вже тільки вологого насіння.

Список літератури:

1. Богомолів А.В. Сепарація труднорозделимых сыпучих смесей монографія.-Х.:ХНТУСХ ім.П.Василенко. 2013.-308с.
2. Богомолів О.В., Михайлов В.М., Завгородній О.І. та ін. До питання енергоємності процесів сепарації зернових сумішей. Вісник Том 13, Запоріжжя: ТДАТУ, 2022 р. –С. 1-8.
3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В. та ін. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.

УДК 631. 362

АНАЛІЗ МОРФОЛОГО-АНАТОМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Ірклієнко В.І., к.т.н., Богомолів О.В., д.т.н., проф., Ірклієнко Т.В., маг.,
Балацко В.М., асп., Ажипа О.Л., асп.

Державний біотехнологічний університет

Зроблено аналіз морфолого-анатомічних властивостей зерна пшениці. Розглянуто морфологічна будова зернівки пшениці.

Мета дослідження: аналіз морфолого-анатомічних властивостей зерна пшениці, як сировини для переробки його в борошно та крупи.

Для кращого використання потенційних можливостей зерна пшениці розглянемо більш детально морфолого-анатомічні властивості зерна. Зовнішній вигляд зерна пшениці показаний на рис.1. Зерно пшениці має різну форму: подовжену, яйцеподібну, овальну і бочкоподібну. Найчастіше зустрічаються овальна і яйцеподібна форми.



Рис. 1. – Морфологічна будова зернівки пшениці.

1 – вид з боку бочка; 2 – вид з боку спинки; 3 – вид з боку черевця; 4 – поздовжній розріз зернівки по борозенці; 5 – поперечний розріз зернівки: A – ширина зернівки; B – товщина зернівки; L – довжина зерна; a – розмах петлі борозенки; b – глибина залягання борозенки

Вона має опуклу спинну сторону і більш плоску черевну, уздовж якої видно повздовжня борозенка. На тупому кінці зернівки є волоски (борідка, чубчик). Уздовж зерна розташована борозенка (жолобок), яку більш чітко видно, якщо зерно розрізати впоперек (рис.1 - 5).

Борозенка – це специфічне утворення складної форми на черевній стороні поверхні зерна справжніх хлібів: пшениці, ячменю, жита, вівса і тритикале. Наявність її істотно позначається на організації і веденні сортових помолів. Борозенка характеризується шириною і глибиною залягання (рис. 1).

Присутність в зерні борозенки збільшує зовнішню поверхню, а значить і вміст оболонки. Також в ній накопичується пил і бруд, від яких зерно важко очистити. При переробці зерна бруд може потрапити в борошно. Борозенка буває

дрібної (основа не доходить до центру зерна), середньої (доходить до центру зерна) або глибокої (основа борозенки нижче центру зерна) а також може бути вузькою, середньою і широкою. Борозенка зерна пшениці утворює так звану петлю. Спостерігаються відмінності у формі та розмірах петель твердої і м'якої пшениці. Для твердої пшениці характерна більш дрібна борозенка і вузька петля, а для м'якої – більш глибока борозенка, її петля значно заходить в ендосперм зерна, внаслідок чого в ендоспермі з'являються частки верхніх оболонок зерна [1 - 5].

Для конфігурації петлі борозенки характерна значна мінливість. Відношення глибини борозенки b до товщини зерна пшениці B знаходиться в межах 43...71 %, а відношення розмаху петлі борозенки до ширини зерна – 7...36 %. Виявлено обернено пропорційну залежність цього показника з борошномельними властивостями – виходом борошна та його якістю. Так, при зменшенні показника відношення глибини борозенки до товщини зерна від 71,5 % до 60,5 % спостерігається збільшення виходу борошна першого сорту з 69,2 % до 73,7 %. У борошна 70 %-го виходу спостерігається зниження зольності з 0,78 % до 0,61 % [4, 5].

Висновки. З огляду на проблему створення машин з переробки зерна з боку особливостей анатомічної будови зерна, можна припустити, що після його розколу на дві частини по борозенці будуть створені умови для доступу робочих органів машин до новостворених поверхонь. Це дозволить створити нові технології очищення зерна і отримати нові типи продукції з зерна пшениці.

Список літератури:

1. Беркутова Н.С. О морфологическом строении оболочек и химическом составе зерна пшеницы целинного края / Н.С. Беркутова, У.Д. Казаков // Известия вузов. Пищевая технология. – 1964. – №6. – С.17-19.
2. Кошак Ж. В. Морфолого-анатомические свойства зерна твердой пшеницы] / Ж. В. Кошак, Е. М. Минина, А. Э. Кошак // Материалы III Международной конференции «Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса». - Ставрополь, 2014. - Т. 2 вып. 7. - С. 289-292
3. Mark Andrew Edwards. 'Morphological features of wheat grain and genotype affecting flour yield', PhD thesis, Southern Cross University, Lismore, NSW. Copyright M Edwards 2010.
4. Богомоллов А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей (Научное обоснование энергосберегающих апоцессов и оборудования) Монография –Х.ТОВ «Планета-принт» 2013. 295с.
5. Мерко И.Т. Структура и эффективность технологических процессов производства муки [Текст] / И.Т. Мерко, В.А. Моргун, Н.Е. Погирной. – М.: Колос, 1983. – 239с.

УДК 631.362

ДО ПИТАННЯ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ ГОРОХУ ЗА ЕФЕКТОМ МАГНУСА

Богомолів О.В. д.т.н., проф., **Завгородній О.І.**, д.т.н., проф.,
Панов В.О., асп., **Сметана А.Ю.**, маг.

Державний біотехнологічний університет

Розглянуто можливість очищення насіння гороху від половинок в повітряному потоці з використанням ефекту Магнуса. Представлено лабораторну установку для визначення відхилення частки, що обертається.

Мета досліджень: обґрунтування можливості очищення насіння гороху від половинок в повітряному потоці з використанням ефекту Магнуса.

Очевидно, що першим із методів поділу зернових сумішей, освоєних людством, був метод поділу зернових сумішей у повітряному потоці. Цей метод використовується і до сьогодні в багатьох сепаруючих машинах і, безсумнівно, буде використовуватися доти, доки сепарація буде необхідна. При русі повітряному потоці частка обертається. Це відбувається через нестабільність положення частинки щодо потоку та коефіцієнта тертя, турбулентності повітряного потоку тощо.

Ефективність поділу суміші у повітряному потоці значною мірою залежить від міделевих перерізів частинок суміші. Миделево перетин частки, як згадувалося, – величина, що залежить від її становища в повітряному потоці. Тому, якщо забезпечити стабілізацію становища частинок у повітряному потоці у потрібному становищі, якість сепарації, безсумнівно, збільшиться. Стабілізацію положення частки в повітряному потоці можна забезпечити за допомогою електростатичних сил або з використанням гіроскопічного ефекту. Використання електростатичних сил при сепарації зернових сумішей не набуло поширення через різну вологість зерна. Гіроскопічний ефект проявляється при швидкому обертанні частинок, тому для стабілізації положення частинок суміші повітряному потоці доцільно надання частинкам суміші примусового обертання. Обертання частинок зернової суміші проявляється також у віброударних сепараторах через зміщення центру мас частинки, або за рахунок нахилу площини, що відбиває.

Існуючі методи розрахунку траєкторій частинок зернових сумішей [1, 2], як правило, не враховують їх обертання, що призводить до спотворення одержуваних результатів. Під час руху частинки в повітряному потоці з швидким примусовим обертанням на її траєкторію впливає сила Магнуса, яка залежить від швидкості частинки відносно повітря, швидкості її обертання та розмірів. Розміри цілого гороху та половинок різні, тож було розглянуто припущення про можливість сепарації насіння гороху за ефектом Магнуса.

Для підтвердження цього припущення було створено лабораторну установку, зображену на рис. 1.

Установка складається з електродвигунів, пружини, горизонтальної та вертикальної напрямних, механізму розведення електродвигунів, затискачів зерна та приймачів.

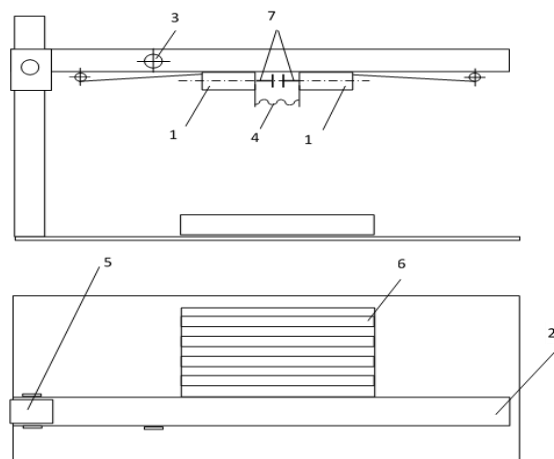


Рис. 1. Лабораторна установка для визначення відхилення частки, що обертається:

1 – електродвигун; 2 – горизонтальна напрямна; 3 – механізм розведення електродвигунів; 4 – пружина; 5 – вертикальна напрямна; 6 – приймачі; 7 – затискачі зерна.

Частинки розміщуються між вальцями електродвигунів, розташованими на одній осі. Після вимірювання частоти обертання частинок стробоскопом за допомогою механізму розведення електродвигунів частинки звільнюються від затискання. При падінні частинки під дією сили Магнуса відхиляються від траєкторії падіння частинок, що не обертаються, на деяку відстань L_0 в залежності від частоти обертання та їх форми і розміру [3, 4].

Експеримент був проведений на реальних зернах гороху та його половинок за частоти їх обертання 140 с^{-1} . Результати випробувань показано на рис. 2.

З рис. 2. видно, що відхилення від вертикалі L_0 зі збільшенням висоти падіння збільшується майже лінійно, а при досягненні висоти падіння 2,5 - 3 м, очевидно, через згасання частоти обертання частинки, відхилення знижується, причому для половинок гороху це відхилення знижується швидше. Таким чином експериментальні дані свідчать, що відхилення частинок значно суттєве і різне, тому очевидно, що поділ такої суміші при наданні їй частинкам обертання можливий при падінні їх з обертанням шляхом встановлення перегородки між кривими 1 і 2.

Висновки. Встановлена можливість очищення насіння гороху від його половинок за ефектом Магнуса при наданні частинкам суміші обертання і їх падінні з певної висоти.

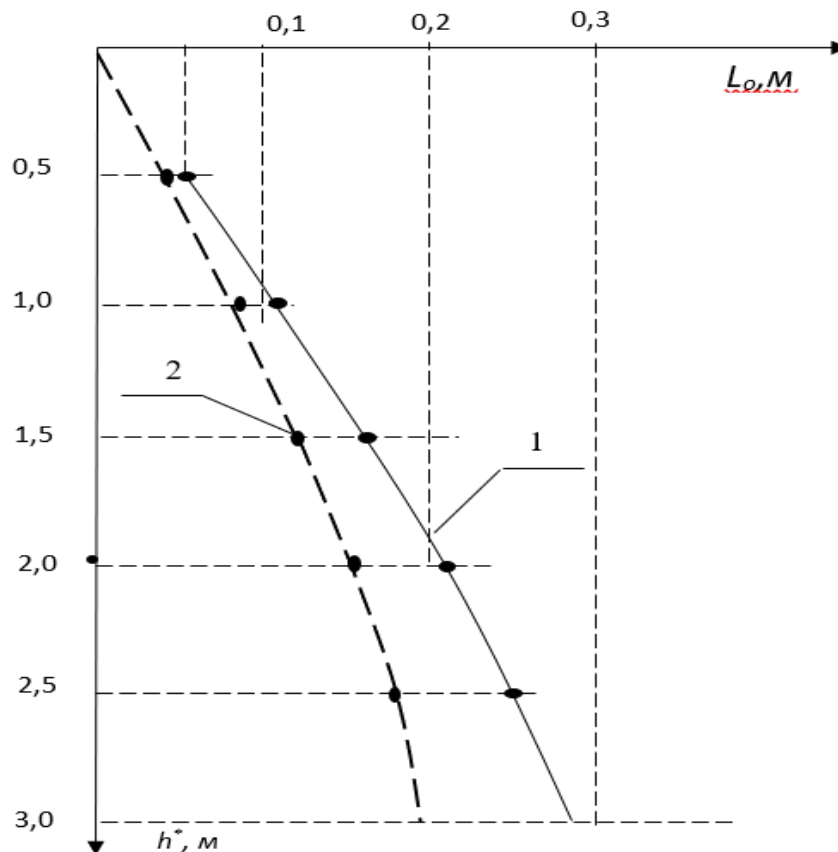


Рис. 2. Результати досліджень відхилення насіння гороху та його половинок при падінні з частотою обертання 140с^{-1}
1-насіння гороху, 2- половинки гороху

Список літератури:

1. Завгородний А.И., Козаченко А.В., Богомоллов А.В. Виброперемещение частицы в зазоре между плоскостями с учетом влияния воздушной среды // Послеуборочная обработка семян на вибрационных семеочистительных машинах. Сб. научн. тр. - М.: МИИСП, 1987. - С.28 - 36.
2. Богомоллов О.В., Иващенко С.Г., Панов В. О., Бочарніков І.О., Кривонос С.І., Ляшенко А.І. До питання сортування насіння гороху на гираційному сепараторі. /Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. –Х: ДБТУ, 2023. –С. 11-13.
3. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей (научное обоснование энергосберегающих процессов и оборудования): Обоснование энергосберегающих процессов и оборудования): монография. ХНТУСХ им. П. Василенка. Х.:2013.-308с.
4. Бредихін В.В., Богомоллов О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Иващенко 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.

УДК 631.362

ДО ПИТАННЯ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ ФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

**Богомолів О.В., д. т. н., проф., Михайлов В.М., д.т.н., проф.,
Богомолів О.О., аспірант, Бочарніков І.О., аспірант.**

Державний біотехнологічний університет

Зроблено аналіз виробництва проса в Україні та основних домішок в насіннєвій масі. Охарактеризовані основні сепаратори для очищення насіння проса від домішок.

Мета дослідження: обґрунтування можливості сепарації насіння проса за фрикційними властивостями компонентів суміші.

Просо є однією з найпоширеніших круп'яних культур, посівні площі якої займають четверте місце в світі серед основних зернових.

З III-го тисячоліття до нашої ери просо вирощували як сільськогосподарську культуру у Китаї, Європі, Монголії та Північній Африці.

Багато науковців вважають, що першими хто розробив систему обробки культурного проса були індійці, а активна селекція культурних сортів рослини стартувала на початку 20-го століття на території Казахстану. Академік Чаганак Берсі зміг домогтися неймовірної врожайності – 20 т/га – це був неперевершений результат в казахському степу для агротехніків в СРСР.

Цю теплолюбну, посухостійку рослину в Азії, Америці, Африці, Європі налічують понад 400 видів, а в природі просо — це бур'ян або трава, якою годують худобу.

В Україні просо найпоширеніше в зоні Степу та Лісостепу. Середня врожайність проса коливається від 1,49 до 1,94 т/га. Застосовуючи прогресивні технології, найкращі господарства України вирощують по 4,5–5,5 т/га і більше зерна на всій площі посіву.

Ця скоростигла культура має певне агротехнічне значення для сільськогосподарських виробників. Просо використовується як страхова культура для пересівання загиблої озимини, придатна для поукісних і пожнивних посівів, може використовуватися як покривна культура для багаторічних трав.

В просіяній крупі (пшоні) та пшоняній каші знаходяться велика кількість вітамінів та мінералів, які в край необхідні в раціоні повного харчування.

В останні роки виробництво проса збільшилось у багатьох країнах Америки, Європи та Азії, проте за останні 6-7 років в Україні посівні площі проса зменшилися майже вдвічі та культура займає другорядні позиції в сівозміні зернових, поступаючись пшениці, житу, ячменю, кукурудзі та іншим популярним злакам.

В зв'язку зі зниженням в Україні культури землеробства посіви проса засмічуються великою кількістю бур'янів, насіння яких при збиранні потрапляє у купу з насінням основної культури.

Як правило для очищення зерна проса застосовуються сепаратори загального призначення, оскільки спеціальних машин для очищення насіння проса промисловістю не випускаються.

На сепараторах загального призначення з пневмо-решітно-трієрними робочими органами сепарація сумішей, як правило здійснюється за розмірами, та аеродинамічними властивостями.

В більшій мірі просо засмічується важковідокремлюваними бур'янами параметри яких близькі до насіння проса, зокрема, це насіння мишію та курячого проса, тому якісна сепарація купи насіння проса від насіння мишію та курячого проса має певні труднощі і без великих втрат насіння основної культури у відходи неможлива.

В той же час насіння проса відрізняється від насіння мишію та курячого проса пружністю, формою та коефіцієнтами тертя, тому розподіл купи насіння проса з цими засмічувачами можливий на сепараторах, в яких сепарація здійснюється за сукупністю цих властивостей, а саме, наприклад, вібро - фрикційних сепараторах з неперфорованими робочими органами [1].

Такі сепаратори, однак мають складну конструкцію високу енерго та металоємність, невисоку продуктивність та надійність.

Хороших результатів сепарації насіння можна досягти при їх сепарації за пружними властивостями [2] на ударних гравітаційних сепаруючих поверхнях. Однак залишається складним їх процес очищення від мишію оскільки варіаційні криві коефіцієнтів відновлення швидкості при ударі доволі суттєво перекриваються, тому нами були визначені коефіцієнти тертя проса і його засмічувачів з метою визначення можливості очищення насіння проса від мишію на фрикційних сепараторах.

На рис.1 представлені варіаційні криві коефіцієнтів тертя проса, мишію та курячого проса, як теж одного з важко відокремлюваних засмічувачів по сталі.

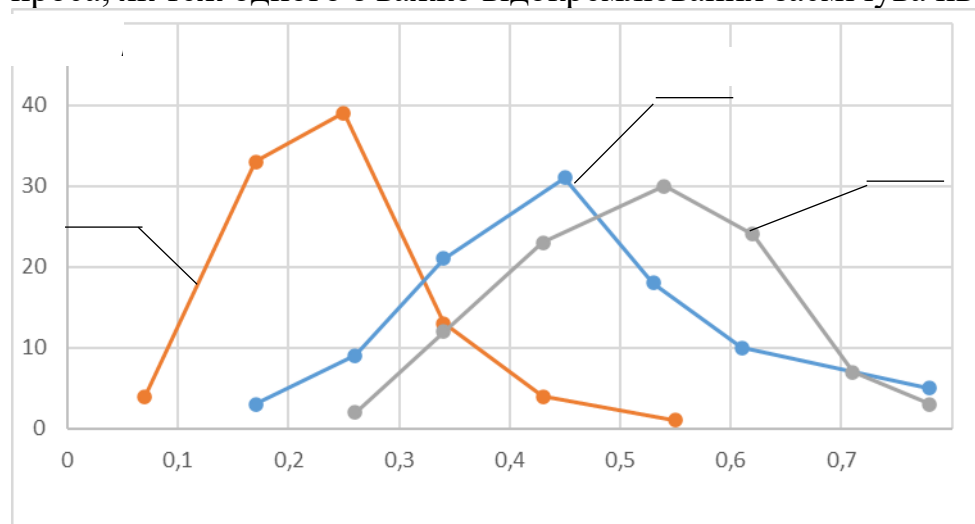


Рис. 1. Варіаційні криві розподілу значень коефіцієнтів тертя на сталі.
1-просо; 2- куряче просо; 3- мишій.

Як видно з рис.1 варіаційні криві коефіцієнтів тертя проса, курячого проса та мишію перекриваються, тому повне розділення компонентів за цією ознакою неможливе. Але вже з кривих видно, з насіння проса можна виділити значну

кількість мишію за фрикційними властивостями. Якщо ж в процесі сепарації насіння проса використовувати послідовність або сукупність методів сепарації за пружними та фрикційними властивостями з використанням гравітаційних сепараторів, то можна досягти гарних результатів з мінімальними енерговитратами.

Висновки. Сепарацію насіння проса слід здійснювати за фрикційними та пружними властивостями компонентів суміші на гравітаційних ударних та гравітаційних фрикційних сепараторах.

Список літератури:

1. Богомолів О.В., Брагінець М.В., Богомолів О.О. Питання розвитку зернопереробної галузі агропромислового комплексу України. // Інженерія переробних та харчових виробництв. – Харків. –2017. – № 2(1) – с. 8-11.

2. Богомолів О.В., Брагінець М.В., Мозгунов А.Р. та ін. Удосконалення конструкції гравітаційного багатоярусного ударного сепаратора. // Сучасні напрями технології та процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСГ. – Харків. – 2019. – Вип. № 2017. – с. 75-81.

3. Бредихін В.В., Богомолів О.В., Сліпченко М.В., та ін. Наукові основи ошадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. –Харків, «Діса+»: –2023. –408с.

УДК 664.621.181

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ СУШІННЯ ЗЕРНА В ШАФОВИХ ЗЕРНОСУШАРКАХ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХВИЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НВЧ

Гурський П.В., к.т.н., доц., Іващенко С.Г., к.т.н.,
Ткаченко С. О., магістр

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Досліджено процес сушіння зерна пшениці в експериментальній шафовій сушарці конвективного сушіння із застосуванням хвиль НВЧ. Встановлено, що використання електромагнітного поля НВЧ для сушіння зернового матеріалу є ефективним і продуктивним порівняно з конвективним способом сушіння.

Відомо, що управляючи температурою і швидкістю агента сушіння – нагрітого повітря можна регулювати тривалість процесу сушіння при конвективному способі сушіння. Однак, даний метод енергоємний та неефективний. У випадку, якщо вологість зернової маси значна, то його не можна просувати сильно нагрітим повітрям і збільшеною швидкістю агента сушіння, тобто чим вологість зерна більша, тим меншу температуру необхідно застосовувати під час його сушіння і тим більше часу буде тривати увесь процес сушіння [1, 2, 3, 4, 5].

Для порівняння процесу сушіння зерна пшениці конвективним способом і способу із застосуванням хвиль НВЧ устаткували лабораторну установку випромінювачем хвиль НВЧ [1, 2, 3].

Дослідження процесу сушіння зерна пшениці із застосуванням хвиль НВЧ проводили на експериментальній установці за різної потужності випромінювача хвиль НВЧ за товщини зернового шару 0,5 см (рис. 1) температури та швидкості повітря продувки 0,5 м/с.

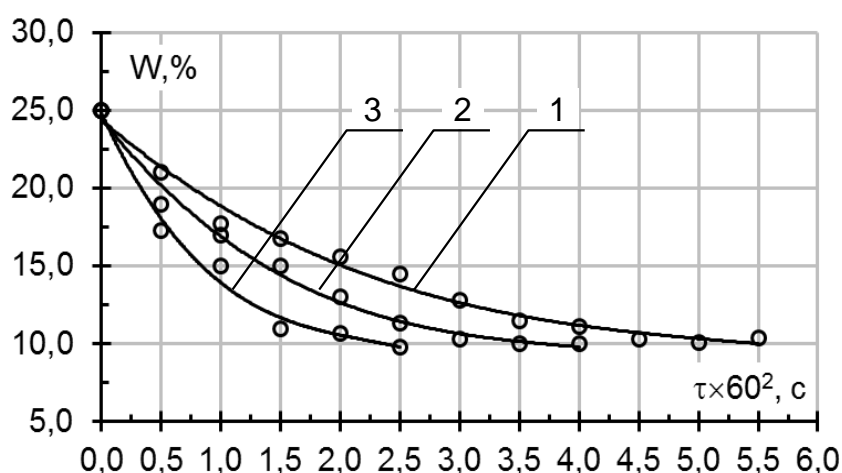


Рис. 1. Залежність вологості зерна пшениці при товщині шару 0,5 см від тривалості сушки за потужності електромагнітного випромінювача хвиль НВЧ, Вт: 1- 400; 2-600; 3- 800

Дослідженнями встановлено, що за постійної товщини 0,5 см зернового шару, що висушується під дією хвиль НВЧ збільшення потужності від 400 до 800 Вт тривалість висушування скорочується на 2,5 години.

Так за потужності 400 Вт генератора хвиль НВЧ зменшення вологості зерна пшениці від 25 до 10% можна досягти за 5,5 год, що на 0,5 год менше ніж за конвективного сушіння зернової маси з температурою агента сушки $50 \pm 2^\circ\text{C}$. Підвищення потужності до 800 Вт генератора хвиль НВЧ зменшує тривалість сушіння на 3,5 год порівняно з конвективним сушінням.

Отримані криві (рис. 2) відображають динаміку процесу нагрівання шару зернової маси характерну для теплообмінних процесів. При цьому, максимальна швидкість висушування за шару зернової маси і за найбільшого потужності магнетрона 800 Вт склала 1 г/хв, досягнувши даного значення через 3,5 хв. (рис. 1) після початку нагрівання за повної потужності магнетрона.

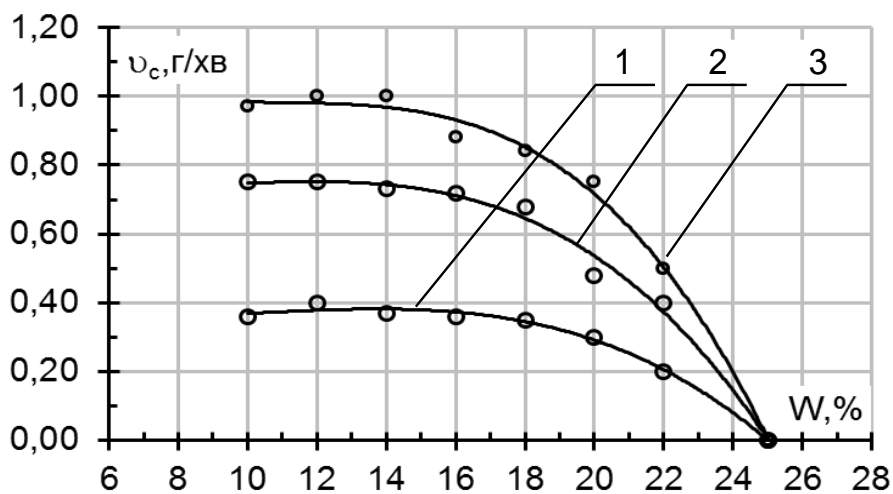


Рис. 2. Залежність швидкості сушіння зерна пшениці від вологості при товщині шару 0,5 см за потужності електромагнітного випромінювача хвиль НВЧ, Вт: 1- 400; 2-600; 3- 800.

Висновки. Доведено (рис.2), що збільшення потужності магнетрона від 400 до 800 Вт підвищує швидкість видалення вологи із зернової маси пшениці на 60%.

З аналізу графіків (рис.1, 2), можна стверджувати, що використання електромагнітного поля НВЧ для сушіння зернового матеріалу є досить ефективним і продуктивним порівняно з використанням активної вентиляції за конвективного способу сушіння [1, 2, 3].

Застосування електромагнітних хвиль сприятиме зменшенню енергозатрат; процес сушіння потребує менше часу; спостерігається підвищення якості зерна; можливість автоматизації технологічного процесу; забезпечення мобільності сушарних установок, можливість використання в будь-яких місцях, де є доступ до електромережі.

Список літератури:

1. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Вербицький В.О. Дослідження режимів сушіння зерна пшениці./Матер. Міжнар. науково-практ.

конф. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 33-34.

2. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Кузін М.В. Обґрунтування параметрів процесу сушіння макаронних виробів з використанням ультразвукових коливань /Матер. Міжнар. науково-прак. конференції. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 37-39.

3. Болдир Є. О. Гурський П.В., Іващенко С.Г. Дослідження процесу сушіння зерна пшениці в шафових зерносушарках із застосуванням конвективного способу / Матер. Всеукраїнської науково-прак. конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв ” – Харків: ДБТУ, 2023. – С. 52-54.

4. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

5. П.В. Гурський, О.В. Богомолів, В.В. Бредихін, С.А. Денисенко, С.Г. Іващенко, Ю.І. Токолов, В.П. Заїка, В.С. Шерстюк, В.М. Кісь, І.М. Лук'янов. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. Практикум / ХНТУСГ - Харків : Діса плюс, 2019. - 256 с.

УДК 664.621.181

ПЕРЕРОБКА ПЛОДІВ ТА ЯГІД З ВИКОРИСТАННЯМ КОНВЕКТИВНОЇ СУШАРКИ

Гурський П.В., к.т.н., доц., Іващенко С.Г., к.т.н., доц.,
Денисенко С.А., к.т.н., доц., Ткаченко С. О., магістр

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Наведено спосіб сушіння плодів та ягід в модернізованій сушарці для конвективного сушіння сировини з використанням, в якості теплоносія, нагрітого повітря. Встановлено раціональну температуру сушіння яблук.

В теперішній час збільшення терміну зберігання плодово-ягідної продукції має велике значення. Вирощується багато продукції, яку реалізують, як в свіжому вигляді так і відправляють на переробку. Основними способами переробки плодово-ягідної продукції є: заморожування, виробництво фруктових пюре, джемів, соків, повидла та сухофруктів та інші [1, 2, 3, 4, 5]. Великий попит серед споживачів мають висушені фрукти, ягоди. Їх висушують до кінцевого вмісту вологи – 15...28%. Сухофрукти добре зберігаються, не втрачають свої властивості після сушіння. Їх можна вживати в їжу, виготовляти компоти та фруктові коктейлі.

Основним способом штучного сушіння плодів та ягід є тепловий, з використанням в, якості теплоносія нагрітого повітря. За допомогою нагрітого повітря також висушують зерно, насіння, порізані овочі, також повітрям охолоджують макаронні вироби, зерно та насіння в стадії самозігрівання [6, 7]. Тому використання повітря для таких цілей є екологічним, прогресивним і економічним.

В багатьох сушарках продукт, з якого видаляється волога розташовується в камерах, в яких плоди та ягоди розташовують на стелажах із сітчастою поверхнею [8, 9]. В процесі сушіння суттєво змінюється хімічний склад продуктів, а також з'являються темнофарбовані з'єднання, які з'являються в результаті окислювальних реакцій.

На кафедрі «Обладнання та інжиніринг переробних і харчових виробництв» модернізовано сушарку для конвективного сушіння сировини. За допомогою цієї сушарки можна висушувати такі плоди та ягоди (вишні, черешні, груші, яблука, сливи, абрикоси). Головним сушильним агентом є нагріте повітря за допомогою калорифера до температури 50...75°C. Процентний вихід готової продукції в середньому складає 14...28%.

На рисунку 1 представлено вплив температури та швидкості руху агенту сушки на видалення вологи з часток яблук за тривалості процесу сушіння протягом 8 годин.

Встановлено (рис.1), що раціональною температурою сушіння яблук є 50...60°C. В діапазоні 10...40°C відбувається інтенсивне видалення вологи з яблук. Починаючи з температури 40°C видалення вологи сповільнюється в наслідок знаходження її в глибині часток.

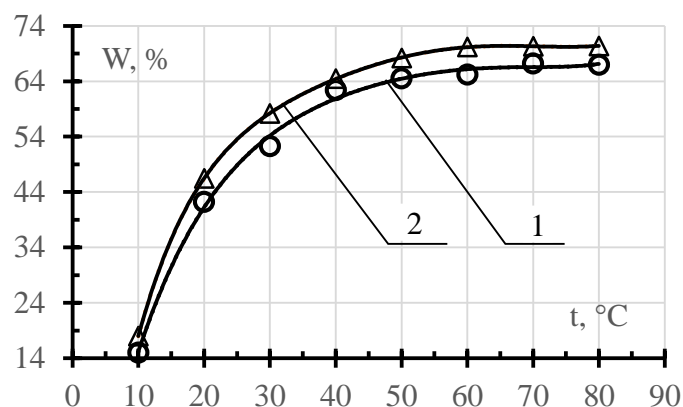


Рис. 1. Залежність вмісту води яблук від температури за тривалості сушіння 8 годин та швидкості агента сушіння 1 – 6 м/с; 2 – 10 м/с.

Доведено (рис. 1), що збільшення швидкості агента сушіння на 4 м/с підвищує видалення води на 5% і забезпечує доведення вмісту води в готовому продукті (сухих частках яблук) до 30%.

В таблиці 1 представлено режими теплової в сушарці для конвективного сушіння плодів та ягід.

Таблиця 1

Режими теплової сушки плодів та ягід

№	Продукт, що піддається сушінню	Параметри процесу сушіння			
		Температура, °C	Час, год.	Швидкість руху агента сушіння, м/с	Вміст води в готовому продукті, %
1	Абрикоси	до 70	12-14	5-8	18-20
2	Груші	50-60	6-10	8-10	30-40
3	Яблука	50-80	6-10	8-10	30-40
4	Сливи	40-80	3-15	3-5	18-20
5	Вишні	60-85	3-15	3-5	18-20

Висновки. Встановлено що використання сушарки для конвективного сушіння плодів та ягід дає можливість отримати продукцію, яка достатньо стійка при зберіганні, зручна для транспортування та зберігає свою харчову цінність.

Список літератури:

1. Іващенко С.Г., Денисенко С.А., Повассар Г.С. Виробництво сухих порошкоподібних плодово-ягідних соків-напоїв – запорука здоров'я населення України. /Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. Харків: ДБТУ, 2022 р. –С. 80-81.

2. Іващенко С.Г., Денисенко С.А., Пришляк Д.В, Будовський Р.М., Будовський А.М., Джевлах А.А. До питання своєчасної переробки плодів та ягід.

/Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. Харків: ДБТУ, 2022 р. –С. 129-130.

3. Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Гребенюков С.С. Обґрунтування технологічних параметрів гідравлічного преса для видобування плодово-овочевих соків. /Матеріали міжнародної науково-практичної конф. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2020. – С. 28-29.

4. Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Соловей П.О. До питання переробки фруктово-овочевої сировини при виробництві порошкоподібних сумішей. /Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2020. – С. 29-30.

5. П.В. Гурський, О.В. Богомолів, В.В. Бредихін, С.А. Денисенко, С.Г. Іващенко, Ю.І. Токолов, В.П. Заїка, В.С. Шерстюк, В.М. Кісь, І.М. Лук'янов. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. Практикум / ХНТУСГ - Харків : Діса плюс, 2019. - 256 с.

6. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Вербицький В.О. Дослідження режимів сушіння зерна пшениці./Матер. Міжнародної науково-практичної конф. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 33-34.

7. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Кузін М.В. Обґрунтування параметрів процесу сушіння макаронних виробів з використанням ультразвукових коливань /Матер. Міжнародної науково-практичної конференції. Сучасні напрямки технології та процесів переробних і харчових виробництв ” – Харків: ХНТУСГ, 2019. – С. 37-39.

8. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

9. В.М. Михайлов. Створення якісно нових плодовоовочевих 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.

ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ ПРОДУКЦІЇ ШИРОКОГО ВЖИТКУ

**Шевченко А.О., к.т.н., доц., Фролов М.А., Пліш М.Б.,
Конєв Р.В., Кайданський О.М., магістранти**

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати аналітичного огляду щодо технічних аспектів обладнання харчових виробництв продукції широкого вжитку. Предметом досліджень є виробництво майонезу, пастеризованого молока та вершків, і ковбасних виробів. Встановлено, що важливим технічним аспектом виробництва є використання сучасного технологічного обладнання, що має бути автоматизованим. Наведено перелік роботизованих систем, що є складовими автоматизованих ліній виробництва.

Продукція широкого вжитку – це продукти харчування, які споживаються людиною з метою задоволення основних потреб організму в поживних речовинах, енергії та воді. Ці продукти мають бути доступними споживачам на ринку, магазинах та супермаркетах і є основою повсякденного харчування. До них відноситься хліб, молоко, яйця, м'ясо, риба, овочі, фрукти, крупи, цукор, олія, масло тощо [1].

Страви та вироби на основі продуктів широкого вжитку є важливою частиною здорового харчування та повинні бути складовою частиною збалансованого харчування. Деякі продукти, такі як фрукти та овочі, мають високий вміст вітамінів та мінералів, тоді як інші, такі як м'ясо та молочні продукти, містять білки та інші поживні речовини. Для людини важливо споживати різноманітну харчову продукцію, щоб забезпечити організм необхідними поживними речовинами та зберегти здоров'я.

Група продуктів широкого вжитку, що виробляється фермерськими господарствами, – яйця, молоко та м'ясо є основними складовими для виробництва майонезу, пастеризованого молока та вершків, і ковбасних виробів. Усі ці продукти є невід'ємною частиною української кухні та мають великий попит серед споживачів. Їх виробництво є важливими складовими галузі харчової промисловості, яка виробляє високоякісні продукти для задоволення потреб споживачів.

Майонез – це соус, до складу якого входять яйця, оцет, олія та спеції. У процесі його виробництва поєднують яйця, оцет та спеції. Потім додають олію та продовжують збивати суміш до отримання однорідної маси. Окремі виробники можуть додавати до майонезу додаткові інгредієнти, такі як мед, сік лимона, гірчицю тощо. Останнім етапом виробництва майонезу є його фасування в пластикові або скляні банки [2].

Пастеризоване молоко та вершки – це продукти, які виготовляються з молока, що підлягає знежиренню та нормалізації. Отже, технологія виробництва

полягає у відокремленні жирної частини молока від білково-лактозної частини. Це може бути здійснено шляхом центрифугування або залишання молока у спеціальних умовах, що дозволяють жирній частині виділитись на поверхню. На промислових підприємствах вершки виготовляють за допомогою центрифуг. Молоко зливають в центрифугу, де воно обертається з високою швидкістю. Це призводить до розділення жирної та білково-лактозної частин молока. Жирна частина збирається на поверхні центрифуги та знімається з неї. Отриманий жир нагрівається, щоб відокремити вершки від молочної сироватки. Потім вершки охолоджують до потрібної температури та пакують у тару для зберігання та транспортування [3].

Ковбасні вироби – це продукція, що виготовляється з м'яса, спецій та інших інгредієнтів. У процесі виробництва ковбаси спочатку розрізають м'ясо на шматочки та додають до нього спеції та інгредієнти для підсилення смаку та збереження свіжості. Потім масу змішують та подрібнюють до бажаної консистенції. Після того, як маса готова, її перекладають у спеціальні оболонки, які можуть бути виготовлені зі шкіри тварин або зі штучних матеріалів. Далі ковбасу піддають варінню або копченню, щоб забезпечити її збереження та підвищити смакові якості. Після цього продукт охолоджують та фасують. Остаточний вигляд ковбасних виробів може бути різним – він може бути трубчастим, плоским, круглим або виготовленим в іншій формі [4].

Важливим технічним аспектом виробництва є використання сучасного технологічного обладнання. Обладнання обов'язково має бути автоматизованим. Автоматизовані лінії виробництва є основою сучасних харчових виробництв [5]. Вони включають в себе роботизовані системи, що здатні виконувати низку завдань, від розливу та фасування до пакування. Це прискорює процеси та знижує витрати праці. До таких систем належать наступні:

Системи автоматичного дозування. Точне дозування інгредієнтів – це ключовий аспект якості продукції. Системи автоматичного дозування використовуються для вимірювання та додавання інгредієнтів з максимальною точністю, гарантуючи при цьому стабільність смакових характеристик продукції.

Системи контролю та моніторингу. Сучасні системи контролю та моніторингу надають можливість виробникам слідкувати за кожним етапом виробництва в режимі реального часу. Вони використовують сенсори, камери та програмне забезпечення для виявлення аномалій та відстеження відхилень від стандартів якості.

Інтегровані інформаційні системи. Ці системи об'єднують в собі всі аспекти виробництва, – від управління запасами та замовленнями до виробництва та відвантаження. Вони стають центральним пунктом для оптимізації робочих процесів та прийняття стратегічних рішень.

«Розумна технологія» та Інтернет речей (IoT). За допомогою розумних технологій та IoT виробники можуть віддалено контролювати та оптимізувати виробничі процеси. Датчики та з'єднані пристрої дозволяють збирати дані для подальшого аналізу та вдосконалення ефективності.

Для виробництва важливим є дотримання стандартів якості та безпеки харчових продуктів. Для досягнення цієї мети виробники повинні дотримуватися вимог стандартів та нормативів, таких як HACCP та ISO 22000. Так, наприклад, виробники майонезу повинні контролювати рівень кислотності, вміст бактерій та інших шкідливих речовин. У виробництві молока (вершків) та ковбас також використовуються спеціальні методи консервації та зберігання, щоб продукти не втрачали своїх корисних властивостей та залишалися безпечними для споживання.

Таким чином, продукція широкого вжитку є основою повсякденного харчування та має бути доступною споживачам. Страви та вироби на основі продуктів широкого вжитку є важливою частиною здорового харчування та повинні бути складовою частиною балансованого харчування. Така продукція фермерських господарств, як яйця, молоко та м'ясо є основними складовими для виробництва майонезу, пастеризованого молока та вершків, і ковбасних виробів. Важливим технічним аспектом виробництва є використання сучасного технологічного обладнання. Також обладнання має бути автоматизованим. Автоматизовані лінії виробництва включають в себе наступні роботизовані системи: системи автоматичного дозування, системи контролю та моніторингу, інтегровані інформаційні системи, системи «розумна технологія» та Інтернет речей (IoT). Для виробництва важливим є дотримання стандартів якості та безпеки харчових продуктів, зокрема HACCP та ISO 22000.

Список літератури:

1. Технологічні аспекти харчових виробництв на основі продуктів широкого вжитку / О.М. Кайданський [та ін.] // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених, 26 травня 2023 р. : матеріали. Х. : ДБТУ, 2023. С. 65-66
2. Пищевые технологии: Технология эмульсионных соусов, кетчупов и горчицы : учеб. пособ. для студ. спец. 6.091711 днев. и заоч. форм обучения / А.Ф. Коршунова [и др.]. Донецк: ДонНУЭТ, 2007. 147 с.
3. Молоко-переробка. Промисловий інжиніринг : підручник / С.В. Іванов, О.В. Грек, Т.Г. Осьмак. Київ : НУХТ, 2017. 275 с.
4. Технологічне обладнання галузі : конспект лекцій для студ. спец. 7.090221 спеціалізації "Обладнання виробництв з перероблення м'яса", 6091700 "Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса" денної та заочної форм навчання / В. М. Таран [та ін.] – К: НУХТ; 2008. 133 с.
5. Автоматизація виробничих процесів: метод. вказівки для викон. лаб. робіт, сам. вивчення та виконання індив. завдань для студ. за напр. підгот. 6.050502 "Інженерна механіка / Л.В. Кіптела [та ін.]. Х. : ХДУХТ, 2014. – 54 с.

УДК 641.539

ДОСЛІДЖЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ПРОЦЕСУ ІЧ-ЖАРІННЯ У ГАЗОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ ТА ЙОГО ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

Михайлов В.М., д.т.н., проф., Шевченко А.О., к.т.н., доц.,
Прасол С.В., к.т.н., доц., Каверін М.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати дослідження комбінованого ІЧ-жаріння у газовому середовищі. Досліджено два варіанти реалізації процесу в газовому середовищі з надлишковим вмістом двоокису вуглецю. Визначено час досягнення заданої температури на першій стадії комбінованого процесу ІЧ-жаріння.

Загальна тенденція енергоспоживання, що склалася останнім часом майже у всьому світі, свідчить про істотне підвищення витрат енергії та безперервне зростання вартості її генерування. За умов енергетичного дефіциту енергозбереження в найближчі роки є істотною альтернативою зростаючій потребі в енергії. Враховуючи це, гостро стають проблеми створення і впровадження сучасних малоенергоємних процесів, які забезпечують скорочення витрат енергії в сполученні з забезпеченням гарантованої якості продукції.

Особливо це актуально для галузі харчових виробництв, яка є однією з складових народногосподарського комплексу країни та вирішує найважливіші питання забезпечення населення продуктами харчування. Виробництво продуктів харчування характеризується низькою ефективністю технологічного обладнання. Важливим показником оцінки роботи обладнання є ступінь енерго- та ресурсозбереження. Тому одним з перспективних напрямків подальшого розвитку галузі є підвищення технічного рівня підприємств шляхом розробки та впровадження нового прогресивного обладнання, використання якого дозволяє зменшити витрати енергетичних і матеріальних ресурсів [1-4].

Досліджено комбінований процес ІЧ-жаріння у газовому середовищі з надлишковим вмістом двоокису вуглецю. Він здійснюється при розміщенні харчового продукту у теплоізольованому герметичному об'ємі з встановленим в ньому джерелом ІЧ-нагріву, що генерує основну частку енергії в інтервалі довжин хвиль 2,2...3,0 мкм (наприклад, ніхромова спіраль в кварцевій трубці)

За першим варіантом реалізації процесу перед початком ІЧ-жаріння у робоче середовище подається двоокис вуглецю до утворення надмірного тиску 10...30 кПа, після чого вмикаються ІЧ-нагрівачі. З підвищенням температури робочого середовища після утворення на поверхні продукту скоринки, яка протидіє видаленню вологи та жиру при подальшому нагріві, проводять періодичне вимикання та вмикання ІЧ-нагрівачів, здійснюючи тим самим імпульсне ІЧ-енергопідведення.

За другим варіантом здійснюється нагрів продукту ІЧ- випромінюванням у повітряному середовищі до моменту утворення скоринки. Після цього до робочого середовища додають двоокис вуглецю, утворюючи надмірний тиск у межах 10...30 кПа, а ІЧ-нагрівачі переключають на роботу в імпульсному режимі.

Кінетику температури поверхневих та центральних шарів біфштексів січених при реалізації першого та другого варіантів комбінованого процесу ІЧ-жаріння за парціального тиску двоокису вуглецю 20 кПа. За першого варіанту відбувається інтенсивний нагрів продукту в початковий період часу у газовому середовищі двоокису вуглецю до утворення скоринки на його поверхні. Через 150 с ІЧ-нагрівачі вимикають, чим забезпечується стабілізація температури поверхні та її незначне зниження. Це в свою чергу сприяє зниженню температурного перепаду між поверхнею та внутрішніми шарами виробу.

Через 90 с ІЧ-нагрівачі знов вмикають на період біля 60 с, а після їх вимикання на 30 с на поверхні спостерігається незначне зростання температури. Надалі ІЧ-нагрівачі також вмикають на період 60 с, і після їх вимикання температура спочатку незначно продовжує зростати, а потім незначно зменшуватися. За такого режиму ІЧ-жаріння поверхня не перегрівается вище 130 °С, а температура 85 °С у центрі виробів досягає за 480 с, тобто інтенсифікація ІЧ-жаріння складає при цьому 11,2 % (у зрівнянні з безперервним ІЧ-нагріванням у повітряному середовищі).

За другого варіанту протягом 180 с відмічається зростання температури поверхні до 110 °С, за якої вже відбуваються фізико-хімічні зміни, що зумовлюють виникнення скоринки. Подача у цей момент двоокису вуглецю, який має значно нижчу температуру, призводить до деякого зниження температури газового середовища та поверхні виробу, що стримує темп її подальшого нагріву. Далі передбачається вимикання ІЧ-нагрівачів та проведення теплової обробки у нагрітому газовому середовищі протягом 60 с. На подальших етапах ІЧ-нагрівачі періодично вмикають на 30 с та вимикають на 60 с. За вимкнених ІЧ-нагрівачів зростання температури продовжується, але менш суттєво. Температура в центрі поступово зростає до 85 °С протягом 492 с, тобто інтенсифікація ІЧ-жаріння складає при цьому 8,9 %.

Відносні втрати маси за використання розглянутих варіантів комбінованого процесу складають приблизно 0,17 та 0,18 відповідно. Отримана різниця зумовлена, більш інтенсивним нагрівом поверхневого шару в початковий період при реалізації першого варіанту комбінованого процесу, за рахунок чого прискорюється утворення скоринки, яка у подальшому стримує перебіг масообмінних процесів.

Результати дослідження швидкості нагріву поверхневих та центральних шарів свідчать про те, що нагрів поверхні за першого варіанту в початковий період часу декілька вище та складає біля 1,2 °С/с, за другого варіанту швидкість дорівнює 1,0 °С/с. З перебігом часу швидкість нагріву поверхневих шарів за обох випадків знижується. Подальше чергування циклів імпульсного вмикання та вимикання ІЧ-нагрівачів визначає періодичне зростання та зниження швидкості нагріву.

Зміна швидкості нагріву поверхневих шарів певною мірою впливає й на швидкість зміни температури центральних шарів виробів. Так, протягом 150 с швидкість практично не змінюється, після чого вона декілька знижується, що зумовлене, у першому випадку – вимиканням ІЧ-нагрівачів, а у другому –

додаванням двоокису вуглецю до робочої камери, який сприяє деякому зниженню температури газового середовища.

Подальше зростання та зниження швидкості нагріву центральних шарів відповідає етапам вмикання та вимикання ІЧ-нагрівачів, тобто етапам обробки ІЧ-випромінюванням у середовищі з підвищеним вмістом двоокису вуглецю та етапам обробки за рахунок теплоти, акумульованої газовим середовищем.

Розрахунковим методом з урахуванням характеру розповсюдження «температурного фронту» до геометричного центру виробів, які з певним наближенням прийняті у формі пластини, визначено час досягнення заданої температури на першій стадії комбінованого процесу ІЧ-жаріння за першим варіантом. Приймаючи температуру $t_n = 105$ °С, а $t_y = 35$ °С, та з урахуванням значення $Fo^{(1)} = 0,142$, що отримано за номограмою для координати «температурного фронту» $\rho = 0$, час термообробки становить 91с.

Таким чином, отримані результати розрахунку τ добре узгоджуються з експериментальними, що свідчить про їх високу достовірність.

Список літератури:

1. Розробка напрямків вирішення проблеми енерго- та ресурсозбереження під час жаріння кулінарних виробів / С.І. Ялинич [та ін.] // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і студентів, присвячена 50-ти річчю заснування ХДУХТ, 6 квітня 2017 р. : тези у 2 ч. – Х. : ХДУХТ, 2017. Ч. 1. С. 293.

2. Визначення якісних показників продукції, виробленої з використанням ІЧ-нагрівання в умовах газового середовища [Електронний ресурс] / В.М. Михайлов [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. Х. : ХДУХТ, 2017. – Вип. 2 (26). С. 322-334. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/766/1/Pt_2017_2_33.pdf (дата звернення: 19.10.2023).

3. Розроблення технологічного процесу виробництва м'ясних січених напівфабрикатів за умов ІЧ-нагрівання в газовому середовищі / І.Г. Бабанов [та ін.] // Наукові праці національного університету харчових технологій. К. : НУХТ, 2019. Т. 25, № 6. С. 51-55. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/32664/1/DEVELOPMENT%20OF%20THE%20TECHNOLOGICAL%20PROCESS.pdf> (дата звернення: 19.10.2023).

4. Розробка комбінованого способу ІЧ-обробки напівфабрикатів у газовому середовищі з підвищеним вмістом двоокису вуглецю / В.О. Старков [та ін.] // Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді : Всеукр. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених, 19 квітня 2018 р. : тези у 2 ч. – Х. : ХДУХТ, 2018. – Ч. 1. – С. 258.

УДК 664.653.8.016.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИСКУ ПІД ЧАС ПОДІЛУ В ТІСТОПОДІЛЬНІЙ МАШИНИ НА ЗМІНУ ГУСТИНИ ТІСТА

Гурський П.В., к.т.н., доц., Клопов В.Ю., магістр

Державний біотехнологічний університет

Досліджено процес стиснення тіста в замкнутому об'ємі тістоподільної машини та вплив тиску в робочій камері тістоподільника на густину пшеничного тіста. Встановлено раціональну вологість тіста та її вплив на якість поділу.

Основним якісним показником роботи тістоподільних машин є точність маси шматків тіста. Кінцевою метою визначення точності роботи тістоподільної машини є забезпечення випуску стандартної продукції, скорочення виробничих втрат і встановлення можливих відхилень параметрів приготування тістових напівфабрикатів [1, 2, 3, 4].

Втрати від неточності маси штучних виробів (у порівнянні зі стандартною) спостерігаються на багатьох хлібопекарських підприємствах і можуть досягати значної величини в межах 0,4-0,5% до маси борошна порівняно з іншими втратами. Для зниження цих втрат застосовують заходи для підвищення точності роботи подільних машин, систематичного контролю і регулювання маси заготовок [4].

Відомо [1, 2, 3], що зміна фізико-механічних властивостей тіста залежить від низки чинників, які на них впливають під час виготовлення. Це такі чинники, як температура і вологість тіста, тривалість, швидкість та величина механічного впливу під час вимішування і поділу [5]. Тобто в процесі приготування тісто отримує різні механічні впливи на форму з боку робочих органів машин. Під час зміни форми в тісті порушуються структурні зв'язки, ступінь порушень яких визначається зусиллям механічного впливу з боку вимішувальних органів тістомісильної машини, нагнітальних і подільних органів тістоподільної машини. При цьому опір тіста стисненню не є постійним і залежить від гатунку борошна, рецептурного складу і особливостей технологічного процесу і режиму поділу тіста.

В тістоподільниках маса тіста знаходиться в умовах всебічного стискання. Зважаючи на те, що тісто, яке надходить в тістоподільну машину, має багатофазну структуру, ущільнення тіста відбувається спочатку в результаті інтенсивного видалення повітря (рис.1), а потім його переорієнтація та більш щільне стиснення часток [6]. При стисненні тіста в замкнутому об'ємі за вологості $43,0 \pm 1,0$ % проявляються пружні властивості в основному внаслідок вмісту газового середовища та частковій пружності білкового скелета. По мірі підвищення тиску при стисненні відбувається часткове поглинання і розчинення мікрровключень газів, що в свою чергу визначає стискуваність при підвищенні тиску [2,3].

Також на точність поділу впливає густина тіста, тому не можна допускати порушення його вологості та перебродження. Встановлено, що в процесі виготовлення пшеничного тіста безперервно змінюються його густина (рис.1), склад і співвідношення фаз. Так, в кінці бродіння в бродильній ємності, густина тіста була в межах $\rho_n = 820 \dots 900 \text{ кг/м}^3$, після механічного впливу в тістомісильній машині – $\rho_n = 1100 \dots 1180 \text{ кг/м}^3$, а після подільної машини складала $\rho_n = 1200 \dots 1210 \text{ кг/м}^3$.

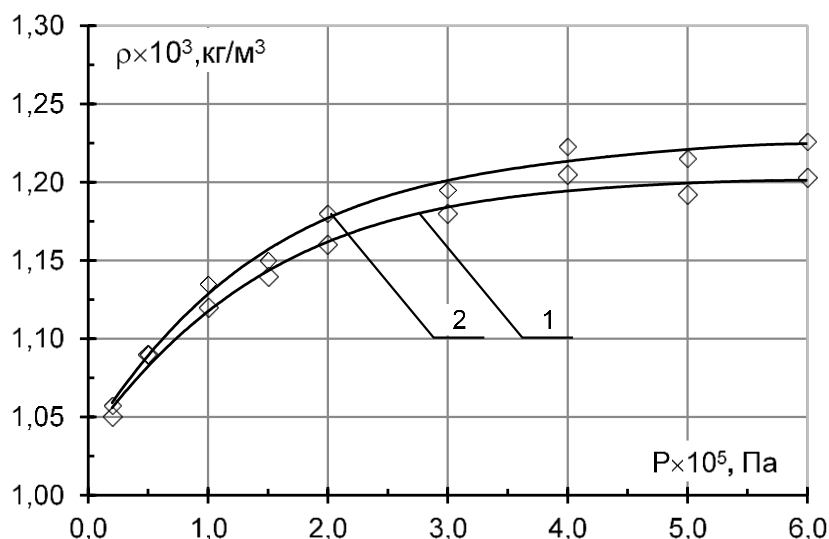


Рис. 1. Вплив тиску в робочій камері тістоподільника на густину пшеничного тіста: 1 – тісто до поділу; 2 – тісто після поділу

Отже, дослідженнями процесу стиснення тіста в замкнутому об'ємі тістоподільної машини (рис.1), встановлено, що він складається з двох етапів: перший супроводжується інтенсивним видаленням повітря і значним стисненням маси при невеликих тисках від 0,5 до 2,0 МПа, другий етап характеризується стисненням, що здійснюється за рахунок пластичної деформації маси в діапазоні тиску 2,0...6,0 МПа.

Аналізуючи наведені дані, можна відмітити, що розпушене тісто після будь-якої механічної обробки може легко втрачати певну частину газового середовища та достатньо міцно утримувати його залишкову частину. Це явище можна пояснити тим, що гази, які знаходяться в макрокапілярах, при обминанні легко видаляються з тіста, а гази, що знаходяться в мікрокапілярах і в міжмолекулярному просторі міцел, утримуються більш міцно адсорбційними зв'язками і мікрокапілярною структурою.

Доведено, що за масової частки води 43,0 % і 44,0 % тісто було сухе на дотик, добре поділялось в тістоподільній машині. За вологості 45,0 % – тісто ставало вологим на дотик, з'явилась липкість, ускладнювався поділ, погіршувалось його виштовхування і відділення від тістоподільної головки в порівнянні із зразками тіста вологістю 43,0 % 44%, що призводило до неточності маси тістових заготовок та збільшення втрат тіста.

Список літератури:

1. Еркебаев, М.Ж. Реология пищевых производств Текст./ Пособие/ Кулажанов Т.К., Ю.А. Мачихин, Е.Б Медведков//. Реология пищевых производств. Алматы. 2003. - 192 с.
2. Максимов, А.С. Реология пищевых продуктов Текст./ Лабораторный практикум/ В .Я. Черных СПб.: ГИОРД. 2006. – 176 с.
3. Ткаченко С.О. Гурський П.В. Дослідження структурно-механічних властивостей тістових напівфабрикатів від вмісту вологи. Тези доповіді до Міжнародної науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених // “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв” 26 травня 2023 р. - Харків : ДБТУ, 2023. - С. 50-52
4. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.
5. Гурський П.В., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Хижняк С.В. Дослідження потужності приводу тістомісильної машини періодичної дії. Матеріали XX Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні напрямки технології процесів переробних і харчових виробництв”. Харків: ХНТУСГ, 2019. –С. 39-41.
6. Експлуатація тістоподільної машини РМК-60. Гурський П.В., Богомолів О.В., Іващенко С.Г., Денисенко С.А. Методичні вказівки. ДБТУ – Харків: –2023. –23 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОВМІСТУ М'ЯТКИ НА ВИХІД СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В ШНЕКОВОМУ ПРЕСІ

Гурський П.В., к.т.н., доц., Місюра І.Ю., магістр

Державний біотехнологічний університет

Досліджено процес вилучення соняшникової олії в шнековому пресі з різним вмістом вологи в м'ятці. Для олійної сировини – м'ятки встановлено раціональну вологість та її вплив на вихід олії при холодному методі пресування.

В Україні аграрії вирощують багато різноманітних олійних культур, але великі олійно-екстракційні підприємства в основному зорієнтовані на виробництві соняшникової олії, яка не має оптимального складу поліненасичених жирних кислот, бо отримана екстракційним способом вилучення. Екстракція дозволяє витягти з насіння до 98% олії, для цього використовуються органічні розчинники з високою здатністю адсорбції. А отже в загальному обсязі виробництва нетрадиційні олії, що отримані методом холодного віджиму з виходом до 27%, практично не помітні хоч і дуже цінуються серед людей, які піклуються про своє здоров'я [1, 2, 3, 4].

Крім того застосування технології холодного пресування також позитивно впливає і на якість макухи, яка є найціннішим компонентом у комбікормовій промисловості. Харчова цінність макухи відзначається великим вмістом білка (до 37%) і вмістом залишкового рослинного жиру (до 12%). При холодному пресуванні білок не є термічно модифікованим, отже, не втрачає своїх корисних властивостей, а всі корисні для тварин речовини залишаються в незмінному стані. Цього не можна сказати про макуху, яка отримана в результаті гарячого пресування з виходом олії до 45%. Адже при гарячому пресуванні втрачається до 15% цінних для споживача якостей макухи.

Відомо, що максимальний тиск, що розвивається шнековими пресами, досягає 30 МПа, ступінь ущільнення зростає в 2,8...4,4 рази, тривалість перебування олійної сировини в шнековому каналі під тиском залежить від типу преса і коливається в межах від 78...225 с і, відповідно, температура олії та макухи в процесі пресування підвищується на 20...35°C і, залежно від олійності культури, може досягати 60...90°C на виході з преса. Однак використання сировини нерозігрітої сировини, низькі температури процесу значно ускладнюють роботу шнекового преса, знижують ефективність пресування та вихід олії [3,4,5].

Занадто низька температура знижує ефективність пресування призводить до того, що тиск у пресі падає. Через це інтенсивність пресування знижується, що в результаті призводить до зменшення виходу олії. Занадто висока температура не знижує ефективність пресування, але може призвести до потемніння олії і навіть до її підгоряння. Тому під час дослідження для забезпечення низькотемпературного вилучення олії олійну сировину попередньо охолоджували за температури -10°C з подальшим пресуванням на шнековому пресі при температурі не вище 30...40°C на виході з пресу (рис.1).

В наслідок попереднього охолодження м'ятки температура під час пресування значно не зростає, не відбувається локального перегрівання і підгоряння сировини, температура процесу в шнековому каналі вирівнюється і, відповідно, не відбувається суттєвого термічного впливу на олію та макуху, що надає можливість використовувати більш низькі температури пресування при високій ефективності вилучення олії та отримувати олію з високими якісними показниками, окиснювальною стабільністю і біологічною цінністю.

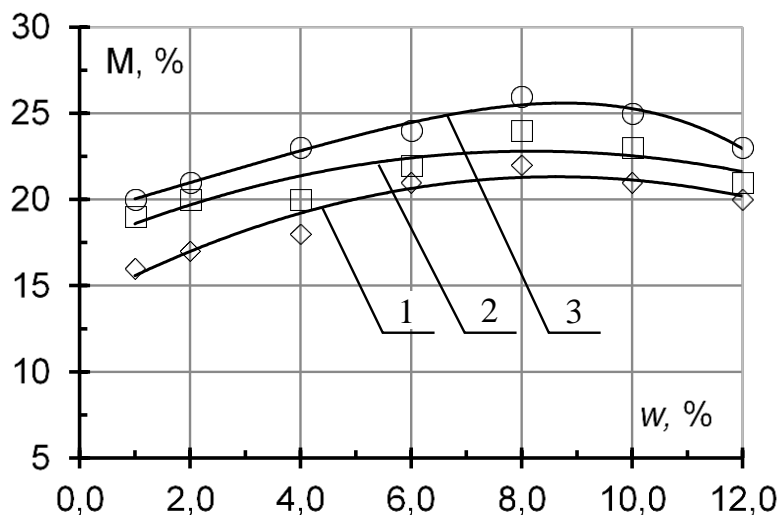


Рис. 1. Вплив вологовмісту м'ятки на вихід соняшникової олії за різного тиску пресування, МПа : 1 – 10; 2 – 12; 3 – 14;

З аналізу кривих (рис.1) встановлено, що раціональною вологістю м'ятки, яка забезпечує максимальний вихід олії при холодному пресуванні є 8%. При зменшенні вологості нижче 8% спостерігається зниження виходу олії вірогідно через підвищену температуру пресу, тому що відбувається "згорання" олії. Підвищення вологості понад 10% також знижує вихід олії, можливо тому, що зайва волога заважає ефективному стисненню макухи.

Список літератури:

1. Кошевой, В.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел [Текст] / В.П. Кошевой. – С.-Пб.: ГИОРД, 2001. – 368 с.
2. Щербаков В.Г. Технология получения растительных масел / В.Г. Щербаков – [3-е изд., перераб. и доп.] – М.: Колос, 1992. – 207 с.
3. Топілін Г. Е., Осадчук П. І., Гальцев В. П. Ефективний метод отримання "живої" рослинної олії. //Аграрний вісник Причорномор'я, Технічні науки – 2002 - № 19 – С.91-95
4. Топілін Г. Е., Осадчук П. І., Гальцев В. П., Шерстобитов В. В. Отримання в високоякісних рослинних олій в умовах агровиробництва. Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Вінниця, 2005. – Вип.. 21. – с. 234 -239.
5. Богомоллов О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: –2014. –254с.

УДК 641.521

ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАМОЧУВАННЯ КВАСОЛІ ТЕПЛОВИМ МЕТОДОМ З ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАГРІВАННЯМ РОБОЧОГО АГЕНТУ

Шевченко А.О., к.т.н., доц., Прасол С.В., к.т.н., доц., Михайлов Б.В., магістрант

Державний біотехнологічний університет

Наведено результати проектування пристрою для замочування квасолі тепловим методом з електроконтактним нагріванням (ЕКН) робочого агента. Основними перевагами пристрою є скорочення тривалості процесу замочування квасолі та спрощення апаратного оснащення за рахунок використання ЕКН; забезпечення високої якості продукції за рахунок підвищення кількості виведення з бобів шкідливих речовин під час замочування.

Важливим завданням для виробництв продовольчих товарів на основі рослинної сировини є розробка нових ресурсоефективних технологій, технологічних прийомів та способів, що мають на меті отримання продукції спеціального призначення. Така продукція багата у своєму складі на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також фітостероли. Відомо, що при потраплянні до організму людини, фітостероли сприяють зниженню холестерину. Фітостероли містяться у зернобобових культурах, зокрема квасолі, тому, досить цікавою з наукової точки зору є розробка способу переробки квасолі у консервовану продукцію із певним удосконаленням.

Квасоля – один з популярних бобових культур, що входить до десятки самих корисних продуктів і займає друге місце у світі за площею посівів. Боби квасолі у якості захисту мають спеціальні речовини – антинутрієнти, що ізольовані у висівковій оболонці або шкірці. Замочування квасолі допомагає зробити шкірку бобів м'якою, чим імітується середовище проростання. За таких умов антинутрієнти нейтралізуються, активуючи спеціальні ензими та збільшується доступність вітамінів та мінералів, які містяться в квасолі [1, 2].

Замочування квасолі здійснюється холодним та гарячим методами. Перший метод (холодний) передбачає наповнення ємності з квасолею водою з температурою навколишнього середовища тривалістю до 9 год. Збільшувати час замочування неможна, адже боби можуть забродити та стати непридатними до вживання. Також для замочування замість води використовують 1...2 % розсіл на основі кухарської солі (NaCl). При замочуванні в розсолі іони натрію витісняють кальцій та магній з шкірки бобів, тому вона стає більш водопроникною та рідина легко проникає всередину бобів. Такий спосіб забезпечує скорочення часу процесу до 6...7 год. Другий (гарячий, тепловий) метод, зважаючи на можливість інтенсифікації процесу є більш прогресивним у застосуванні. Нагріта до 45...50 °C вода або розсіл (низькотемпературний режим)

дозволяє проводити замочування за 4...6 год. Гарячий метод також допомагає підвищити виведення з бобів шкідливих речовин та надає ніжність смаку готовій продукції [3].

Метод гарячого замочування квасолі, в більшості випадків, традиційно, здійснюється в ємності з рідиною теплопередачею через розділову стінку за допомогою ТЕНів, спіралі, парою та ін. Крім того, потенційно ефективним для забезпечення низькотемпературного режиму під час гарячого замочування є метод за умов електроконтактного нагрівання (ЕКН). Метод ЕКН від традиційних відрізняється низкою переваг – це високий коефіцієнт корисної дії (близько 95 %), простота та надійність реалізації, можливість безінерційного регулювання потужності та ін. Для здійснення цього методу головною умовою є наявність струмопровідного середовища, чим може бути розсіл на основі NaCl. Але наразі відсутні дані щодо доказового обґрунтування ефективності гарячого методу замочування квасолі за умов ЕКН та його застосування [4].

Отже, набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане із розробкою способу переробки квасолі у консервовану продукцію та принципово нового пристрою для реалізації процесу замочування.

На підставі досліджень [5] розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі [6], згідно до якого передбачаються наступні основні операції: приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви.

Для реалізації запропонованого способу виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН розроблена технологічна лінія, схема якої наведена у [3]. В проекті основу лінії покладена стандартна лінія виробництва, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій [7] для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агенту.

Пристрій призначений для замочування квасолі тепловим методом з ЕКН робочого агенту (розсолу) і може використовуватись у розробленій та інших технологічних лініях консервних харчових підприємств малої потужності.

На рис. 1 наведено конструкцію пристрою. Основними конструктивними елементами, що тут зображені, є кришка 1, що за допомогою ручки 14 закриває корпус 2; пульт керування 3; дві двокамерні чаші 4; теплоізоляція 5; станина 6; з'єднувальна трубка 7; дві трубки подачі розсолу 11 та дві трубки відведення розсолу 12. На трубках встановлено чотири вентиля 13. До камер чаші 4 встановлюються чотири корзини 8 з електродними парами 9. Конструкція встановлюється на чотири регульовані ніжки 10.

Принцип дії пристрою полягає в наступному. Перед початком роботи трубки подачі розсолу 11 (розташовані вгорі) з'єднують гнучкими трубками з баком для розсолу. Потім відкривають кришку 1 та виймають корзини 8. Для забезпечення ЕКН готують сольовий розсіл та, відкривши на трубках 11 вентиля 13, заповнюють ним двокамерні чаші 4 до рівня мірної позначки. Після цього вентиля перебивають. Корзини 8 до мірної позначки наповнюють квасолею та розташовують, зануривши у розсіл, у камерах чаш 4. Кришку 1 закривають. На пульті 3 вмикають вимикач

«Мережа». Встановлюють потрібну напругу, значення якої можна простежити за вольтметром, а силу струму – за амперметром.

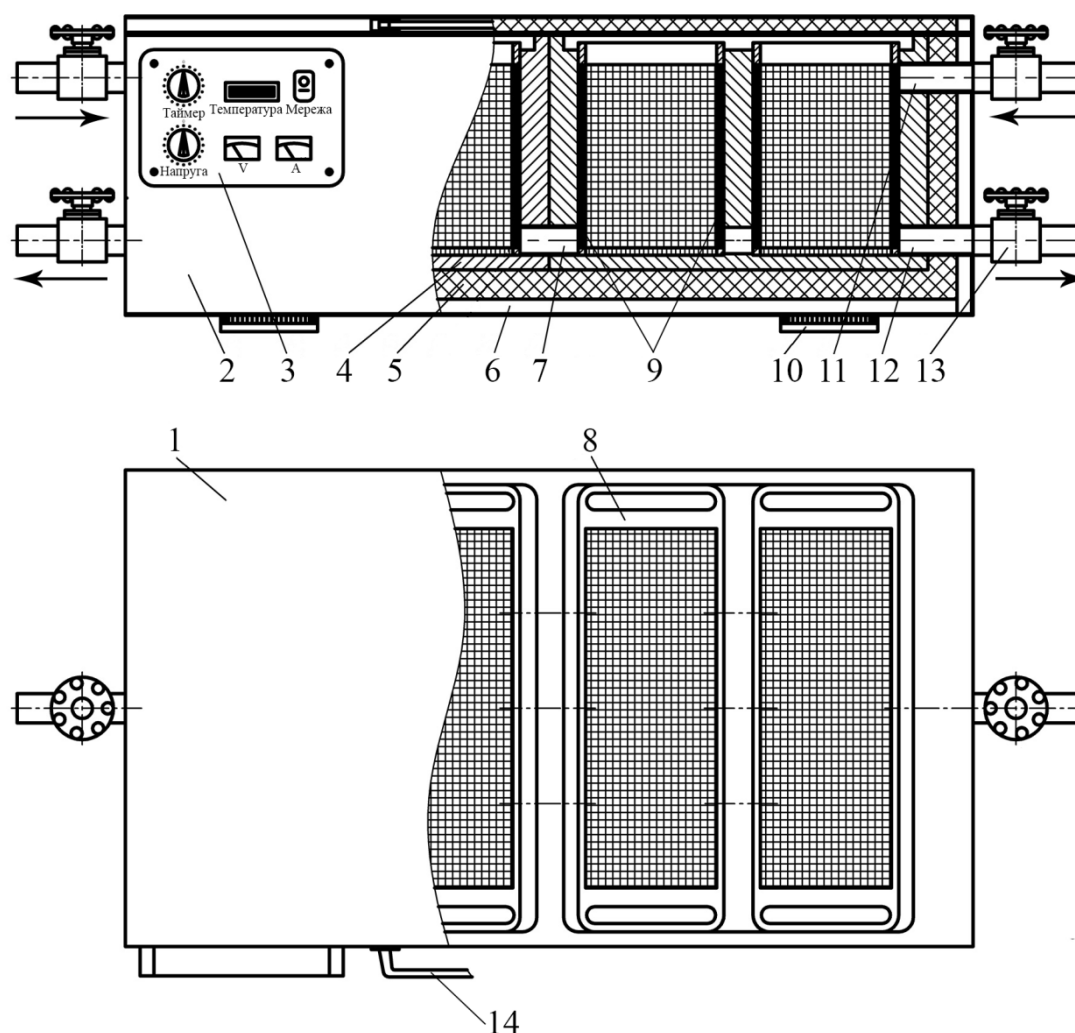


Рис. 1 – Пристрій для замочування квасолі: 1 – кришка; 2 – корпус; 3 – пульт керування; 4 – двокамерна чаша; 5 – теплоізоляція; 6 – станина; 7, 11, 12 – трубка, відповідно, з'єднувальна, подачі розсолу та відведення розсолу; 8 – корзина; 9 – електродна пара; 10 – ніжка; 13 – вентиль; 14 – ручка

Початок процесу нагрівання розсолу з квасолею починається після встановлення часу ручкою «Таймер». Температура розсолу контролюється за показаннями на дисплеї. Вплинути, за необхідності, на температуру можливо змінивши положення ручки реостату «Напруга». Аварійне вимкнення пристрою та вимкнення по завершенню процесу здійснюється вимикачем «Мережа». Після завершення відкривають вентилі 13 на трубках відведення розсолу 12 (розташовані внизу). Коли розсіл витече, відкривають кришку 1, почергово дістають корзини 8 та вивантажують з них квасолію для проведення з нею наступних технологічних операцій. Робочі частини пристрою промивають, очищують від можливих залишок зруйнованих бобів та насухо витирають.

До основних переваг спроектованого пристрою слід віднести скорочення тривалості процесу замочування квасолі до 4...5 годин та спрощення апаратурного оснащення за рахунок використання електроконтактного

нагрівання; забезпечення високої якості продукції за рахунок підвищення кількості виведення з бобів шкідливих речовин під час замочування.

Таким чином, не викликає сумніву ефективність низькотемпературного режиму гарячого замочування за умов ЕКН. Було розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі, основними операціями якого є приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви. Розроблена технологічна лінія, в проекті основу якої покладена стандартна лінія виробництва, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на принципово новий пристрій для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агента. Основними перевагами пристрою є скорочення тривалості процесу замочування квасолі до 4...5 годин та спрощення апаратурного оснащення за рахунок використання ЕКН; забезпечення високої якості продукції за рахунок підвищення кількості виведення з бобів шкідливих речовин під час замочування.

Список літератури:

1. Квасоля. *Органік* *Оригінал.* URL: <https://www.ecorod.ua/produksiia/entry/view/41-kvasolia> (дата звернення: 19.10.2023).

2. Романова Х. С. Разработка технологии фасолевого матрикса и функциональных продуктов на его основе : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.15. Саратов : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 2019. 166 с.

3. Обладнання для переробки рослинної сировини з електроконтактним нагріванням / А.О. Шевченко, С.В. Прасол, Б.В. Михайлов // Технічний прогрес в АПВ : Всеукр. наук.-практ. конф., 9–10 травня 2023 р. : матеріали. Харків : ДБТУ, 2023. С. 285-288.

4. Технічна реалізація процесу замочування бобів для виробництва консервованої квасолі [Електронний ресурс] / А.О. Шевченко, Б.В. Михайлов, О.М. Кайданський // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : III Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, 30 січня – 24 лютого 2023 р. : матеріали. Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. URL : http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/shevchenko_23.pdf (дата звернення: 19.10.2023).

5. Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating [Electronic resource] / A. Shevchenko [and oth.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6, No 11 (120). P. 16-23. URL : <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.270802> (дата звернення: 19.10.2023).

6. Спосіб виробництва консервованої квасолі : пат. на корисну модель 152811 Україна : А 23В 7/005, 7/06 ; заявл. 03.10.2022; опубл. 12.04.2023р., Бюл. № 15.

7. Пристрій для замочування квасолі : заявка на пат. на корисну модель u202304350 Україна : А 23В 7/005, 7/06 ; заявл. 14.09.2023р.

УДК 664.8:658.562.5

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІКОМПОНЕНТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц.

Загорулько О.Є., канд. техн. наук, доц.

Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ

Державний біотехнологічний університет

Удосконалено спосіб виробництва полікомпонентних напівфабрикатів багатоцільового призначення на основі яблук, топінамбуру та айви. Підібрані компоненти рослинної сировини обрано завдяки наявності таких корисних речовин, як пектини вітаміни, мінерали тощо. Особливістю запропонованого способу є використання низькотемпературних режимів концентрування та сушіння сировини. Для розробленого способу підібрано апаратурний комплект лінії з застосуванням удосконаленого теплового обладнання. Концентрування до пастоподібного стану відбувається у удосконаленій конструкції роторно-плівкового апарату зі зменшеним терміном обробки 0,75...1,25 с до вмісту СР 28...30 %. Для отримання порошкоподібного стану використано вальцьову ІЧ-сушарку для сушіння до кінцевого вологовмісту на рівні 4...6 % СР.

Повсякчасно зростання інтересу населення до продуктів, що містять натуральні інгредієнти, потребує вдосконалення способів виробництва полікомпонентних напівфабрикатів багатоцільового призначення [1]. Особливе місце серед натуральних інгредієнтів займають напівфабрикати з плодів та овочів з широким спектром їх застосування [2]. У харчовій промисловості концентровані рослинні напівфабрикати застосовуються в кондитерській, молочній, хлібопекарській та інших галузях. Споживання таких харчових виробів попереджає багато захворювань, підвищує імунну систему, сприятливо впливаючи функції організму, зміцнюючи рівень здоров'я населення [3].

Актуальним завданням харчової промисловості є розробка ресурсозберігаючих способів виробництва полікомпонентних напівфабрикатів багатоцільового призначення рослинного походження з необхідними заздалегідь заданими властивостями для підвищення активності захисних сил організму та нормальної життєдіяльності людини. Відомо, що плодоовочева сировина містить велику кількість вітамінів, мінеральних та пектинових речовин, фітостеролів тощо [4].

Отримання плодоовочевого полікомпонентного напівфабрикату багатоцільового призначення на основі яблука, топінамбура та айви реалізовувалось відповідно до запропонованої принципової технологічної схеми на основі щадних тепломасообмінних операцій. Спочатку стигла сировина надходила до мийних машин з подальшим інспектуванням для відбракування непридатної сировини до технологічної обробки. Після реалізовувалось нарізання плодоовочевого сировини на універсальних комбінованих пристроях

у вигляді прямокутників з геометричними розмірами $0,02 \times 0,015 \times 0,03 \cdot 10^{-3}$ м для пришвидшення та підвищення якості подальших теплових операцій. Наріzana сировина попередньо бланшується в універсальному багатофункціональному апараті: яблуко та топінамбур у паровому середовищі за температури $103 \text{ }^\circ\text{C}$ та $108 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 4 та 8 хв відповідно. Айву бланшують за умов попереднього витримання у $0,1 \%$ розчині лимонної кислоти у водяному середовищі за температури $75 \dots 80 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом $4 \dots 8$ хв. Після щадного короткотривалого бланшування плоди протираються на здвоєній протиральній машині для отримання однорідної пюреподібної структури з розмірами від $0,3 \cdot 10^{-3}$ м до $0,6 \cdot 10^{-3}$ м, з подальшим однорідним змішуванням відповідно до рецептурного співвідношення

Однорідний купаж плодоовочевої сировини відповідно до запропонованого технологічного процесу може надходити на наступні тепломасообмінні операції:

– концентрування у роторно-плівковому апараті за температури $45 \dots 55 \text{ }^\circ\text{C}$, протягом $0,75 \dots 1,25$ сек. та отриманням вмісту сухих речовин (СР) $28 \dots 30 \%$;

– сушіння у вальцьовій ІЧ-сушарці до порошкоподібної фракції за температури $45 \dots 60 \text{ }^\circ\text{C}$ та кінцевого вологовмісту на рівні $4 \dots 6 \%$ СР;

Отриманий плодоовочевий полікомпонентний напівфабрикат багатоцільового призначення може мати консистенцію від пастоподібного напівфабрикату до фракційного сушеного. Це забезпечить розширення спектру використання при внесенні у різноманітні рецептури продуктів харчування та підвищить конкурентоспроможність даної продукції. Використання щадних тепломасообмінних процесів забезпечить максимальне збереження природних нутрієнтів у самостійному напівфабрикаті високого ступеня готовності.

Список літератури:

1. Пилипенко О.Є. Розвиток харчової промисловості України. Національний університет харчових технологій / Наукові праці НУХТ 2017. Том 23, № 3. С. 15-25. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2017_23_3_4

2. T. Bucher, K. van der Horst, M. Siegrist, Fruit for dessert. How people compose healthier meals, *Appetite*, Volume 60, 2013, Pages 74-80, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2012.10.003>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195666312004060?via%3Dihub>)

3. Paulo E.S. Munekata, Jose Ángel Pérez-Álvarez, Mirian Pateiro, Manuel Viuda-Matos, Juana Fernández-López, Jose M. Lorenzo. Satiety from healthier and functional foods, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 113, 2021, pp. 397-410, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.025>.

(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224421003472>)

4. Черевко О.І., Михайлов В.М., Кіптела Л.В., Захаренко В.О., Загорулько О.Є. Процеси виробництва багатокомпонентних паст із органічної сировини: монографія / О. І. Черевко [та ін.] – Х. : ХДУХТ, 2015. – 167 с.

УДК 664.8:658.562.5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВАКУУМ-ВИПАРНОГО АПАРАТА ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Черевко О.І., д-р техн. наук, проф.
Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц.
Постаджисв О.І., аспірант

Державний біотехнологічний університет

Із метою усунення основних недоліків вакуум-випарних апаратів запропоновано спосіб теплопідведення зі збільшеною поверхнею обігрівання. Для розв'язання поставлених завдань з удосконалення запропоновано використовувати сучасний плівковий резистивний електронагрівач випромінювального типу (ГПРЕНВТ). Електронагрівач характеризується низькою інерційністю, металоємністю, простотою автоматизації та обслуговування. Такий електронагрівач здатен забезпечувати рівномірність теплового потоку та приймати будь-яку геометричну форму теплопередавальної поверхні.

Підвищення споживання концентрованих природних (плодових, ягідних, овочевих тощо) напівфабрикатів високого ступеня готовності пов'язано зі змінами у попиту на продукти харчування, що характеризуються підвищеним вмістом фізіологічно функціональних інгредієнтів (ФФІ). Формування стимулу до раціонального оздоровчого харчування на основі природних інгредієнтів пов'язано зі стрімким погіршенням екологічного становища за останні десятиліття. Це негативно впливає на хронічні та набуті у ході життєвої діяльності захворювання, не зважаючи на появу пандемічної ситуації. Споживання природних інгредієнтів у більшості випадках здійснюється у свіжому вигляді, проте виникає складність транспортної логістики, необхідності зберігання при транспортуванні, подальшої реалізації та навіть споживання – ускладнюючи головну складову конкурентоспроможності логістичної ланки. Одним з ефективних менеджерських шляхів підвищення конкурентоспроможності є ресурсоефективна переробка природної сировини у місцях збирання, або у сформованому логістичному центрі. Зокрема, у напівфабрикати високого ступеня готовності (уварені пасти, згущені молочні вироби, сушені вироби різноманітної фракції тощо) за умови максимального зберігання властивостей. Такий підхід сприяє запровадженню інноваційних апаратуро-технологічних рішень, дозволяючи отримувати природні напівфабрикати високого ступеня готовності із широким спектром впровадження у рецептури різноманітних продуктів харчування. Це, в свою чергу, забезпечує ресурсоефективну переробку рослинної сировини, а її внесення до рецептур продуктів харчування дозволяє мінімізувати та навіть повністю відмовитися від синтетичних складових (ароматизатори, барвники тощо). Замінюючи їх на природні інгредієнти з одночасним набуттям оригінальних органолептичних та реологічних властивостей, строюючи принципово нову оздоровчу їжу. Проте, значну увагу слід приділяти

ресурсоефективній тепломасообмінній обробці природної сировини, оскільки саме температура та особливості реалізації технологічного процесу є основним чинником збереження початкових властивостей. Обумовлюючи актуальність пошуку ресурсоефективних рішень з реалізації теплової обробки рослинної сировини, її купажування з метою раціонального поєднання ФФІ та забезпечення мобільності обладнання для отримання уварених напівфабрикатів високого ступеня готовності. Одним з рішень є впровадження удосконаленого вакуум-випарного апарата з уніфікованою мішалкою, що матиме конкурентноспроможні переваги на відміну від базових конструкцій. Також це дозволить розширити асортимент концентрованих природних купажованих напівфабрикатів високого ступеня готовності, відповідно до потреб споживачів.

Впроваджений конструктивно-технологічний підхід під час вдосконалення вакуум-випарного апарата на базі МЗС-320 характеризується простотою та безпекою використання, зменшеною енерго- та металоємністю, за рахунок використання сучасного плівкового резистивного електронагрівача випромінювального типу (ГПРЕНВТ) та ліквідації нагрівальної парової оболонки. Таке рішення є перспективним, оскільки дозволяє знизити інерційність та металоємність базових конструкцій схожих апаратів з забезпеченням рівномірної теплопередаючої поверхні.

Відповідно до конструктивно-технологічного рішення у вакуум-випарному апараті 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 %.

У ході апробації модельного зразка удосконаленого апарата під час концентрування ($50...65 \text{ }^\circ\text{C}$) встановлено, що швидкість зсуву становила $0,5...2,5 \text{ с}^{-1}$, а ефективна в'язкість в межах $2,0...4,5 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

Доведено ефективність запропонованого конструктивного рішення зі збільшення поверхні теплообміну та підвищення ресурсоефективності в цілому. Це підтверджується зменшенням ваги апарата на 35 %, питомої металоємності апарата на 42 %, тривалості обробки на 12 %. За іншими конструктивно-технічними показниками вдосконалений вакуум-випарний апарат зі збільшеною поверхнею теплообміну також має істотні переваги в технічному обслуговуванні та експлуатації. Він забезпечує вирішення головної проблеми вакуум-випарних апаратів зі стабілізації тепlopідведення по всій поверхні теплообміну.

Отримані конструктивно-технологічні параметри під час вдосконалення системи обігріву та збільшення поверхні теплообміну в цілому, забезпечать зменшення тривалості та рівномірність температурного впливу. А отже щадний підхід до органічної природної сировини та максимальне збереження її початкових властивостей.

Список літератури:

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. 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.

4. Автоматизація виробничих процесів : підручник / О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, В.М. Михайлов, О.Є. Загорулько ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2014. – 186 с.

УДК 664.144:664.849

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ТА ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПАСТИ

О.Є. Загорулько, канд. техн. наук, доц.

А.М. Загорулько, канд. техн. наук, доц.

О.Є. Громов, аспірант, Шмадченко Р.О. магістр

Державний біотехнологічний університет

Об'єктом дослідження є функціональна плодово-ягідна паста оздоровчого призначення з підбором компонентів (яблук; зізіфуса; чорниці), які є джерелами харчових волокон, вітаміну С, низькомолекулярних поліфенольних сполук та фітостеролів, що використовують як імуностимулятор для створення продуктів із холестеринознижжучим ефектом. Вирішується проблема підвищення вмісту зазначених речовин концентруванням у роторному плівковому випарнику (РПВ) за щадних режимних параметрів (60...65 °С) до вмісту сухих речовин (СР) 30...32 % протягом 45...50 с та пастеризацією концентрованої пасти у скребковому теплообміннику (СК) за температури 95...98 °С з подальшим фасуванням.

Впровадження у виробництво інноваційних технологій з удосконаленими способами переробки органічної рослинної сировини у функціональні напівфабрикати дозволить забезпечити отримання «здорових продуктів харчування» зі високим вмістом фізіологічно функціональних інгредієнтів (ФФІ). Тому, що на даний час проблема збереження здоров'я і збільшення тривалості життя людини є одним з найважливіших і актуальних завдань сучасного суспільства, рішенням якої є повноцінне і регулярне постачання організму всіма необхідними нутрієнтами. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є виробництво пастоподібних напівфабрикатів з рослинної сировини з високим вмістом біологічно активних речовин.

Значну частку продовольчих товарів складають концентровані напівфабрикати, що виробляються з різних плодів та овочів. У зв'язку з цим актуального значення набуває раціональне використання місцевих природно-сировинних ресурсів та розширення асортименту продуктів, що виробляються з культурної та нетрадиційної дикорослої сировини, у тому числі фруктових паст.

Пасти є функціональним напівфабрикатом високого ступеня готовності, яка забезпечує людський організм такими цінними компонентами, як харчові волокна, вітамін С, низькомолекулярні поліфенольні сполуки та фітостеролів, що використовують як імуностимулятор для створення продуктів із холестеринознижжучим ефектом.

Виробництво паст із високим вмістом ФФІ із нетрадиційної рослинної сировини дозволить більш ефективно використовувати ці ресурси та розширити асортимент харчових продуктів на їх основі. У зв'язку з цим можна вважати виробництво нових паст з підвищеним вмістом поживних речовин за рахунок

використання нетрадиційної місцевої сировини дуже актуальним та перспективним напрямом роботи.

Особливістю удосконаленої технології є використання вакуумного плівкового концентрування у роторному плівковому випарнику (РПВ) за щадних низькотемпературних параметрів до вмісту СР 30...32 % протягом 45...50 с за температури 60...65 °С. Також для зменшення тривалості теплової обробки рослинної сировини та в'язкості вихідного пюре здійснювали його попереднє підігрівання до 48...50 °С перед концентруванням. Крім того, запропоновано здійснювати пастеризацію концентрованої пасту безперервним способом у скребковому теплообміннику за температури 95...98 °С у потоці з подальшим фасуванням в герметичну асептичну тару.

Отримані за розробленою технологією купажі плодово-ягідних паст мають показники ефективної в'язкості на 3,08...3,6 разів вищі порівняно з контролем (яблучна паста). Для підтвердження вибору оптимального відсоткового вмісту купажів здійснено їх органолептичне оцінювання експертною комісією. Встановлено, що композиція з рецептурним співвідношенням компонентів: яблуко – 45 %; зізіфус – 35 %; чорниця – 20 % характеризується кращими органолептичними показниками порівняно з іншими композиціями. Також визначено вміст фізіологічно функціональних інгредієнтів дослідних купажів отриманих за запропонованим рецептурним співвідношенням та удосконаленою технологією виробництва функціональних пастоподібних напівфабрикатів порівняно з контролем (яблучна паста). Отримані результати, підтверджують перевагу купажованої композиції порівняно з контролем, що характеризується підвищеним вмістом харчових волокон у 3,8 разів, вітаміну С у 2,25 рази та наявністю фітостеролів 471 мг в 1000 г.

Для встановлення оптимальних режимів теплової обробки в удосконаленій технології виробництва функціональних пастоподібних плодово-ягідних напівфабрикатів при концентруванні у РПВ визначено структурно-механічні залежності від розміру часток купажованого пюре. Встановлено, що наявність великих часток (1...1,5 мм) – клітинного соку в суспензії не достатньо, що забезпечить виникнення сил тертя при прикладенні зсувних зусиль та виникнення максимальних значень граничної напруги зсуву, що дорівнює 167...242 Па. Ефективне концентрування в РПВ з подальшою пастеризацією в потоці при інтенсивному переміщуванні в тонкому шарі плівки продукту є раціональним при подрібненні вихідної сировини до розміру часток 0,1 до 0,5 мм (81...92 Па). Також визначено зміну коефіцієнту тепловіддачі в залежності від розміру часток купажованого плодово-ягідного пюре базуючись на попередньо визначених теплообмінними характеристиками у РПВ для встановлення впливу ефективної в'язкості плодово-ягідного пюре, що концентрується згідно технології. Процес концентрування у РПВ реалізовувався від вмісту СР пюре 16...17 %, а в отримуваній купажованій пасті до вмісту СР – 28...30 %. З представлених залежностей визначено, що значення α під час використання пюре з розміром часток 1,5 мм досягає максимуму тепловіддачі за меншої витрати сировини. При цьому максимальні значення коефіцієнта тепловіддачі для дослідних зразків пюре при діаметрі часток 0,5; 0,8; 1,5 мм, дорівнюють 3863;

3800 та 3646 (Вт/м²К) відповідно. Так, значення коефіцієнта тепловіддачі під час концентрування дослідного зразка пюре з розміром часток 0,5 мм має більший на 6 % показник порівняно зі зразком пюре, в якому розмір часток 1,5 мм. Крім того, ці данні підтверджують результати досліджень структурно-механічних характеристик при зміні діаметру дисперсної фази плодово-ягідних пюре.

Актуальність експериментально-практичних досліджень підтверджено апробацією удосконаленої технології виробництва функціональних пастоподібних плодово-ягідних напівфабрикатів. Запропонована технологія дозволить у подальшому використовувати отриману функціональну пасту при виробництві продуктів харчування спеціального призначення, що матиме високий вміст функціонально-фізіологічних інгредієнтів, фітостеролів, і як наслідок, імуностимулюючої дії. Тим самим, це дозволить розширити конкурентоспроможній асортимент «здорових продуктів» харчування шляхом заміни сировини з низьким вмістом фізіологічно функціональних компонентів на багатокомпонентну композицію, для забезпечення повноцінного раціону харчування, у тому числі військових та медиків.

Список літератури:

1. В.М. Михайлов. Створення якісно нових плодовоовочевих 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. 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.
4. Автоматизація виробничих процесів : підручник / О.І. Черевко, Л.В. Кіптела, В.М. Михайлов, О.Є. Загорулько ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2014. – 186 с.
5. Кіптела Л. В., Загорулько О. Є., Загорулько А. М. Автоматизація харчових виробництв малого та середнього бізнесу : навч. посіб. Харків : ХДУХТ, 2017. 118 с.
6. Черевко О.І., Михайлов В.М., Кіптела Л.В., Захаренко В.О., Загорулько О.Є. Процеси виробництва багатокомпонентних паст із органічної сировини: монографія / О. І. Черевко [та ін.] – Х. : ХДУХТ, 2015. – 167 с.

УДК 637.5

УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІКОМПОНЕНТНИХ ОРГАНІЧНИХ РОСЛИННИХ ПАСТОПОДІБНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ БАГАТОЦІЛЬОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц.

Загорулько О.Є., канд. техн. наук, доц.

Мішуста Р.В., маг. 1-го курсу ФМІ

Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ

Державний біотехнологічний університет

Удосконалення способу виробництва полікомпонентних органічних рослинних пастоподібних напівфабрикатів багатоцільового призначення на основі: яблука, гарбузу, буряку, журавлині та глоду. Характерною відміною рисою способу є концентрування пюре в роторному випарнику до вмісту сухих речовин 50 % за температури 50...56 °С під вакуумом. При цьому зменшено час обробки, який становить 1...2 хв, що в рази менше порівняно з традиційними однокорпусними вакуум-випарними апаратами (60...90 хв). Таке суттєве зменшення температурного впливу при концентруванні сприяє підвищенню як органолептичних так і фізико-хімічних показників отриманого полікомпонентного напівфабрикату багатоцільового призначення.

Органічна рослинна сировина є природним джерелом функціонально фізіологічних інгредієнтів, що дає можливість максимально забезпечувати населення необхідними поживними речовинами, проте багато країн світу в повній мірі не використовуює потенціал даної сировини. Формуючу передумову до впровадження новітніх технологічно-апаратурних рішень для виробництва якісних полікомпонентних напівфабрикатів високого ступеня готовності та багатофункціонального ризначення, з використанням сучасних досягнень в науці та техніки. Внесення в рецептуру продуктів харчування органічної сировини підвищує функціональність виробів, наприклад за рахунок збільшення вмісту пектинових речовин що сприятиме виведенню важких металів з організму людини, що є актуальним в умовах повоєнного відновлення країни [1]. Потреба в здоровому харчуванні зумовлює необхідність створення харчової продукції функціональної дії за рахунок запровадження сучасних технологій та апаратурної складової для їх реалізації, зокрема за рахунок ресурсоефективної та низькотемпературної обробки рослинної сировини.

Розширення асортименту оздоровчої продукції, зокрема кондитерських виробів можливе за рахунок мінімізації в рецептурному складі компонентів з низьким вмістом багатофункціональних фізіологічних інгредієнтів та заміні її на органічні полікомпонентні органічні пастоподібні напівфабрикати високого ступеня готовності зі збільшеною харчовою цінністю [2]. Підтверджуючі актуальність науково-практичної роботи спрямованої на удосконалення способів виробництва полікомпонентних напівфабрикатів високого ступеня готовності, у

тому числі, для подальшим внесення до рецептурного складу багатоцільових продуктів харчування, наприклад кондитерських виробів. Позитивний вплив вживання органічної сировини людиною для підвищення багатofункціональності раціону харчування різноманітними фенольними сполуками, кислотами тощо, формуючи міцний імунітет підкреслюється у роботі [3]. Проте при виробництві функціональних виробів природного походження значної уваги приділяють формуванню раціональної добової норми вживання в залежності від потреб людини та реалізації конструктивно-технологічного рішень при виробництві. У роботі [4] наведено порівняння традиційних способів обробки, що використовуються у харчовій промисловості для визначення можливих шляхів ресурсоефективності, проте не здійснюється визначення ефективності використовуваних переробних та виробничих технологій.

Метою дослідження є удосконалення технологія зефіру з додаванням полікомпонентного органічного багатоцільового пастоподібного напівфабрикату високого ступеня готовності отриманого за умов низькотемпературного концентрування. Реалізація мети досліджень дозволить розширити асортимент функціональних конкурентоспроможних кондитерських виробів та напівфабрикатів підвищеної якості, що є актуальним в умовах війни та повоєнного відновлення у вигляді формування складової раціону повноцінного харчування. В якості основної сировини для виробництва рослинного полікомпонентного пастоподібного напівфабрикату високого ступеня готовності використовували наступну плодовоовочеву сировину: яблуко (сорту Антонівка), гарбуз (сорту «ТМ Весна»), буряк (сорту «Морана»), журавлину (сорту Блек Веіл), глід (сорту «Китайський») з високим вмістом функціонально фізіологічних інгредієнтів.

Під час досліджень шляхів реалізації способу виробництва полікомпонентного пастоподібного напівфабрикату високого ступеня готовності запропоновано рецептурний склад (табл.) плодовоовочевого купажу з урахуванням вмісту функціонально фізіологічних інгредієнтів, органолептичних та структурно-механічних властивостей кожного з компонентів.

Таблиця – Рецептурний склад полікомпонентних плодовоовочевих композицій

Полікомпонентний склад	Композиція		
	1	2	3
Яблуко	20	30	40
Гарбуз	20	20	25
Буряк	15	20	20
Журавлина	30	20	10
Глід	15	10	5
Контроль, %	100	100	100

Плодовоовочева сировина підбиралась з урахуванням вмісту пектинових речовин та харчових волокон для надання готовому напівфабрикату міцної структури, а також враховувались її лікувально-профілактичні властивості.

Виготовлення полікомпонентної плодоовочевої пасти високого ступеня готовності розробленим способом здійснювалось наступним чином: пюре з яблук, гарбуза та буряка готували за діючою технологією для виробництва плодівих і овочевих пюре. Глід необхідно витримати у 8...10 % розчині NaCl з додаванням 1 % лимонної кислоти за температури 20...25 °C протягом 35...40 хв. Це дозволить вилучити з плодів різні механічні забруднення та стабілізувати поліфеноли. Глід бланшують парою за температури 95...105 °C протягом 5 хв., журавлину водою 1 хв за температури 85...90 °C. Протирають журавлину та глід до розміру часток 0,4...0,5 мм. Отримувані однокомпонентні пюре обраних плодів та овочів купажують згідно табл. Концентрування пюре здійснюється у роторно-плівковому випарнику до вмісту сухих речовин 50 % за температури 50...60 °C. Тривалість концентрування становить 0,85...1 хв, що в рази менше порівняно з традиційними однокорпусними вакуум-випарними апаратами (60...90 хв). Зменшення температурного впливу концентрування сприяє підвищенню органолептичних і фізико-хімічних показників отриманого пастоподібного напівфабрикату високого ступеня готовності.

Для встановлення впливу внеску кожного компонента на структуру полікомпонентної пасти досліджено структурно-механічні властивості пюре кожної сировини і концентрованих напівфабрикатів. Встановлено, що часткова заміна яблучного пюре в рецептурному складі зефіру на 75 % розроблену полікомпонентну плодоовочеву пасту надає виробу оригінальні властивості. Забезпечується збільшення величини динамічної в'язкості зефіру з вмістом 75 % заміни яблучного пюре розробленою пастою порівняно контрольному зразку (зефір без добавок) з 408 Па·с до 908 Па·с. Колір зефірної маси за внесення 75 % заміни яблучного пюре становить яскраво-рожевим з довжиною хвилі 596,7 нм та яскравістю 62,3 %. Отримані данні дозволяють покращувати якість оригінальних зефірних виробів при додаванні плодоовочевого напівфабрикату з підвищенням функціональних властивостей

Список літератури:

1. Функціональні продукти харчування Режим доступу http://www.cnshb.ru/news/vex_fpp.shtml
2. Paulo E.S. Munkata, Jose Ángel Pérez-Álvarez, Mirian Pateiro, Manuel Viuda-Matos, Juana Fernández-López, Jose M. Lorenzo. Satiety from healthier and functional foods, *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 113, 2021, pp. 397-410.
3. V. Mykhailov, A. Zahorulko, A. Zagorulko, B. Liashenko, S. Dudnyk. Method for producing fruit paste using innovative equipment. *Acta Innovations*, 2021, 2021(39), pp. 15–21.
4. N.N. Misra, Mohamed Koubaa, Shahin Roohinejad, Pablo Juliano, Hami Alpas, Rita S. Inácio, Jorge A. Saraiva, Francisco J. Barba. Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies, *Food Research International*, Vol. 97, 2017, pp. 318-339.

УДК 637.5

УДОСКОНАЛЕННЯ МОДЕЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ АПАРАТУ ДЛЯ СМАЖЕННЯ М'ЯСНИХ СІЧЕНИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ

Загорулько А.М., канд. техн. наук, доц.

Ляшенко Б.В., канд. техн. наук, доц.

Титаренко Н.В., студ. 2-го курсу ФМІ

Загорулько В.М., маг. 1-го курсу ФМІ

Державний біотехнологічний університет

Вдосконалено модель апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів, яка відрізняється способом теплоідведення шляхом заміни металоємних та інерційних нагрівачів на без інерційні з рівномірним розподілом температурного поля ПРЕНВт. Для конденсації соковмісних парів у функціонально замкнутих середовищах використовуються пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі з елементами Пельтьє. При температурі нагрівальних поверхонь (180 °С) холодна сторона елемента Пельтьє забезпечує температуру охолоджуючої рідини до 10 °С. Запропоноване рішення призведе до конкурентоспроможності апарата, що пояснюється отриманими техніко-експлуатаційними показниками.

М'ясні вироби в багатьох країнах світу займають значну частку щоденного раціону повноцінного харчування, що споживаються у вигляді різноманітних продуктів, у тому числі напівфабрикатів, доведених до стадії кулінарної готовності [1]. Наявний асортимент м'ясних виробів, у тому числі: котлети, тюфтелькі, різноманітні рулети, тощо виготовляються відповідно до відомих рецептур з дотриманням технологічних операцій та отримуваних на різноманітному тепломасообмінному обладнанні [2, 3]. При цьому, рецептурне співвідношення різноманітних м'ясних виробів змінюється лише складовою вмісту компонентів, а вже тепломасообмінне обладнання доводить рецептурну суміш до кулінарної готовності, тому воно повинно відповідати сучасним ресурсоефективним вимогам експлуатації [4].

Забезпечення обладнання сучасними експлуатаційними вимогами потребує використання інноваційних інженерних тенденцій, які дозволять забезпечити універсальність, портативність, ресурсоефективність та головне конкурентоспроможність обладнання, у тому числі й за різноманітністю виготовляємої продукції. Необхідним також є врахування комплексу технологічно-апаратурної складової при розробці сучасного ресурсоефективного обладнання, що забезпечить якісну реалізацію технологічних потреб на кожній стадії апаратурного виробництва на тепломасообмінних апаратах. Зокрема, досягнення ресурсоефективності при виробництві м'ясних кулінарних виробів, можливе за умов використання сучасних теплоносіїв, що мають низьку інерційність, відсутність металоємності, чітку динаміку роботи та рівномірність теплового потоку. А також важливою складовою є апаратурна можливість використання вторинної теплової енергії на

потреби власного або суміжного апаратурно-технологічного комплексу. Врахування перелічених факторів є актуальним під час розробки ресурсоефективного низькотемпературної обладнання для виробництва м'ясних кулінарних виробів. А саме впровадження сучасних нагрівальних елементів і використання вторинної теплоти забезпечить функціональність і конкурентоспроможність апарата при набутті оригінальних органолептичних властивостей м'ясних кулінарних виробів.

На базі Державного біотехнологічного університету (Україна) визначалися шляхи вдосконалення апарату для смаження січених кулінарних виробів під час обігріву робочих поверхонь плівкоподібним резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ПРЕНВт [20]) та охолоджуючої платформи з елементами Пельтьє. Запропоновані інженерно-технологічні рішення у вдосконаленому апараті забезпечують конденсацією паровмісної складової у виріб при охолодженні, за рахунок утворення з формуючих осередків функціональних замкнутих середовищ. А використання плівкоподібного резистивного електронагрівача випромінювального типу, забезпечить зменшення металоємності нагрівальних платформ та забезпечить рівномірність смаження за рахунок кондуктивно-інфрачервоного теплопідведення, в умовах максимального контакту між поверхнею виробів та нагрівальною площиною. Це в свою чергу, забезпечить можливість виробництва широкого асортименту м'ясних виробів в умовах використання змінних нагрівальних платформ, що мають різноманітні формувальні осередки виробів.

Вдосконалена модель апарата для смаження м'ясних січених кулінарних виробів має дві платформи з протипригарним фторопластовим покриттям, що з'єднується односторонньо шарнірами. Конструкція платформи являє собою робочу поверхню, що має формуючі осередки, призначені для технологічного розміщення кулінарних м'ясних виробів у процесі смаження. Обігрів платформ (з технічної зони – протилежної робочої) здійснюється плівкоподібним резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ПРЕНВТ), що повторює геометрію платформ.

Відповідно до конструкторського рішення платформи з технологічної (робочої) зони мають по периметру термостійкі гумові ущільнювачі, а з технічної зони, нижче ПРЕНВт – пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі. Охолоджувачі в свою чергу забезпечують більш швидке рідинне (вода) охолодження робочої поверхні плит після кулінарної готовності виробу. Для інтенсифікації охолодження з 180 °С, між ПРЕНВт та охолоджувачем розміщені елементи Пельтьє, забезпечуючи перетворення теплової енергії в охолоджуючу шляхом зниження температури вхідної рідини.

Зовнішні технічні зони платформ облицьовані сталлюю поверхнею з теплоізолюючим матеріалом, а на лицьовій поверхні змонтовано пульт керування для якісного контролю технологічного процесу смаження. Вдосконалений апарат змонтований на стійках, при цьому задня стійка має регулятори її висоти. Зміна висоти задньої стійки дозволяє створювати кут нахилу задньої поверхні апарату на 3° для забезпечення повноцінного зливання охолоджуючої рідини з охолоджувача б

При закриванні двох платформ з формуючими осередками та терmostійкими гумовими ущільнювачами, формується функціональне замкнуте середовище. Це дозволяє мінімізувати інтенсивне паровідведення при смаженні та насичення паровмісним м'ясним соком шкоринку виробу, підвищуючи органолептичні показники та конкурентоспроможність. Фіксування платформ при смаженні здійснюється за рахунок механічних фіксаторів, а відкриття верхньої плити для розвантаження апарата забезпечується за рахунок ручки.

Робота вдосконаленого апарата для смаження м'ясних кулінарних виробів пристрою полягає в наступному.

На пульті керування терморегулятором оператор встановлює технологічну необхідну температуру, потім здійснює підключення апарата до мережі живлення, тим самим вмикаючи плівкоподібний резистивний електронагрівач випромінювального типу. При досягненні встановленої температури попередньо підготовлені м'ясні вироби завантажуються до основної (нижньої) платформи, що має антипригарне фторопластове покриття та формуючі осередки. Після чого, опускається друга плита, що з'єднана шарнірами з першою, створюючи функціонально замкнуте середовище у площині формуючих осередків за допомогою механічних фіксаторів.

Смаження реалізовується за рахунок кондуктивно-інфрачервоного теплопідведення, що забезпечується ПРЕНВт до робочої (технологічної) поверхні платформ в умовах максимального контакту між поверхнею виробів та нагрівальною площиною. Під час смаження здійснюється випарювання соковмісної складової м'ясного виробу, формуючи надмірний тиск у замкнутому функціональному середовищі, тим самим, інтенсифікуючи процес. А наявність фторопластового антипригарного покриття робочих поверхонь платформ запобігає адгезії м'ясних виробів, дозволяючи реалізовувати технологічний процес з використанням жиру не в якості проміжного теплоносія, а як збагачувача рецептурного складу виробу.

По завершенню операції смаження м'ясних виробів здійснюється вимикання ПРЕНВт та подача охолоджуючої (вода) рідини крізь пластинчасті змієвикові рідинні охолоджувачі, забезпечуючи охолодження платформ та конденсацію пари у середині виробу. Для інтенсифікації охолодження між ПРЕНВт та охолоджувачами розташовані елементи Пельтьє, так зокрема при температурі нагрівальної поверхні платформ – 180 °С, температура на холодній стороні елемента становить мінус 5 °С. Тим самим, знижуючи температуру охолоджуючої рідини з 15 °С до 10 °С без витрати електроенергії на інтенсифікацію охолодження. Слід відзначити, що конденсація соковмісного парового середовища у функціонально замкнутих ємностях дозволяє без будь-яких витрат уникати втрат мас виробів при смаженні, як це спостерігається при традиційному способі. А також покращити умови праці технологічних операторів та вплив на навколишнє середовище при запобіганні паровідведення до нього. Процес охолодження здійснюється до рекомендованої температури, що відповідає подачі виробів споживачеві.

Для зливання охолоджуючої рідини з охолоджувачів зменшують кут нахилу задніх стійок апарата на 3°, після 5 хв, висоту стійок повертають в

попереднє значення та повторюють технологічний процес смаження. При цьому після зливання рідини з охолоджувачів, в середині них формується повітряне середовище, що виступає додатковим теплоізолятором та додатково запобігає тепловідведенню у навколишнє середовище.

Розвантаження апарата здійснюється шляхом відкриття механічних фіксаторів та підняттям верхньої платформи за допомогою ручки, за умов фіксування у вертикальному положенні.

Експериментально-розрахунковим шляхом визначено техніко-експлуатаційні показники апарату для смаження м'ясних січених кулінарних виробів у порівнянні зі сковородою СЕСМ-0,2. Отримані данні свідчать про значно зменшення габаритних розмірів та маси вдосконаленого апарату, що забезпечує зниження металоємності на 96,4 % та суттєво впливає на зниження тривалості розігрівання до робочої температури – на 80,0 %. Підвищено площа поверхні нагріву кулінарних виробів, оптимальне використання енергії водяної пари, яка видаляється з середини виробів, веде до зниження питомої витрати теплоти – на 43,0 % і підвищення коефіцієнта корисної дії – на 49,2 %. Зменшення продуктивності на 14,8 % пояснюється тим, що під час смаження на СЕСМ-0,2 їх доводять лише до напівготовності, а в удосконаленому апараті – до повної кулінарної готовності.

Список літератури:

1. Виробництво вітчизни: п'ять основних етапів. [Електронний4ресурс] : [сайт]. – Режим доступа : <https://foodbay.com/wiki/masnaja-industrija/2016/06/10/proizvodstvo-vetchiny-pyat-osnovnyh-etapov/>
2. Kadirvel Govindasamy, Bandita Bagchi Banerjee, Arockiasamy Arun Prince Milton, Rahul Katiyar, Suranjit Meitei. Meat-based ethnic delicacies of Meghalaya state in Eastern Himalaya: preparation methods and significance. *Journal of Ethnic Foods*, Vol. 5, Iss. 4, 2018, pp. 267-271, <https://doi.org/10.1016/j.jef.2018.11.004>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352618118300817>)
3. Filippo Sgroi, Food traditions and consumer preferences for cured meats: Role of information in geographical indications. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, Vol. 25, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100386>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X21000858>)
4. David McBey, David Watts, Alexandra M. Johnstone. Nudging, formulating new products, and the lifecourse: A qualitative assessment of the viability of three methods for reducing Scottish meat consumption for health, ethical, and environmental reasons, *Appetite*, Volume 142, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104349>.

РОЗРАХУНОК ТЯГОВОЇ ЗДАТНОСТІ СТІЧОК НОРІЙ

Лук'янов І.М. к.т.н., доц., Мірошніченко В.М., Головка С.Р. магістри

Державний біотехнологічний університет

Провідне місце в складі АПК України займає зерно-промисловий комплекс. Транспортуючі машини займають важливе місце в переміщенні зернових з поля до переробних підприємств і в середині їх у відповідності до технологічних вимог, при завантажувально-розвантажувальних роботах. Основне навантаження з вертикального переміщення зернових лягає на вантажопідйомні машини безперервної дії - ковшові вертикальні конвеєри. Робота присвячена аналізу міцності стрічки норії та коректному вибору попереднього натягу стрічки з метою підвищення продуктивності.

У зв'язку з тим, що робота елеватора супроводжується травмуванням зерна, задану продуктивність прагнуть забезпечити при зниженні швидкості стрічки збільшенням погонного навантаження робочої гілки стрічки. Як наслідок, виникає необхідність забезпечення більшого тягового зусилля на приводному барабані, виключаючи пробуксування стрічки. Тягова здатність стрічково-барабанного механізму визначається початковим натягом стрічки його стабільністю в процесі експлуатації, а також параметрами приводного барабана.

Величина початкового натягу визначається за емпіричними залежностями з подальшою перевіркою відсутності буксування на завантаженому елеваторі з використанням відомої формули Л. Ейлера $S_1/S_2 < e^{\alpha\mu}$. Однак ця залежність отримана для гнучкої, а головне нерозтяжної нитки, що не дозволяє врахувати пружне ковзання стрічки по барабану, визначити необхідні величини попереднього натягу та параметри приводного барабана.

Стрічково-барабанний механізм елеватора являє собою вертикальну плоскопасову передачу, у якій натяг на гілці, що збігає, дорівнює початковому натягу і для якої коефіцієнти тяги невідомі. Тому для швидкохідних приводних пасів зв'язок між корисним тяговим зусиллям, необхідним початковим натягом визначається через коефіцієнти тяги, отримані експериментально для різних типів передач, з введенням цілого ряду поправочних коефіцієнтів.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів тяги ϕ в залежності від модуля пружності E стрічки та коефіцієнта тертя стрічки μ по барабану.

Параметри привода		ϕ_{\max}	ϕ_k критичний, початок буксування	ϕ_0 робочий
Коефіцієнт тертя μ	Модуль пружності стрічки E , МПа			
0,25	250	0,58	0,504	0,48
0,25	300	0,585	0,508	0,487
0,25	За Ейлером	0,593	0,515	0,494
0,35	250	0,76	0,66	0,63
0,35	300	0,82	0,71	0,68
0,35	За Ейлером	0,99	0,86	0,825

Отримані результати показують, що тягова здатність приводного барабана елеваторів, що визначається робочим коефіцієнтом тяги, істотно залежить від співвідношення коефіцієнта тертя і модуля пружності стрічки, і дозволяє визначити всі параметри стрічково-барабанного механізму, необхідні для передачі тягового зусилля без пробуксовки. Порівняння результатів показує, що за формулою Ейлера попередній натяг буде більший ніж у запропонованого варіанту. Коректний розрахунок попереднього натягу дозволить активніше використовувати сучасні синтетичні стрічки, які значно дешевші ніж гумовотканинні.

Список літератури:

1. Фідровська Н.М., І.М. Лук'янов. До визначення тягової характеристики стрічково-барабанного механізму елеватора. Збірник наукових праць Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА). Машинобудування. Харків 2015, №16, с. 50-55.

2. Богомолів А.В., Белостоцький В.А., Лукьянов И.М., Ридный Р.В. О возможности механического травмирования зерна при центробежном режиме разгрузки норий. «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК». Международ. науч.-практ. конф. (Минск, 4-6 июня 2014). В 2 ч. Ч.2. Минск: БГАТУ. ISBN 978-985-519-574-1 (Ч.2). 61-66, 400.

3. Богомолів А., Белостоцький В., Лукьянов И. Обеспечение тяговой способности ленточно-барабанного механизма вертикальных элеваторов. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. MOTROL commission of motorization and energetic in agriculture Vol. 16, № 7. Lublin-Rzeszow 2014. 106-110, 178.

УДК 664.1;681.5

ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ У ВІДДІЛЕННЯХ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Ждан Є.В., студент, Семперович Т.О., студентка, Ляшенко С.О., д.т.н., професор

Державний біотехнологічний університет

В тезах розглянуто проблеми ефективного використання обладнання та інженерних комунікацій в цукрових заводах України. Визначено види технічного обладнання та комунікацій головних відділень, де найбільше застосовуються складові енергоефективності виробництва, і їх вплив на режими роботи та продуктивність виробництва цукру. Запропоновано інженерні підходи до визначення оптимальних технічних показників комунікацій у відділеннях цукрових заводів, що дозволить підвищити продуктивність роботи заводу.

Важливим питанням ефективності роботи відділень цукрових заводів в Україні є їх забезпеченість сучасним обладнанням, технологіями та компоновкою обладнання, з відповідними потужностями та пропускною можливістю обладнання і трубопроводів, що з'єднують відділення цукрового заводу. Невідповідність цих складових призводить до неефективної роботи всього заводу [1, 2].

Метою роботи є визначення оптимальних потужностей обладнання, що використовується і перерізів трубопроводів, по яких подається пара, сік, вода, сироп у відділеннях цукрових заводах, необхідних для підтримки ТП. Найбільш важливими відділеннями заводу є відділення дифузії, дефекосатурація, випарювання і кристалізація, які і визначають енергоефективність роботи заводу, тому, що в цих відділеннях здійснюється процеси отримання соку, очистки його, випарювання та кристалізації. За важливістю виконуваних функцій випарна установка займає центральне місце в технологічній та тепловій схемах заводу. Від роботи випарної установки залежить продуктивність заводу, витрата палива, втрати цукру та його якість. Подача перегрітої пари з ТЕЦ здійснюється у випарне відділення, і при випарюванні води з соку для отримання сиропу, вторинна пара подається на технологічні потреби до інших відділень [2, 3].

Для того щоб необхідна кількість пари і рідин, з відповідними технологічними вимогам температурою і тиском, надходила до споживачів, необхідно здійснювати регулювання перерізів проходження рідини і пара за рахунок застосування різного виду запірних і регулюючих пристроїв [3].

Оскільки реальний технологічний процес пов'язаний з постійною зміною витрат сировини, розчинів, виникає необхідність поточної зміни пропускної спроможності трубопроводів для забезпечення оптимальних умов протікання хімічних та теплових процесів. Таким чином, виникає необхідність автоматичного регулювання перерізів трубопроводів шляхом використання заслінок з пневмоприводом та електропневмопозиціонерами [3].

Проходження рідини і газів трубопроводами підпорядковується рівнянню нерівномірності потоку, тобто, зі зменшенням перерізу зростає швидкість потоку, а з збільшенням зменшується тиск, добуток тиску на обсяг залишається

постійним.

$$P_1V_1 = P_2V_2 = Const . \quad (1)$$

Від правильності вибору діаметрів трубопроводів з урахуванням їх перерізу залежить сталість швидкості та режиму руху в них рідини і газів.

Технічна продуктивність трубопроводів може визначатися через продуктивність заводу з наступного виразу:

$$A = \frac{T \cdot \pi \cdot 100 \cdot D^2 \cdot u \cdot \rho}{4 \cdot k \cdot a}, \text{ т/добу.} \quad (2)$$

Шукана величина D (діаметр трубопроводу) визначається за заданою необхідною потужністю заводу A :

$$D = \sqrt{\frac{A \cdot 4 \cdot k \cdot a}{T \cdot \pi \cdot 100 \cdot u \cdot \rho}}, \text{ м,}$$

де T - тривалість доби, (86400) с; u – швидкість руху продуктів у трубопроводі, м/с; ρ – щільність продукту, що переміщується, т/м³; a – кількість продукту, що переміщується, % до маси буряка; k – коефіцієнт нерівномірності надходження середовища; наприклад, для трубопроводів підведення пари до випарної станції $k = 1,5-1,6$; інших корпусів випарної установки $k = 1,25$; для соку, сиропу, вапняного молока, води $k = 1,0-1,5$.

За результатами розрахунку приймаємо оптимальні стандартні діаметри труб: для руху соку - 159 мм, для сиропу - 120 мм. Реальні труби цих систем мають діаметр 125 та 100 мм відповідно. Таким чином, існуючі трубопроводи не можна визнати оптимальними в умовах роботи заводу на встановленій потужності, що не може не позначитися на якісних і кількісних характеристиках продукції. Таким чином, необхідно встановлювати труби з перетином більшим, ніж розрахункові і регулюючи діаметри трубопроводів за допомогою всіляких запірних і регулювальних пристроїв можна підтримувати необхідні потоки пари і рідини, які дозволять працювати заводу з розрахунковою потужністю (A) і необхідними нормативними технологічними параметрами [3, 4].

Список літератури:

1. Хомічак Л. Передові технології виробництва цукру. Харчова і переробна промисловість: *Щомісячний науково-виробничий журнал Держпрому*, Нац. Університету харчових технологій та ТОВ "Укragропак". К., 2007. №4. С. 20-23.
2. Скорик, К. Д. Вплив порушень технологічних режимів виробництва на якість цукру. *Цукор України*, 2014. № 4 (100). С. 29–33.
3. Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Юрченко В.В., Кісь О.В. Оптимізація екологічних та якісних показників роботи цукрових заводів в результаті удосконалення математичного забезпечення АСУТП цукрового виробництва. *Інженерія природокористування, науковий журнал*. Харків, 2020. №2(16). С. 128-136.
4. Ляшенко С.О. Фесенко А.М., Ляшенко О.С., Беляєва І.С. Аналіз експлуатаційних параметрів обладнання дифузійного відділення цукрового заводу. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні»*. Харків. Вип. 131, 2012. С. 98-106.

УДК 664.13.002.5

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВІДДІЛЕНЬ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Лещенко Є.А., студент, Семперович Т.О., студентка, Бойко Р.В., студент, Ляшенко С.О., д.т.н., професор

Державний біотехнологічний університет

В тезах розглянуто показники впливу на тепло-масообмінні процеси в сировині при отриманні цукру на цукрових заводах. Визначено основні критеріальні параметри, які найбільшою мірою впливають на ефективність виробництва, що визначається виходом цукрової продукції.

Розглянуто один із найбільш відповідальних етапів процесу оптимізації виробництва – вибір та обґрунтування критерію оптимальності. У результаті аналізу технічних та економічних критеріїв визначено основні дані, які необхідні для їх розрахунків. Визначено основні критеріальні залежності між параметрами процесів дифузії, дефекосатурації, випарювання і кристалізації, які базуються на основі законів збереження тепла та маси, що застосовуються до тепло - і гідротехнічних процесів, які відбуваються при переробці цукрового буряка, бурякостружкової суміші та дифузійного соку на цукровому заводі. На основі технічних, технологічних показників було розглянуто ефективність роботи всього цукрового заводу [1, 2, 3].

З метою оптимізації роботи цукрового виробництва визначено основні критеріальні параметри, які найбільшою мірою впливають на ефективність виробництва, що визначається виходом цукрової продукції. При розгляді критеріїв важливе значення для досягнення ефективного виробництва цукрової продукції має правильний підбір та розрахунок обладнання і комунікацій відділень заводу. Як показали дослідження, у реальних умовах роботи цукрового заводу, забезпечення трубопроводами із необхідними перерізами не можна визнати оптимальним. У зв'язку із необхідністю автоматичного регулювання площі перерізів трубопроводів, яке здійснювалось за рахунок використання регулювальних заслінок і за допомогою пневмоприводів та електропневмопозіціонерів, були проведені розрахунки технічної продуктивності трубопроводів і визначення їх необхідних технологічних перерізів, у залежності від заданої робочої потужності цукрового заводу [2, 3].

Розгляд та аналіз технічних і економічних критеріїв оптимізації визначив основні складові, які потрібні для розрахунків ефективності цукрового виробництва. Обґрунтовано, що дані складові технологічних процесів необхідно враховувати та використовувати в цукровому виробництві, і їх можна представити в вартісній величині - гривні. Крім того, необхідно відзначити, що у всіх цих критеріях оптимізації використовується узагальнюючий показник – собівартість.

Для визначення основних математичних виразів та їх складових, для процесів з масо-і теплопереносом можна застосувати Пі-теорему. Пі-теорема виходить із положення, що будь-яке фізично обґрунтоване співвідношення між

розмірними величинами показників процесу можна сформулювати і уявити як співвідношення між безрозмірними величинами - параметрами, які в подібних системах можуть відігравати роль критеріїв подібності [3, 4].

Будь-яке рівняння виду

$$f(a_1, a_2 \dots a_n) = 0, \quad (1)$$

що виражає зв'язок між розмірними фізичними величинами, розмірність яких визначається через основні величини (масу, довжину, час і т. д.), може бути перетворено на рівняння

$$F(\pi_1, \pi_2 \dots \pi_{n-m}) = 0, \quad (2)$$

де π - незалежні безрозмірні комплекси, що виражають зв'язок між $(n - m)$ фізичними величинами. Вони складені з $(m + 1)$ величин у складі рівняння (2).

Виходячи з аналізу, можна зробити висновок, що ТП цукрового виробництва характеризуються наступними основними величинами: вихід соку і пара $(G, \text{кг/с})$ або $(\text{м}^3/\text{с})$; площа перерізу трубопроводів $(F, \text{м}^2)$; температура $(Q, \text{°C})$; теплоємність $(C, \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2\text{°C}})$; коефіцієнт теплопередачі $(K, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}})$ або $(\frac{\text{кг}}{\text{с}^3\text{°C}})$; час здійснення процесу $(T, \text{с})$.

Основним сполучним показником та регульованим критерієм, що описує розглянуті технологічні процеси, є тепло, яке можна представити як функцію наведених параметрів

$$Q = f(G, F, T, C, R) \text{ або } f(G, F, T, C, K) = 0 \quad (3)$$

Застосовуючи Пі-теорему у роботі було отримано наступне критеріальне рівняння:

$$f\left(\frac{2TC}{F}; \frac{K2T}{G}\right) = 0. \quad (4)$$

Розглянуто один з найбільш відповідальних етапів при моделюванні економічної ефективності - вибір та обґрунтування критерію оптимальності в технологічних процесах. В результаті визначено критеріальні залежності між оптимальними діагностичними та регульовальними параметрами процесів дифузії, дефекосатурації, випарювання та кристалізації при переробці цукрової продукції на заводі [3, 4].

Список літератури:

1. Рибаченко, О. М. Інноваційні підходи щодо розвитку цукробурякової галузі. *Економіка АПК*. 2012. № 1 (207). С. 103–108.
2. Малезик І.Ф., Циганков П.С. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник. К.:НУХТ, 2003. – 400 с.
3. Ляшенко С.О. Фесенко А.М., Ляшенко О.С., Беляєва І.С. Аналіз експлуатаційних параметрів обладнання дифузійного відділення цукрового заводу. *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. «Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні»*. Харків. Вип. 131, 2012. С. 98-106.
4. Ляшенко С.О. Фесенко А.М., Ляшенко О.С., Беляєва І.С. Обґрунтування автоматичного регулювання виробничих процесів цукрових заводів. *Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. «Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв»*. Харків. Вип. 88, 2009. С. 104-109.

УДК 664.8.036-047.37:664.849

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНОГО ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ ЯБЛУЧНОГО ПЮРЕ

Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Лисаченко Є.С., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Анотація. Проаналізовано існуючі технології виготовлення яблучного пюре та доведено необхідність удосконалення процесу виготовлення яблучного пюре та обладнання для його реалізації. Обґрунтовано актуальність проведення експериментальних досліджень стосовно визначення раціональних параметрів проведення стадії термічної обробки. Визначено раціональні параметри проведення процесу термообробки плодової сировини.

Плодоовочева промисловість – важливий сектор агропромислового комплексу. В останні роки особлива увага приділяється вдосконаленню технології виробництва, впровадженню більш продуктивного обладнання, розширенню асортименту переробленої сировини. Швидко розвивається виробництво різноманітних високоякісних продуктів дієтичного харчування, харчових концентратів, свіжоморожених фруктів і овочів, напівфабрикатів, консервованих продуктів [1].

У кондитерському виробництві в якості сировини застосовуються напівфабрикати, що готуються зі свіжих фруктів і ягід. Ці напівфабрикати виробляють підприємства кондитерської чи консервної промисловості. До основних фруктово-ягідних напівфабрикатів відносяться: пульпи різних плодів, фруктово-ягідне пюре та ін. [2].

Фруктово-ягідне пюре представляє собою протерту плодову м'якоть. Одним із найбільш поширених в кондитерській промисловості є яблучне пюре, яке в більшості фруктово-ягідних виробів є основною сировиною, а пюре інших видів вводяться, як правило, в якості смакових додавань [3].

Переробка фруктів є досить трудомістким процесом, вимагає зберігання та переробки, наявності спеціальних цехів та персоналу. З метою збереження вітамінного складу та вироблення якісного продукту виникає необхідність розробки та удосконалення обладнання для переробки плодової сировини, яке при цьому буде енергетично ефективним та екологічно безпечним. Для того, щоб інтенсифікувати розробку нового обладнання та удосконалити існуюче необхідно здійснити низку теоретичних та експериментальних досліджень, під час проведення яких будуть визначатися вплив сортових характеристик яблук та параметрів процесу бланшування на ефективність переробки продукту.

Під час виробництва продуктів харчування з яблук значна частина сировини, яка переробляється йде у відходи і здебільшого під час процесу протирання. Виходячи з цього, спосіб протирання відіграє суттєву роль в економіці промислового виробництва продуктів харчування яблук, оскільки вартість сировини складає 75% собівартості продуктів, що виробляються. Також слід звернути увагу на обладнання, що використовується для проведення процесу протирання.

Багато видів плодів і овочів перед консервуванням піддають попередній тепловій обробці [4].

На сьогоднішній день досліджено вплив температури та тривалості термічної обробки на структуруючу здатність яблучного пюре. Встановлено, що зміна режимів теплової обробки призводить до суттєвої зміни його структуруючої здатності. Тривалий вплив температури знижує здатність яблучного пюре до структурування за рахунок часткової деградації макромолекул пектину [5].

Залежно від виду плодів і ступеня їх зрілості тривалість і температуру теплової обробки підбираються індивідуально, так щоб м'якоть плодів розм'якшилася по всій глибині. При недостатній тепловій обробці утворюються значні відходи під час протирання.

При надмірній термічній обробці плоди сильно розварюються, відбувається глибокий розпад пектинових речовин. В результаті пюре виходить рідким, знижуються його желуючі властивості.

Інактивація ферментів під час термічної обробки запобігає окисленню дубильних речовин киснем повітря. Тому недостатня тепла обробка може викликати потемніння пюре при протиранні.

Крім того, під час теплової обробки плодів і ягід відбуваються видалення повітря з тканин і часткова карамелізація цукрів, що приводить до появи жовтуватого забарвлення у плодів зі світлою м'якоттю.

Розроблений комбінований спосіб виготовлення яблучного пюре складається з процесу термічної обробки плодів парою та їх подальшого механічного подрібнення.

Основним завданням під час проведення досліджень комбінованого процесу виготовлення яблучного пюре було визначення раціональної тривалості термічної обробки, оскільки тепла обробка яблук є одним із основних етапів у процесі отримання яблучного пюре. Сировину піддають термічній обробці, яку проводять у водяній парі, в гарячій воді, водних розчинах кислотних, лужних, сольових, гарячих тваринних або рослинних жирів, а також при контакті з поверхнею нагрівання, перед різанням, подрібненням і протиранням.

Для забезпечення бажаної глибини термічної обробки необхідно встановити раціональну тривалість обробки яблук парою або водою.

В ході досліджень встановлено залежність глибини термічної обробки яблук від тривалості обробки водою, парою, тиском. Одним із завдань досліджень було визначення раціональної тривалості термічної обробки яблук під час виробництва яблучного пюре. Бланшування яблук проводили у киплячій воді протягом 70...90 хв при атмосферному тиску та гарячій парі при температурі 115...125°C протягом 30 хв. Для об'єктивної оцінки ступеня розм'якшення структури яблук при термічній обробці було введено показник питомого зусилля проникнення. Цей показник характеризує зміни механічної міцності структури сировини під час переробки та дозволяє судити про її готовність до подальшої технологічної стадії (подрібнення). Процес зміни механічної міцності яблучної тканини можна розділити на два періоди. Перший

період характеризується порівняно інтенсивним зниженням механічної міцності тканини до готовності до подальшої технологічної стадії.

Для дослідження впливу термічної обробки на сировину було спроектовано та виготовлено експериментальну установку, яка представлена на рис. 1.

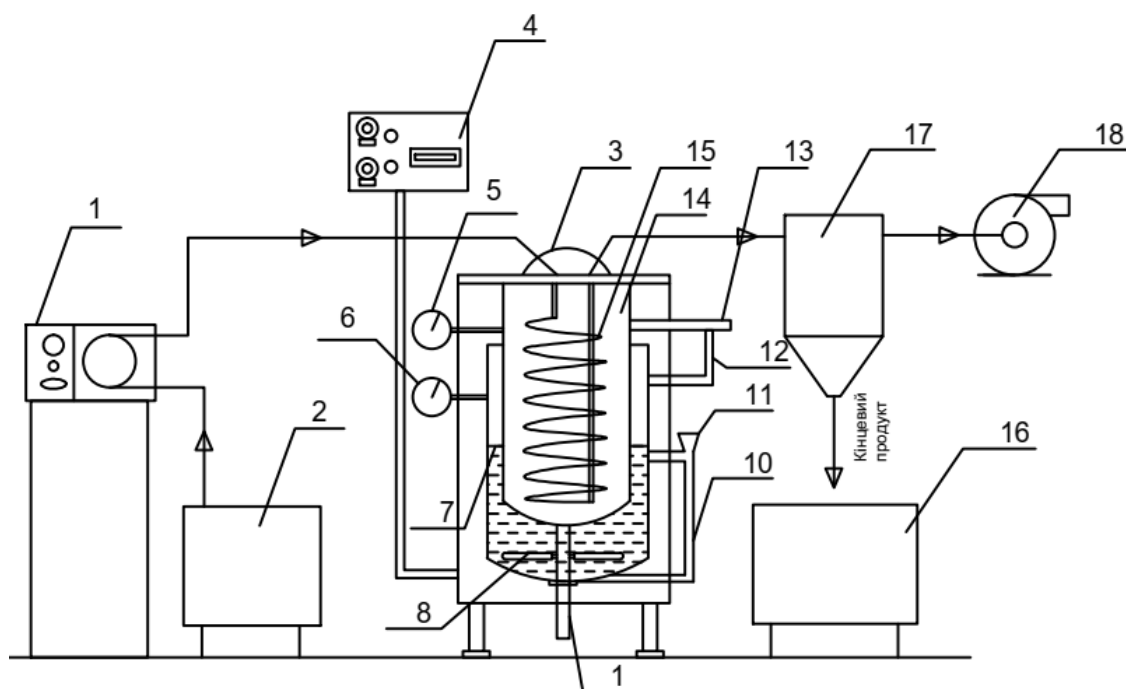


Рис. 1 – Експериментальна установка для отримання пюре: 1 – насос, 2 – термостатична ємність, 3 – випарний апарат, 4 – щит управління, 5 – манометр, 6 – електроконтактний-манометр, 7 – водопарова камера, 8 – електронагрівачі, 9 – вентиль, 10 – водовказівне скло, 11 – воронка, 12, 13 – вентилі, 14 – парова камера, 15 – мідний змійовик, 16 – приймальня ємність, 17 – паровідвод-дозатор, 18 – витяжний вентилятор

За експериментальними даними можна зробити висновок, що найменша втрата масової частки твердих речовин відбувається під час термічної обробки яблук гострою парою. Тому під час приготування яблучного пюре до наступного технологічного етапу раціонально використовувати метод термічної обробки парою протягом 20-25 хвилин.

Основними факторами були обрані надлишковий тиск пари та температура. Початковим параметром була питома сила проникнення індентора. Експерименти проводилися на різних сортах яблук з різним вмістом твердих речовин. Загальна технологічна вимога до пюрепродуктів, отриманих після подрібнення, полягає в тому, що яблучне пюре має бути однорідною масою, розмір окремих частинок якої не повинен перевищувати 0,5...2 мм. Подрібнення сировини здійснюється для надання їй певної форми та полегшення подальших процесів (протирання, гомогенізація, упаковка) після отримання пюрепродуктів.

За експериментальними даними, завдяки використанню термічної обробки пюре отримує високу якість. Відомо, що механічні властивості продуктів відіграють важливу роль у їх виробництві та споживанні, а також

характеризують міцність механічних зв'язків, що діють між окремими молекулами та їх ланками, що входять до складу структури. Тому характеристика структурно-механічних властивостей їжі та маси є одним із найважливіших та об'єктивних показників їх технологічних властивостей.

В результаті проведених досліджень встановлено найбільш раціональні параметри отримання концентрованих паст із масовою часткою твердих речовин 40...60%: тиск пари становить 0,3...0,4 МПа; тривалість обробки 200...260 с. Короткий час перебування пюре в випарнику дозволяє отримувати продукти з максимальним збереженням усіх корисних речовин, що містяться в сировині.

Під час проведення експериментальних досліджень отримано залежність питомої сили проникнення індентора до плоду яблук від надлишкового тиску пари та тривалості термічної обробки гарячою парою. Встановлено, що глибина термічної обробки яблук під час бланшування збільшується зі збільшенням тиску. Також встановлено, що різні сорти плодів і термін зберігання впливають на глибину термічної обробки поверхневого шару яблук. Визначені раціональні параметри проведення процесу термічної обробки під час виготовлення яблучного пюре.

Список літератури:

1. Lin D., Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2007. 6, 3, 60–75. doi:10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x.

2. Дейниченко Г.В., Дмитревський Д.В., Перекрест В.В. Дослідження процесу теплової обробки плодів під час виготовлення яблучного пюре. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання*. 2020. - Вип. 20, т. 1. – С. 133-142. Doi: <https://doi.org/10.31388/2078-0877-20-1-133-141>.

3. Siti Mazli M., Nur Aliaa A., Nor Hidayati H., Intan Shaidatul M., Wan Zuha W. Design and Development of an Apparatus for Grating and Peeling Fruits and Vegetables. *American Journal of Food Technology*. 2010. 5, 6. 385–393.

4. Терешкін О.Г., Горелков Д.В., Дмитревський Д.В. Теоретичне моделювання процесу термічної обробки овочів під час їх очищення. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2016. №1/1(27). С. 57–65.

5. Deinychenko G.V., Dmytrevskyi D.V., Zolotukhina I.V., Perekrst V.V., Guzenko V.V. Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2021. – Вип. 1 (33). – С. 89–98. DOI: 10.5281/zenodo.5036090.

УДК 65.015.11:664.849

НОВІТНЄ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПОРЕПОДІБНИХ КОНЦЕНТРАТІВ

Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц., Змєйов В.О., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Анотація. *Розроблено і обґрунтовано конструкцію комбінованого апарата та визначено основні режими його роботи. Апарат дозволяє знизити матеріальні витрати внаслідок усунення допоміжних і перевантажувальних операцій. Також застосування апарата дозволяє інтенсифікувати процес та підвищити продуктивність за рахунок переходу на безперервний режим роботи.*

Виробництво продуктів харчування для дітей різних вікових груп, а також продуктів функціонального призначення представляє окрему підгалузь, що відрізняється від виробництва звичайних продуктів специфічними вимогами до сировини, технології, обладнання, санітарно-протиепідемічного режиму, екологічному та хіміко-технологічному контролю. Останні роки в області гігієни і фізіології дитячого харчування створюються багатокомпонентні рецептури продуктів, збалансовані за хімічним складом.

У кондитерському виробництві в якості сировини застосовуються напівфабрикати, що готуються зі свіжих фруктів і ягід. Ці напівфабрикати виробляють підприємства кондитерської чи консервної промисловості. До основних фруктово-ягідних напівфабрикатів відносяться: начинки із різних плодів, фруктово-ягідне пюре та ін. [1].

Фруктово-ягідне пюре представляє собою протерту плодову м'якоть. Одним із найбільш поширених в кондитерській промисловості є яблучне пюре, яке в більшості фруктово-ягідних виробів є основною сировиною, а пюре інших видів вводяться, як правило, в якості смакових додавань [2].

Переробка плодів є досить трудомістким процесом, вимагає зберігання та переробки, наявності спеціальних цехів та персоналу. З метою збереження вітамінного складу та вироблення якісного продукту виникає необхідність розробки та удосконалення обладнання для переробки плодової сировини, яке при цьому буде енергетично ефективним та екологічно безпечним. Для того, щоб інтенсифікувати розробку нового обладнання та удосконалити існуюче необхідно здійснити низку теоретичних та експериментальних досліджень, під час проведення яких будуть визначатися вплив сортових характеристик яблук та параметрів процесу бланшування на ефективність переробки продукту.

Продукція із плодоовочевої сировини є швидкопсувним товаром, а отже, споживання її у свіжому вигляді протягом тривалого терміну, а також доставка її до місця збуту є досить непростою проблемою. Тому потрібно швидка і якісна переробка плодів та овочів.

Під час виробництва продуктів харчування з яблук значна частина сировини, яка переробляється йде у відходи і здебільшого під час процесу протирання. Виходячи з цього, спосіб протирання відіграє суттєву роль в економіці промислового виробництва продуктів харчування яблук, оскільки

вартість сировини складає 75% собівартості продуктів, що виробляються. Також слід звернути увагу на обладнання, що використовується для проведення процесу протирання.

Багато видів плодів і овочів перед консервуванням піддають попередній тепловій обробці [3].

На сьогоднішній день досліджено вплив температури та тривалості термічної обробки на структуруючу здатність яблучного пюре. Встановлено, що зміна режимів теплової обробки призводить до суттєвої зміни його структуруючої здатності. Тривалий вплив температури знижує здатність яблучного пюре до структурування за рахунок часткової деградації макромолекул пектину [4].

Залежно від виду плодів і ступеня їх зрілості тривалість і температуру теплової обробки підбираються індивідуально, так щоб м'якоть плодів розм'якшилася по всій глибині. При недостатній тепловій обробці утворюються значні відходи під час протирання.

При надмірній термічній обробці плоди сильно розварюються, відбувається глибокий розпад пектинових речовин. В результаті пюре виходить рідким, знижуються його желуючі властивості.

Крім того, під час теплової обробки плодів і ягід відбуваються видалення повітря з тканин і часткова карамелізація цукрів, що приводить до появи жовтуватого забарвлення у плодів зі світлою м'якоттю [5].

Розроблений комбінований метод переробки складається з процесу термічної обробки плодів паром та їх механічного подрібнення.

Основним завданням під час проведення досліджень комбінованого процесу переробки плодів було визначення раціональної тривалості термічної обробки. Теплова обробка яблук – один з основних етапів у процесі отримання яблучного пюре. Сировину піддають термічній обробці, яку проводять у водяній парі, в гарячій воді, водних розчинах кислотних, лужних, сольових, гарячих тваринних або рослинних жирів, а також при контакті з поверхнею нагрівання, перед різанням, подрібненням і протиранням [6].

Для забезпечення бажаної глибини термічної обробки необхідно встановити раціональну тривалість обробки яблук паром або водою [7].

На основі літературних даних та патентних досліджень встановлено, що найбільш перспективним напрямком виготовлення яблучного пюре є використання комбінованого впливу процесів попередньої обробки паром та механічного протирання продукту. Представлена комбінація процесів може бути реалізована за допомогою запропонованої конструкції апарата для виготовлення яблучного пюре. Розроблений комбінований спосіб виготовлення яблучного пюре складається з процесу термічної обробки плодів паром та їх подальшого механічного подрібнення.

Технічною задачею розробки є підвищення якості готового пюре за рахунок послідовного використання суміщених механізмів для подрібнення, протирання, уварювання, перемішування, введення необхідних додаткових компонентів і більш рівномірної обробки внаслідок використання раціональних конструкцій ножів, перфорованих витків шнека і ін. для переробки плодів,

зниження матеріальних і енергетичних ресурсів, підвищення продуктивності за рахунок переходу на безперервний режим роботи. Для реалізації запропонованого методу розроблено комбінований апарат для виробництва пюре (Рис. 1).

Комбінований апарат безперервної дії для виробництва пюре включає в себе завантажувальний бункер 2 з розміщеним в ньому транспортуючим шнеком 3, корпус 4, вентилі 1, порожнистий вал 5. В апараті міститься чотири камери, дві з них розташовані паралельно і дві камери розташовані послідовно.

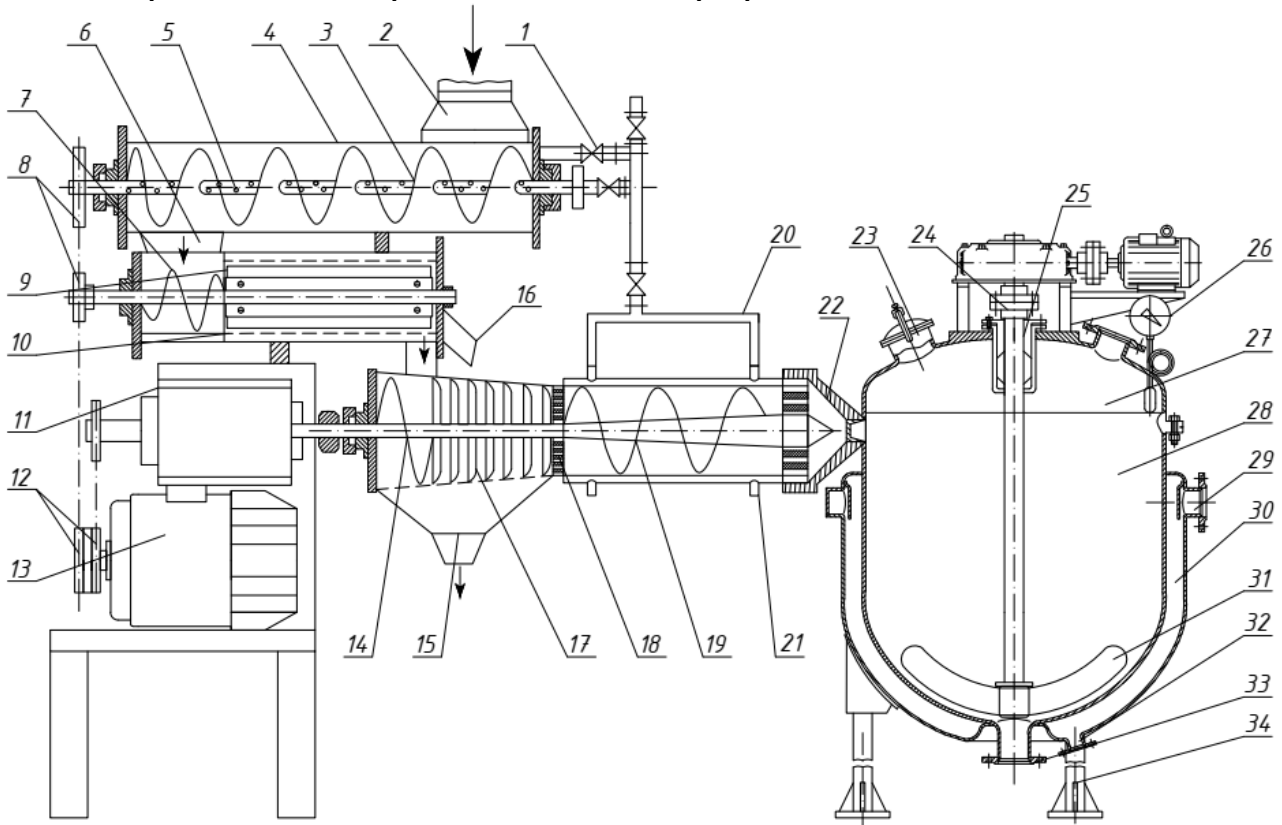


Рис. 1. – Схема комбінованого апарата для виробництва пюре:

- | | |
|-----------------------------|----|
| – вентиль, | 1 |
| – бункер загрузочний, | 2 |
| – шнек, | 3 |
| – корпус циліндричний, | 4 |
| – вал порожнистий, | 5 |
| – люк для вивантаження, | 6 |
| – шнек для подачі сировини, | 7 |
| – шків, | 8 |
| – лопаті, | 9 |
| – барабан перфорований, | 10 |
| – редуктор, | 11 |
| – ремені, | 12 |
| – електродвигун, | 13 |
| – шнек живильний, | 14 |
| – збірник соку, | 15 |
| – люк для відходів, | 16 |
| – ніж, | 17 |
| – решітка подрібнююча, | 18 |
| – шнек зі змінним кроком, | 19 |
| – паропровід, | 20 |
| – патрубок для конденсату, | 21 |
| – екструдер, | 22 |
| – люк, | 23 |
| – фрикційна передача, | 24 |
| – вал обертовий, | 25 |
| – барометр, | 26 |
| – кришка, | 27 |
| – робоча камера, | 28 |
| – патрубок для подачі пару, | 29 |
| – парова камера, | 30 |
| – якірна мішалка, | 31 |
| – збірник конденсату, | 32 |
| – шлюзовий затвор, | 33 |
| – стійка опорна | 34 |

Використання запропонованої конструкції апарата призначеної для харчової промисловості та ресторанного господарства надасть можливість підвищити якість процесу переробки сировини для виробництва пюре, інтенсифікувати технологічні процеси її переробки, заощадити матеріальні ресурси під час виготовлення самого апарата та знизити його енергоємність,

поліпшити умови праці персоналу.

Таким чином, використання запропонованого апарату для виробництва пюреподібних концентратів дозволяє отримувати продукцію заданого складу з введенням необхідних додаткових компонентів для їх подальшого використання під час виробництва кондитерських і хлібобулочних виробів. Зниження питомих енерговитрат на виробництво забезпечується послідовним використанням суміщених механізмів для подрібнення, протирання, уварювання, перемішування, введення необхідних додаткових компонентів. Рівномірна обробка продукту обумовлена використанням раціональної конструкції робочих органів апарату. Застосування апарату дозволяє знизити матеріальні витрати внаслідок усунення допоміжних і перевантажувальних операцій і підвищити продуктивність установки.

Список літератури:

1. Lin, D., Zhao, Y. (2007), “Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables“, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 6, 3, 60–75. DOI:10.1111/j.1541-4337.2007.00018.x.

2. Deynichenko, G., Dmytrevskiy, D., Chervonyi, V., Udovenko, O., Omelchenko, O., Melnik, O. (2017), “Modeling of the process of peeling Jerusalem artichoke in order to determine parameters for conducting production process“, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3, NO. 11 (87), pp. 52-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.86472.

3. Pereira, R., Vicente, A. (2009), “Environmental impact of novel thermal and non-thermal technologies in food processing“, *Food Research International*. 43, 7, – 1936–1943.

4. Siti Mazli, M., Nur Aliaa, A., Nor Hidayati, H., Intan Shaidatul, M., Wan Zuha, W. (2010), “Design and Development of an Apparatus for Grating and Peeling Fruits and Vegetables“, *American Journal of Food Technology*. 5, 6. 385–393.

5. Baselice, A., Colantuoni, F., Lass, D., Nardone, G., Stasi, A. (2017), “Trends in EU consumers’ attitude towards fresh-cut fruit and vegetables“, *Food Quality and Preference*, Vol. 59, pp. 87-96. DOI:10.1016/j.foodqual.2017.01.008.

6. Дейниченко Г.В., Дмитревський Д.В., Перекрест В.В. Дослідження процесу теплової обробки плодів під час виготовлення яблучного пюре. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання*. 2020. - Вип. 20, т. 1. – С. 133-142. Doi: <https://doi.org/10.31388/2078-0877-20-1-133-141>.

7. Cherevko O.I., Deinychenko G.V., Dmytrevskiy D.V., Guzenko V.V., Heier H.V., Tsvirkun L.O. Application of membrane technologies in modern conditions of juice production. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2020. – Вип. 2 (32). – С. 67–77. DOI: 10.5281/zenodo.4369743.

УДК 66.081.6:663.81

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕМБРАННИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ ХАРЧОВИХ РІДИН

Дейниченко Г.В., д-р. техн. наук, проф.,
Дмитревський Д.В., канд. техн. наук, доц.,
Мороз І.А., магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Анотація. Проаналізовано традиційні технології та обладнання, що застосовується для процесів обробки харчових рідин та визначені недоліки існуючих технологічних процесів. Наведені основні переваги впровадження мембранних технологій в процес. Обґрунтовано доцільність застосування ультрафільтраційних мембран для процесу освітлення яблучного соку.

Мембранні процеси дозволяють створювати енергоефективні технології концентрування соків і розширити асортимент продуктів. Застосуванням мікрофільтраційних і ультрафільтраційних процесів можна отримати продукти з регульованим мінеральним і вуглеводним складом. Одним з основних напрямків застосування мембран у виробництві соків є їх освітлення та концентрування. Освітлення соків здійснюється з метою руйнування колоїдної системи продукту, видалення високомолекулярних білкових, пектинових і поліфенольних речовин і мікроорганізмів. При цьому необхідною умовою є збереження біологічно активних і цінних компонентів – вітамінів, цукрів, кислот, мінеральних і ароматичних речовин, [1].

Концентрований сік отримується під час переробки соку прямого віджимання. З цією метою сік прямого віджимання може концентруватися різними способами. Серед цих способів широке розповсюдження отримав мембранний спосіб концентрування. До складу концентрованих соків, як правило, додатково не додається ні цукор, ні інші речовини для підсолоджування.

Традиційні технології виробництва соків передбачають фільтрацію свіжовичавленого соку через пористі перегородки з втратою частини цінних речовин, а також введення консервантів і застосування теплової стерилізації для забезпечення необхідних термінів зберігання. Застосування даних технологій не гарантує повного видалення частинок плодової м'якоті і отримання кінцевого продукту з високим рівнем органолептичних показників та харчової цінності. Деякі способи освітлення і стабілізації фруктових соків засновані на внесенні до продукту сторонніх добавок, а саме – матеріалів, що освітлюють. Разом із цими матеріалами до складу соку часто переходить надмірна кількість мінеральних та інших речовин. Тривалість обробки соків відповідно до традиційної технології становить від 24 до 30 годин. Внаслідок такого тривалого контакту продукту з киснем повітря відбуваються втрати частини біологічної цінності компонентів соку. Очевидно, що таке явище негативно позначається на якості готової продукції [2].

Останнім часом широкого поширення набули мембранні методи

розділення сумішей. Ці технології відрізняються простотою, економічністю і ефективністю. Мембранна фільтрація забезпечує розділення різних компонентів в потоці за розміром і формою мікрочастинок. При поліпшенні фільтрації, поліпшується якість готового продукту і збільшується його вихід. Крім підвищення якості продукції, використання мембранних установок в складі технологічних ліній виробництва соків дає можливість поліпшення і економічних показників підприємств за рахунок спрощення складу ліній і зниження енергоємності процесів. Базуючись на проведеному аналізі літературних джерел, основними проблемами, що стримують широке застосування мембранних технологій у виробництві плодоовочевих соків, є досить висока вартість мембранних установок, зумовлена великою площею фільтрації, що компенсує зниження продуктивності через відкладання осаду (гель-шару) на поверхні мембран [3].

Для освітлення, стабілізації і концентрування соків та різних напоїв використовують процеси зворотного осмосу, ультрафільтрації, мікрофільтрації та електродіаліз. Мембранні процеси доцільно використовувати в ситуаціях, коли суміш, що розділяється містить лабільні речовини, які легко руйнуються. До таких сумішей відносяться найчастіше рідкі харчові середовища, такі як соки, екстракти, білкові розчини та інші. Розробка мембранних процесів розділення таких рідких середовищ дає можливість створювати принципово нові технологічні схеми і устаткування, для комплексної переробки плодової сировини. Використання сучасних мембранних апаратів дозволяє знизити забруднення навколишнього середовища за рахунок застосування безвідходних технологій, а також отримувати харчові продукти з новими функціональними властивостями і високою харчовою цінністю.

Для освітлення соків застосовуються як мікрофільтраційні, так і ультрафільтраційні мембрани. Підготовлений сік на фільтраційній установці поділяється на освітлений пермеат і ретентат з колоїдними речовинами і мікроорганізмами. Ретентат є концентратом, який утворюється під час фільтрації. Ретентат складається, головним чином, із затриманих частинок осаду і суспензії мікроорганізмів. Збільшення концентрації твердих речовин в ретентат призводить до зменшення його загального обсягу. Залежно від технології, яка використовується для переробки, вихід освітленого соку може досягати до 98%. З точки зору організації процесу мембранного освітлення соку, можуть бути реалізовані кілька варіантів його проведення.

Продуктивність мембранного апарата суттєво залежить від способу обробки плодово-ягідної сировини, а також від обробки первинного соку ферментами. Для того щоб отримати необхідні дані для розробки промислової системи проводиться оцінка основної технології та випробування для підбору раціональних умов фільтрації. На сьогоднішній день широке поширення під час виробництва освітлених концентрованих яблучних соків отримав процес ультрафільтрації. В даному випадку ультрафільтрація може замінити сепаратор, кізельгуровий і пластинчастий фільтрпресами. Крім цього, ультрафільтрація замінює обробку сировини освітлюючими речовинами. Застосування ультрафільтраційний обробки дозволяє видалити тверді частинки, а також

високомолекулярні компоненти, якими є крохмаль і білки. В сучасних умовах виробництва ультрафільтрація стала альтернативою, а в деяких випадках і заміною традиційного процесу освітлення, забезпечуючи при цьому більш високу рентабельність процесу і якість продукту. З метою зниження вмісту пектину перед ультрафільтрацією сік необхідно очистити ензимами. Ця технологія гарантує високий вихід продукту, оптимальну продуктивність і якість кінцевого продукту.

На відміну від мікрофільтраційної обробки ультрафільтрація соків усуває не тільки нерозчинні, але і розчинні речовини. До таких речовин відносяться пектин, крохмаль, білки, а також різні конденсовані форми поліфенолів. Освітлення соків ультрафільтрацією знаходить широке застосування в промисловості для освітлення і стабілізації якості вишневого, яблучного, виноградного, лимонного, апельсинового і інших соків. Відомо, що під час ультрафільтрації з яблучного соку видаляється приблизно 19...32% пектинових, 9,5...18,4% білкових з'єднань, 38,5...45% колоїдів. Видалення з яблучного соку високомолекулярних речовин в зазначеному обсязі дозволяє отримувати освітлений сік з високими харчовими якостями і органолептичними показниками. До переваг застосування ультрафільтрації для освітлення плодово-ягідних соків можна віднести високу якість очищеного соку, особливо за показниками кольору, прозорості і смаку. Крім цього, перевагою є високе вилучення соку, що становить приблизно 98...99%. Обробка ензимів під час ультрафільтрації може бути автоматизована, а витрати знижені до 25% у порівнянні із традиційними способами. Слід також зазначити, що додаткові обробки желатином, бентонітом і кізельгуром можуть бути виключені. Крім вищезазначених переваг ультрафільтрація має низькі виробничі затрати, а також характеризується гігієнічністю конструкції. Після ультрафільтрації соку залишається деяка кількість осаду, що містить вичавки і частину соку, але їх вміст дуже незначний порівняно з тією кількістю, яку отримуються під час класичного процесу обробки. Наприклад, на 1 т соку за класичного способу освітлення утворюється 0,468 м³ осаду, а під час ультрафільтраційного освітлення ця кількість становить лише 0,025 м³. Зіставивши показники якості готової продукції, отриманої під час ультрафільтрація та традиційної обробці, можна стверджувати, що при ультрафільтрації вміст корисних речовин в освітленому соку підвищується в середньому на 10%. Прозорість соку після освітлення збільшується більш ніж в 10 разів. Мінеральний склад соку, який були освітлено за допомогою мембранного методу стає багатшим порівняно із соком, виготовленим за традиційною технологією. Важливим показником ультрафільтраційного освітлення є те, що мембрани, затримуючи колоїди, пропускають багато цінних компонентів соку. До таких компонентів належать цукри, розчинні вітаміни, амінокислоти, органічні кислоти, а також мінеральні речовини. В результаті харчова і біологічна цінність соку не знижується. Під час проведення процесу освітлення встановлено, що мембранна ультрафільтрація практично не змінює кількісного вмісту спирту, мінеральних речовин, цукру, летючих кислот, а також кислотність середовища. Під час процесу знижується вміст фенольних і азотистих речовин, що призводить до стабільності продукту

до білкових, оборотних і необоротних колоїдних помутнінь.

На теперішній час були проведені дослідження залежності ступеня освітлення яблучного соку на ультрафільтраційних мембранних установках від діаметра пір мембран. Згідно з експериментальними даними, мембрани з діаметром пор 0,025-0,045 мкм забезпечують високу ступінь видалення колоїдних речовин при збереженні в соку вихідних кількостей цукрів, вітамінів та інших цінних розчинних речовин. Мембрани з великим діаметром пор не дозволяють отримувати необхідну ступінь освітлення. Мембрани з більш дрібними порами мають низькою пропускну здатністю. Проведені дослідження доводять, що ультрафільтрація є економічно ефективним способом освітлення, який має суттєві переваги перед традиційними процесами освітлення. Однак слід зазначити, що соки повинні піддаватися попередній обробці. Дослідження по визначенню впливу попередньої підготовки соку на швидкість і фільтруючу здатність ультрафільтраційних установок при обробці яблучного соку показали, що найбільш ефективна обробка ферментами з подальшою сепарацією. Застосування додаткового освітлення яблучного соку желатином і кізельземом перед ультрафільтрацією показало низьку ефективність. Залежно від типу ультрафільтраційної установки, яблучний сік часто перед ультрафільтрацією обробляють ферментами і сепарують або фільтрують.

Встановлено, що ультрафільтраційні мембранні установки затримують колоїди, пропускаючи при цьому всі цінні компоненти соку, такі як цукри, мінерали, органічні кислоти, розчинні вітаміни та амінокислоти. В результаті використання ультрафільтраційних апаратів вихід продукту зростає, харчова та біологічна цінність освітлених соків не зменшується, покращується якість кінцевого продукту, що дає змогу отримувати харчові продукти з новими функціональними властивостями і високою харчовою цінністю.

Список літератури:

1. Bagci, P.O., “Effective clarification of pomegranate juice: a comparative study of pretreatment methods and their influence on ultrafiltration flux”, *Journal of Food Engineering*. 2014. Vol. 141, pp. 58-64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.05.009>.

2. Дейниченко Г.В., Дмитревський Д.В., Перекрест В.В. Дослідження процесу теплової обробки плодів під час виготовлення яблучного пюре // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев.- Мелітополь: ТДАТУ, 2020. - Вип. 20, т. 1. – С. 133-142. Doi: 10.31388/2078-0877-20-1-133-141.

3. Cherevko O., Deinychenko G., Dmytrevskyi D., Guzenko V., Heiier H., Tsvirkun L. Application of membrane technologies in modern conditions of juice production. Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2020. – Вип. 2 (32). – С. 67-77. Doi: 10.5281/zenodo.4369743.

Секція 8

**ЕКОНОМІЧНЕ
ОБґРУНТУВАННЯ
ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ В
АПВ**

УДК 631.3;658:330.322;338.2; 620.92

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-МАШИНА» ПРИ БАЛАНСУВАННІ РОТОРНИХ ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КОМБАЙНІВ

Обихвост Д.О., студент, Кісь О.В., студент, Ляшенко С.О., д.т.н., професор

Державний біотехнологічний університет

В тезах розглянуто застосування науково-технічних розробок у системі обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки за допомогою віброакустичної безрозбірної діагностики та балансування. Запропоновано втілення економічного обґрунтування застосування технічних та інженерно-психологічних розробок від балансування роторних обертаючих вузлів сільськогосподарських комбайнів.

Ефективність від впровадження заходів та засобів у сільськогосподарському виробництві буває економічного, соціального та соціально-економічного характеру. Економічна ефективність від підвищення ефективності системи «людина-машина» може визначатися і за рахунок покращення умов праці на робочому місці операторів сільськогосподарських комбайнів [1, 2]. Розрахунки економічної ефективності нових розробок по обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки (в тому числі і інженерно-психологічних) базуються, в основному на вартісному виміру витрат. Розрахунки інженерно-психологічного проектування базуються на методиках по оцінці ефекту від впровадження нової техніки, приладів, технологій, та умов праці в «людино-машинній» системі [1, 2].

Новий підхід по визначення технічного стану молотильного барабану, що базується на застосуванні віброакустичного безрозбірного методу за допомогою приладу по визначенню величини та місця дисбалансу, дає можливість зменшити трудоемкість операцій по діагностуванню, балансуванню, а також зменшити шум та вібрацію в кабіні операторів сільськогосподарських комбайнів, що в свою чергу покращує умови праці і відноситься до розробок інженерно-психологічного характеру. Відповідно, враховуючи особливості запропонованих заходів та засобів, що дають можливість підвищити ефективність роботи «людино-машинної» системи, необхідно розглянути і підходи по визначення економічного ефекту з різних боків.

В цілому, при визначенні ефективності, чистий економічний ефект визначається як різниця між економічним результатом при впровадженні заходів та засобів (з розрахунку на рік) і витратами на їх здійснення. Цей показник використовується для обґрунтування проектних рішень, або об'єктів, коли порівнювані варіанти неоднакові за своїми соціальними та економічними результатами, а засоби (капіталовкладення) обмежені. В цьому випадку вибирають той варіант, який забезпечує максимальний чистий економічний ефект і який відображається наступним чином [1, 2, 3]

$$E_p = [Z_1 - Z_2] \cdot A_{1,2}, \text{ грн,} \quad (1)$$

де $Z_{1,2}$ - приведені затрати на одиницю продукції (роботи), які визначаються при застосуванні базових та запропонованих розробок, грн.; $A_{1,2}$ - річний об'єм виробництва продукції, отриманий при роботі з базовими варіантами розробок (A_1) та з запропонованими розробками у розрахунковому році (A_2).

Приведені затрати $Z_{1,2}$ можна відобразити у наступному вигляді [3, 4]

$$Z_{1,2} = C_{1,2} + E_n \cdot K_{1,2}, \text{ грн.} \quad (2)$$

де C_1, C_2 - собівартість одиниці продукції для базового та запропонованого варіанту, або собівартість заходів та засобів до та після впровадження розробок (роботи), грн.; $K_{1,2}$ - питомі капітальні вкладення, грн.; E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (0,15).

До розробок інженерно-психологічного проектування відносяться сучасні засоби, заходи, а також вплив умов праці психофізіологічного характеру, які використовуються для покращання функціонування системи «людина-машина». Для нашого випадку, в якості базового варіанту вибирається «людино-машинна» система, де розглядаються інженерні заходи щодо покращанню умов та безпеки праці в кабіні оператора та при діагностуванні і балансуванню роторних обертаючих барабанів навіть в експлуатаційних умовах. Величину річного економічного ефекту від втілення запропонованої розробки можна визначити з виразу [4, 5]

$$E_p = [C_1 + E_{n1} \cdot (Z_{pr} + K_1) + (C_{e1} + E_{n1} \cdot K_{e1})] - [(C_2 + E_{n2} \cdot K_2) + (C_{e2} + E_{n2} \cdot K_{e2})], \text{ грн.} \quad (3)$$

де C_{e1}, C_{e2} - річні експлуатаційні витрати системи «людина-машина» і вартість експлуатації системи (сюди входять собівартість виробничої операції базового і проектного варіантів, зменшення втрат робочого часу при роботі, тобто підвищення продуктивності праці і підвищення надійності системи); K_e, K_{e1} - капітальні вкладення споживача системи «людина-машина» до і після виконання цих-же робіт; Z_{pr} - загальні витрати на інженерно-психологічне проектування, грн.

Список літератури:

1. Махсма М.Б. Економіка праці та соціально-трудова відносини: Навч. пос. К.: Вид-во Європ. ун-ту, 2003. 256с.
2. Стецюк П.А., Гудзь Є.О. Фінансові проблеми розвитку аграрного виробництва. *Економіка АПК*. 2012. № 4. С.73-78.
3. Ляшенко С.О., Кунденко М.П., Кісь В.М., Фесенко А.М. Оцінка ефективності екологічних складових у системі управління охороною праці на цукрових заводах України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Том 8. № 2. С.102-108. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2023-2-14>.
4. Дідур К.М., Дмитрюк С.П. Економічна ефективність впровадження заходів з охорони праці. *Агросвіт*, 2020. № 5. С.43-49.
5. Ляшенко С.О., Кунік Є.Г., Єсіпов О.В., Бобловський О.Ю. Обґрунтування економічної ефективності від втілення заходів по покращанню умов праці в „людино-машинній” системі. *Вісник ХДТУСГ. „Механізація сільськогосподарського виробництва”*. Харків. Вип. 20, 2003. С.314-319.

УДК 631.1:691

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВІДХОДІВ В БУДІВЕЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

Бабан Т.О., к.е.н., доцент, Єльчищев О.В. студент

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджено можливості використання сільськогосподарських відходів при виробництві будівельних матеріалів. Визначено напрямки використання сільськогосподарських відходів для будівельної промисловості, визначено основні ефекти від використання сільськогосподарських відходів у виробництві будівельних матеріалів.

Швидка урбанізація розвинутих країн і труднощі з утилізацією сільськогосподарських відходів створили можливості для будівельної промисловості використовувати сільськогосподарські відходи. Широкий спектр сільськогосподарських відходів вже використовується з бетоном як заміник цементу та заповнювачів, а також як армуючі матеріали.

Попит на будівельні матеріали та їх вартість щодня зростають через дефіцит сировини. Тому заготівля природних ресурсів для виробництва будівельних матеріалів стає глобальною проблемою. Крім того, звичайні будівельні матеріали, такі як цемент, потребують великої кількості теплової та електричної енергії. Отже, під час виробництва це призводить до вищих витрат на будівництво. Ці спостереження свідчать про те, що необхідні додаткові науково-дослідницькі роботи для розробки більш стійких і екологічно чистих будівельних матеріалів без шкоди для якості будівлі.

Крім того, у країнах, що розвиваються, утилізація відходів, утворених такими культурами, як цукрова тростина, пшеничне лушпиння, кокосова шкаралупа та рисове лушпиння, є надзвичайно важливою. Наприклад, Індія виробляє понад 600 млн тон сільськогосподарських відходів на рік. Крім того, оскільки система землеробства стає більш інтенсивною, очікується, що сільськогосподарські відходи будуть утворюватися більше через збільшення сільськогосподарського виробництва.

Основними методами утилізації та поводження з сільськогосподарськими відходами є захоронення, спалювання та звичайне компостування. На жаль, усі ці методи мають значні негативні екологічні наслідки. Однак нові дослідницькі спроби показали, що сільськогосподарські відходи та їх побічні продукти можуть бути використані для розробки життєздатного рішення нещодавно виявлених проблем, частково або повністю.

Використання сільськогосподарських відходів у будівельній промисловості зменшує вплив на навколишнє середовище від розміщення відходів на звалищах, тим самим зменшуючи забруднення, спричинене звичайними будівельними матеріалами, такими як цемент. Відбулася часткова заміна піску у виробництві цементних блоків відходами сільськогосподарських культур, такими як шкаралупа арахісу, рисове лушпиння, рисова солома та кокосова шкаралупа.

Наприклад використання ячмінної соломи у виробництві цегли з властивостями, що сприяють розробці екологічно чистих та безпечних будівельних матеріалів, дає можливість покращити теплові характеристики матеріалу. Також це дає можливість будувати більш екологічні будівлі.

Використання сільськогосподарських відходів як будівельних матеріалів є прийнятним і може допомогти досягти цілей сталого розвитку, і в той же час зменшити забруднення та інші шкідливі наслідки.

Дослідження питань щодо використання сільськогосподарських відходів як будівельних матеріалів та їх застосування в будівництві розпочалось на початку 21 століття. За останні десять років інтерес науковців з усього світу до цього питання значно зріс.

Те, що сільськогосподарські відходи є економічними, загальнодоступними, економічно ефективними та все ж можливим будівельним матеріалом, мотивувало поточне дослідження.

Сільськогосподарські відходи використовуються в якості будівельного матеріалу для додаткових в'язучих матеріалів, як альтернатива переробленим заповнювачам та альтернативним будівельним матеріалам. Використання сільськогосподарських відходів у будівельній галузі різними способами сприяє екологічному та сталому розвитку.

Відходи, що утворюються в результаті первинної обробки деяких природних і сільськогосподарських продуктів, можуть бути важливою альтернативою екологічному виробництву бетону. Сільськогосподарські відходи можуть використовуватися як альтернатива у листах, цеглі, стійкому цементі, стінових панелях, цементних панелях, ДСП та ізоляційних панелях (рис. 1).



Рис. 1. Варіанти використання сільськогосподарських відходів як будівельних матеріалів

Використання золи сільськогосподарських відходів як наповнювача при виробництві бетону дає можливість зменшити витрати цементу; сприяє збільшенню міцності бетону; поліпшенню властивостей тепловиділення; підвищенню морозостійкості, водонепроникності, стійкості в різних агресивних середовищах.

Проблеми навколишнього середовища, такі як забруднення та споживання енергії, все більше привертають увагу громадськості в різних країнах в останні роки. Супровідне законодавство підштовхнуло будівельну індустрію до більшого акцентування на теплоізоляції. Розробка та впровадження ізоляційних матеріалів на біологічній основі може допомогти зменшити негативний вплив будівель на навколишнє середовище шляхом зниження кількості енергії, що використовується під час будівництва та експлуатації споруд.

Також сільськогосподарські відходи можуть використовуватись при виробництві ізоляційних будівельних матеріалів, застосування яких підвищує енергоефективність будівель. Теплоізоляція є одним із найважливіших способів зниження споживання енергії.

У сільському господарстві утилізація сільськогосподарських відходів у промисловості будівельних матеріалів допомагає зменшити викиди від зберігання або спалювання відходів, уникаючи надмірного накопичення відходів на санітарних звалищах і покращуючи якість навколишнього середовища.

Крім того, ряд відходів у вигляді порошку легко поєднуються з повітрям і забруднюють атмосферу. Якщо відходи скидають поблизу сільськогосподарських угідь, це може мати вплив на орні землі. Таким чином, необхідно належним чином утилізувати або повторно використовувати відходи, оскільки невиконання цього ставить під загрозу природне середовище та здоров'я людей.

Одним з найпопулярніших будівельних матеріалів є бетон. Тому переробка відходів у бетон була б більш екологічною стратегією. Бетон може використовувати різні відходи як природні заміники заповнювачів, включаючи пластик, гуму, перероблений заповнювач бетону, скло, золу та шлак. Крім того, на думку більшості дослідників, додавання відходів дає композити з кращими характеристиками міцності за нижчою ціною. Крім того, питання поводження з відходами можна вирішити, зменшивши кількість відходів, які потрапляють на звалища, тим самим зберігаючи довкілля.

Сталий розвиток повинен мати особливе значення, оскільки населення планети зростає, і бетонна промисловість повинна сприяти цьому розвитку. Утилізація побічних продуктів і сільськогосподарських відходів у бетоні є одним із підходів.

Список літератури:

1. Богінська Л. О. Аналіз використання відходів виробництв у будівництві. Нові технології в будівництві : журнал. - Київ : НУБіП України, 2021. - № 39. - С. 39-45. <http://repo.snau.edu.ua:8080/xmlui/handle/123456789/9019>
2. Vitali, F.; Parmigiani, S.; Vaccari, M.; Collivignarelli, C. Agricultural Waste as Household Fuel: Techno-Economic Assessment of a New Rice-Husk Cookstove for Developing Countries. *Waste Manag.* 2013, 33, 2762–2770.
3. Viruthagiri, G.; Sathiya Priya, S.; Shanmugam, N.; Balaji, A.; Balamurugan, K.; Gopinathan, E. Spectroscopic Investigation on the Production of Clay Bricks with SCBA Waste. *Spectrochim. Acta A Mol. Biomol. Spectrosc.* 2015, 149, 468–475.

4. Tangchirapat, W.; Saeting, T.; Jaturapitakkul, C.; Kiattikomol, K.; Siripanichgorn, A. Use of Waste Ash from Palm Oil Industry in Concrete. *Waste Manag.* 2007, 27, 81–88.
5. Nakkeeran Ganasen, Alireza Bahrami, Krishnaraj Loganathan. A Scientometric Analysis Review on Agricultural Wastes Used as Building Materials. *Buildings.* 2023, 13(2), 426; <https://doi.org/10.3390/buildings13020426>
6. Mezher, T. Building Future Sustainable Cities: The Need for a New Mindset. *Constr. Innov.* 2011, 11, 136–141.
7. Cardoen, D.; Joshi, P.; Diels, L.; Sarma, P.M.; Pant, D. Agriculture Biomass in India: Part 1. Estimation and Characterization. *Resour. Conserv. Recycl.* 2015, 102, 39–48.

КЛЮЧОВІ ІННОВАЦІЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

**Пересада М. О., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

У роботі визначено ключові інновації у сільському господарстві та особливості впровадження інновацій в аграрному секторі.

Сільське господарство завжди було одним із найважливіших секторів світової економіки. За останні роки з розвитком технологій галузь зазнала значних змін. Так, інновації допомогли підвищити врожайність, зменшити кількість відходів і покращити екологічність вирощування.

Впровадження інновацій в аграрному секторі має ряд особливостей:

1) інновації пов'язані переважно з новими породами тварин, з новими сортами рослин, новими технологіями, новою технікою, які, зазвичай, змінюють властивості одержуваного продукту, але не ведуть до його нового виду;

2) найчастіше потрібна адаптація нововведення до конкретних агрокліматичних та технологічних особливостей діяльності кожного окремого регіону або аграрного підприємства, а також нерідко потрібна адаптація форм та методів передачі нових знань сільськогосподарським товаровиробникам відповідно до їх рівня підготовленості та світогляду [1, с.170];

3) інновації означають перше використання нововведення на підприємстві незалежно від того, чи застосовувалося воно десь раніше і чи є воно нововведенням для інших підприємств, тобто мінімальною ознакою інновації є вимога того, щоб продукт, процес, метод маркетингу чи організації був новим (чи значно покращеним) для практики конкретного підприємства. Це включає в категорію інновацій продукти, процеси та методи, які підприємства створили першими, та (або) запозичені від інших підприємств;

4) сільське господарство належить до галузей, які за своєю природою мають низьку інноваційну активність. У цій галузі продуктові інновації не є ключовим фактором успіху для бізнесу, а технології та обладнання закуповуються у провідних виробників (найчастіше іноземних) [2, с.79].

Контрольоване сільське господарство або Controlled Environment Agriculture (CEA) – це спосіб вирощування їжі у повністю регульованому середовищі. Усі потреби рослин задовольняють штучно за допомогою гідропонних, аквапонних та аеропонних методів. Ця технологія також відома як «indoor farming» або «внутрішнє землеробство». CEA відрізняється від звичайного тепличного землеробства тим, що для вирощування рослин використовують герметичні кімнати зі штучним освітленням та повністю автоматизованим контролем над мікрокліматом. Натомість у теплицях зазвичай покладаються на природне освітлення та подають повітря ззовні через вентиляцію. Сьогодні методом внутрішнього землеробства вирощують переважно салати, зелень, помідори, ягоди та квіти. Досить часто рослини розміщують у спеціальних вертикальних стелажах, які навіть не потребують

грунту – вони або гідропонні, або аеропонні.

Precision agriculture або точне землеробство – це інноваційний підхід до сільського господарства, який використовує технології для оптимізації вирощування с/г культур, а саме Big Data-аналіз, IoT-датчики, RTK та інші інструменти для моніторингу посівів і прийняття рішень на основі даних у реальному часі. Одні з найважливіших технологій, які використовуються для точного землеробства: географічна інформаційна система (ГІС); RTK або Real-Time Kinematic використовує супутники GPS (Global Positioning System); автоматизоване обладнання, наприклад, автономні трактори та дрони на дистанційному керуванні використовують для посіву, обприскування та збирання врожаю з високою точністю; інтернет речей (IoT) допомагає збирати дані про вологість ґрунту, температуру та рівень поживних речовин, а також контролювати стан рослин; алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати великі обсяги даних, зібраних IoT-датчиками щодо стану погоди, ґрунту, рослин, щоб передбачити потенційну врожайність культур і надати рекомендації щодо посадки, зрошення, удобрення та боротьби зі шкідниками.

Біотехнологія – це набір інструментів, які змінюють живі організми або їхні частини для отримання бажаних характеристик. Цей метод широко використовується в сільському господарстві для покращення росту рослин, врожайності, підвищення стійкості до шкідників і хвороб тощо. Біотехнологія призвела до розробки нових і вдосконалених сільськогосподарських продуктів. Саме інновації у галузі біотехнологій є одним із ключових інструментів для боротьби зі зміною клімату, а саме аномальними засухами та повеннями [3, с.165].

Надлишковий перекіс у бік закупівлі готового обладнання та технологій за кордоном на шкоду впровадженню своїх нових розробок, абсолютне домінування найменш передових типів інноваційної поведінки характеризують українську інноваційну систему в аграрному секторі як орієнтовану на імітаційний характер. Таким чином, з погляду інноваційного режиму, що характеризує середовище, в якому функціонує аграрний сектор економіки, що дає уявлення про специфіку його інноваційної активності, є режим інерційного імпортоорієнтованого технологічного розвитку.

Список літератури:

1. Онегіна В.М., Антощенкова В.В., Кравченко Ю.М. Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств, які спеціалізуються на виробництві продукції тваринництва. Український журнал прикладної економіки. 2021. №4. С.164-170.

2. Батюк Л.А., Антощенкова В.В. Інноваційно-технологічні чинники глобального економічного розвитку. Науковий економічний журнал «Інтелект XXI», №1, Національний університет харчових технологій, ГО «Інститут проблем конкуренції», Видавничий дім «Гельветика», Київ, 2019. С.76-80.

3. 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 334.6

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК АГРАРНОГО СЕКТОРУ

Романашенко О.А., доц., Романашенко І.О. аспірантка

Державний біотехнологічний університет

Анотація. У роботі представлено дослідження аграрного сектору України, а саме сучасний стан екологічної та економічної складових. Також запропоновано шлях подолання суперечності між економічним зростанням і гарантуванням екологічної безпеки.

На жаль, протягом останніх років екологічна ситуація в Україні погіршилася настільки, що відтепер саме від неї залежатимуть як економічний стан господарюючих суб'єктів, так і продовольча безпека країни. Однією з найважливіших складових економічної безпеки аграрної галузі є забезпечення її екологічно-економічної складової на агропродовольчому ринку. Гарантування економічної безпеки аграрного виробництва не може бути відокремленим від екологічних основ виробничої сфери.

Якісний стан земельного фонду постійно погіршується. Саме тому дослідження екологічних та економічних механізмів розвитку аграрного сектору є актуальним.

Екологічно орієнтоване управління передбачає:

контроль за якістю навколишнього природного середовища як одним із пріоритетів розвитку аграрного сектору;

підтримку рівноваги внутрішнього та зовнішнього середовища;

ідентифікацію вимог нормативно-правових актів в екологічній сфері з метою планування життєвого циклу екологічно чистої продукції та послуг;

забезпечення відповідності виробничих процесів заданим екологічним стандартам;

задоволення економічних інтересів споживачів із мінімальним впливом на довкілля;

аналіз відхилень фактичних та стратегічних екоорієнтирів розвитку;

оцінювання ефективності екологічного управління за допомогою аудиту [1].

Екологічна складова в аграрному виробництві передбачає науково обґрунтований комплекс взаємопов'язаних агротехнічних, меліоративних, ґрунтозахисних та організаційно-економічних заходів, спрямованих на ефективне використання ґрунту, кліматичних ресурсів, біологічного потенціалу рослин з метою отримання стабільних врожаїв сільськогосподарських культур за умов підвищення родючості ґрунту й дотримання екологічної безпеки довкілля та вирощеної продукції [2].

Держава має сформулювати нові економічні умови ведення бізнесу, які сприятимуть комплексній екологізації та залученню інвестицій саме в екологічно орієнтовані стратегії. Для стимулювання цього процесу насамперед необхідно вжити заходів щодо:

удосконалення та наближення законодавства України про охорону навколишнього природного середовища до європейського;

підвищення стимулюючої функції зборів за забруднення та їх диференціація залежно від досягнутого рівня екологізації виробництва;

формування і використання екологічних фондів та інших джерел фінансування інноваційної діяльності природоохоронного спрямування;

створення організаційно-економічних умов в екології, виробництві екотехніки й екотехнологій, утилізації відходів;

внесення змін до Податкового кодексу України щодо надання додаткових стимулів для активізації екологічно орієнтованої інноваційної діяльності – звільнення від оподаткування частини коштів підприємств, котрі спрямовуються на впровадження ресурсо- й енергоефективних екологоорієнтованих заходів [1, 3].

Екологічне сільське господарство визначається як система господарювання, де різко обмежується або вилучається використання штучних хімічних добрив, хімічних засобів захисту і регулювання розвитку рослин, хімічних кормових додатків і стимуляторів росту худоби. Воно повинно базуватися здебільшого на використанні біологічних прийомів і методів ефективного господарювання. Екологічне сільське господарство засноване на підтриманні родючості ґрунтів, збереженні генетичної різноманітності [5].

З економічної точки зору сільськогосподарське виробництво є одним з найбільш ризикованих видів господарської діяльності. На його результати впливає багато чинників: природнокліматичні умови, забезпечення сільгоспвиробників необхідними фінансовими та матеріальними ресурсами, коливання цін на сільгосппродукцію та інше. Але аграрний сектор є одним з найбільш важливих секторів економіки України [5].

Подолати суперечності між економічним зростанням і гарантуванням екологічної безпеки можливо шляхом створення і впровадження екологічних інновацій. Останні забезпечують раціональне, більш економне використання залучених до виробництва природних ресурсів, ефективні методи їх відтворення та зменшення шкідливих викидів у навколишнє природне середовище. Екологічні інновації тісно пов'язані з технологічними і часом розглядаються як їх різновид. Тому їх впровадження сприятиме підвищенню ефективності виробництва, удосконаленню його екологічного рівня, покращенню умов життєдіяльності людини і стане підґрунтям для екологізації інноваційного розвитку.

Виділяють такі концепції екологізації інноваційної діяльності:

ліквідування наслідків екодеструктивного впливу процесів виробництва та споживання, що розвиваються паралельно із попитом на засоби захисту довкілля від руйнівних процесів. Передбачає застосування природоохоронних засобів для компенсації екологічної недосконалості наявних виробничих технологій і споживчих товарів.

екологічного вдосконалення технологій виробництва без зміни структури вироблених видів продукції.

зниження матеріало- й енергоємності виробництва та споживання, котра ґрунтується на скороченні витрат завдяки економії матеріальних й енергетичних ресурсів (у тому числі при застосуванні безвідходних технологій) у наявних умовах.

екологізації усіх етапів еколого-економічного циклу інновацій, що характеризується виробництвом та споживанням товарів і послуг, які змінюють спосіб життя, базується на заміні екологічно несприятливих товарів та послуг їх більш екологічними еквівалентами [1].

Сучасна екологічна спрямованість розвитку аграрної сфери економіки може ефективно виявлятися через економічну мотивацію сільськогосподарського виробництва, введення нових аспектів, які будуть цікавими та перспективними для аграрного бізнесу та соціальну значимість і відповідальність агровиробника. При цьому пріоритетною має бути екологічна модернізація аграрного господарювання. Важливе місце в системі удосконалення екологічних показників аграрного виробництва посідає впровадження сучасних принципів і методів еколого-економічного управління.

Слід зазначити, що в сучасній системі стимулювання екологізації інноваційної діяльності сільськогосподарського виробництва, фактично не функціонує механізм кредитування інноваційних природоохоронних заходів, пільгового оподаткування та цінового заохочення екологоконструктивної діяльності із застосуванням екологічних інновацій. Не набули необхідного розвитку механізми субсидування екологічної інфраструктури, «зеленої» індустрії, національного ринку екологічних послуг тощо, а саме екологічний аудит та екологічне страхування. Варто зазначити, що економічний механізм екологізації інноваційної діяльності, як будь-який інший у сфері господарювання, можливо поліпшити шляхом внесення змін у конкретні форми виробничих відносин. Тобто, необхідно вдосконалювати притаманний цьому механізму інструментарій – форми та методи стимулювання раціонального природокористування.

Отже, значною проблемою, яка сьогодні гальмує розвиток аграрного сектору країни, є екологічне вдосконалення економічної діяльності, тобто модернізація системи екологічної безпеки, що передбачає дотримання екологічної рівноваги між споживанням природних ресурсів аграрним сектором та можливістю природного середовища щодо їх відновлення. Ключова роль в реалізації цього процесу належить єдиній послідовній державній політиці, в основі якої лежать запровадження та реалізація принципів раціонального природокористування з мінімізацією негативного впливу на екологічні об'єкти під час здійснення антропогенної діяльності.

Список літератури:

1. Хвесик М.А., Степаненко А.В., Обиход Г.О. Екологічна модернізація у системі природно-техногенної та екологічної безпеки. К.: Державна установа «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку Національної академії наук України». 2016. 455 с.

2. Гайдуцький А.П. Інвестиційна привабливість аграрного сектора економіки України на міжнародному ринку капіталу. Автореф. дис. канд. екон.наук. 2005. Київ: 22 с.
3. Національна парадигма сталого розвитку України: за заг. ред. акад. НАН України, д.т.н., проф., заслуженого діяча науки і техніки України Б. Є. Патона. Вид. 2-ге, перероб. і допов. Київ : ІЕПСР НАНУ. 2016. 72 с.
4. Статівка А. Сільське господарство України та його інтеграція в міжнародні сільськогосподарській торговельні організації: проблемні питання. Право України 2003, № 4. С. 45-48.
5. Шубенко І.А. Кредитні ризики сільськогосподарських підприємств. Автореф. дис. канд. екон.наук. 2006. Київ: 21 с.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

**Пращерук М.П., здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський),
Онегіна В. М. д.е.н., проф.**

Державний біотехнологічний університет

У роботі досліджено основи соціально-економічного розвитку, як запорука сталого розвитку сільських територій.

Проблема сталого розвитку сільських територій була актуальною завжди. Село живе доти, поки в ньому живуть люди. Але ледве не щодня з українських сіл через різні обставини люди виїжджають. А отже, щороку в Україні зникають десятки сіл. Нерідко ці села досі можна знайти на карті, але фактично це пусті будинки, покинута інфраструктура та величезні зарослі. У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку. Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей сталого розвитку та 169 завдань. Україна, як і інші країни-члени ООН, приєдналася до глобального процесу забезпечення сталого розвитку. Починаючи з 2016 року триває широкомасштабний і всеохоплюючий процес адаптації ЦСР з урахуванням українського контексту. Результатом цієї роботи стала національна система ЦСР [1], яка складається із 86 завдань національного розвитку. Зокрема, сталий розвиток міст і громад (Ціль 11) передбачає: 11.1. Забезпечити доступність житла; 11.2. Забезпечити розвиток поселень і територій виключно на засадах комплексного планування та управління за участю громадськості; 11.3. Забезпечити збереження культурної і природної спадщини із залученням приватного сектору; 11.4. Забезпечити своєчасне оповіщення населення про надзвичайні ситуації з використанням інноваційних технологій; 11.5. Зменшити негативний вплив забруднюючих речовин, у т.ч. на довкілля міст, зокрема шляхом використання інноваційних технологій; 11.6. Забезпечити розробку і реалізацію стратегій місцевого розвитку, спрямованих на економічне зростання, створення робочих місць, розвиток туризму, рекреації, місцевої культури і виробництво місцевої продукції [2].

Усього в Україні, за даними Держкомстату [3], є 28 372 сільські населені пункти. Різною мірою протягом останніх років вирішувалися питання щодо збереження та розвитку сільських територій. Сьогодні проблеми, пов'язані із сільськими територіями, вирішуються не активно, тому є: безробіття, різка депопуляція сільського населення, бідність мешканців, скорочення чи повна відсутність соціальної інфраструктури, скорочення житлового фонду та ін.

Останніми роками у сільській місцевості триває процес скорочення як населення, а й самих населених пунктів [4]. Часто це пов'язано з переїздом працездатного населення до міст. Станом на початок листопада 2023 року в Україні існує 542 «мертві» села, де офіційно немає жодного зареєстрованого жителя. В тому числі 79 сіл в Полтавській області, 73 села в Сумській області, 53 села в Чернігівській області, 48 сіл в Кіровоградській області, 40 сіл в

Дніпропетровській області, 36 сіл в Харківській області, 28 сіл в Житомирській області, 22 села в Черкаській області, 17 сіл в Миколаївській області, 16 сіл в Львівській області, по 15 сіл в Херсонській та Вінницькій області, 14 сіл Луганська та Донецька область, 13 сіл в Закарпатській області, 10 сіл в Одеській області, 8 сіл в Київській області, 7 сіл в Запорізькій області, 6 сіл в Івано-Франківській області, по 5 сіл в Волинській та Хмельницькій області а також в АР Крим, 4 села в Тернопільській, 2 села в Рівненській області.

Сталий розвиток сільських територій передбачає законодавче вирішення проблем соціального, економічного та екологічного характеру. Всі ці три аспекти тісно пов'язані і впливають один на одного [5, с.12;6, с.215]. Сталий розвиток сільських територій – це, перш за все, економічний розвиток, який може складатися як із сільськогосподарської функції, що сприяє стабільному розвитку району, так і цілісності контролю за виконанням програми зі сталого розвитку сільських територій. Інакше кажучи, сталий розвиток сільських територій – це процес динамічного нарощування потенціалу села, громади, регіону, що проявляється у підвищенні конкурентоспроможності і підвищенні рівня та умов життя населення. Зі зростанням рівня життя населення – покращуються якість життя, демографічна ситуація. Звільняються кошти на розвиток соціальної інфраструктури, підтримки культури, екології та ін. Така єдина концепція допоможе нашим селам набутти економічної незалежності, зміцнити свої позиції на загальнодержавному та зовнішньому ринку сільгоспвиробників, припинити відтік населення із сіл до міст, підвищити народжуваність, покращити житлові умови, оновити соціальний сектор. Умова одна – треба, щоб вона була не просто написана на папері, а й реалізовувалась на практиці. Перехід до сталого соціально-економічного розвитку має насамперед починатися на рівні державної влади. Особливу увагу мають чинники, пов'язані із загальною політичною, макроекономічною та соціальною стратегією держави.

Список літератури:

1. Указ президента України від 30 вересня 2019 року № 722/2019 "Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text>
2. Онегіна В.М., Антощенко В.В. Основи глобальної продовольчої безпеки. «Духовність особистості: методологія, теорія і практика». Volume 1 2022. С.140-149.
3. Офіційний веб-сайт Державна служба статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
4. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 року № 686-р. «Питання збору даних для моніторингу реалізації цілей сталого розвитку» <https://www.kmu.gov.ua/npas/pitannya-zboru-danih-dlya-monitorin-686r>
5. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.
6. Антощенко В.В. Складові та напрямки управління продовольчою безпекою. «Аграрні інновації» № 18, 2023. С. 212-219.

УДК 631.1:330.87:339.9

КОРПОРАТИВНА СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

**Дейнега М.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

У роботі визначено актуалізацію проблеми корпоративної соціальної відповідальності в аграрному секторі України.

В умовах нестійкості ринків та реструктуризації економіки необхідна диверсифікація гнучкого пристосування до зовнішніх умов, що змінюються, забезпечення стабільності в отриманні засобів існування для сільського населення, розвитку його підприємницької активності із залученням фінансових ресурсів агробізнесу. Соціальна роль та значення агробізнесу полягає в тому, що він може впливати на вирішення економічних проблем на місцях за рахунок забезпечення умов для активізації економічної діяльності населення, збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції суб'єктами агробізнесу та зростання податкових надходжень до місцевого бюджету [1, с.13]. Проникнення підприємницького капіталу у сферу невиробничої інфраструктури, у свою чергу, сприятиме створенню сприятливих умов у сфері житлово-комунального господарства, побутових послуг, дорожньо-транспортної мережі, системи телеінформаційних комунікацій, служби автосервісу та в галузях сфери соціальних послуг, соціального захисту населення [2, с.321; 3, с.28].

У Канаді застосовують податкові пільги з метою залучити дітей фермерів до роботи у сільському господарстві. Після смерті батьків частка в сімейному фермерському господарстві або сімейному фермерському партнерстві, переходить до дітей без необхідності довічної сплати податку на приріст ринкової вартості активів. Його оплата відкладається до того часу, коли спадкоємці будуть мати будь-яку іншу власність, крім сімейної, що дісталася у спадок. Інша пільга пов'язана з методом обчислення доходу для фермерів та рибалок: фермерам надається можливість регулювати розподіл доходів за роками, зменшувати або збільшувати суму, що залишилася в них розпорядження після сплати податку. В Австрії, крім вирахування з бази оподаткування обов'язкових виплат до фондів соціального страхування та соціального забезпечення, компанії можуть виключати з бази оподаткування встановлені суми спеціальних резервів для виплат працівникам вихідної допомоги та пенсій по старості. Резервний фонд для таких виплат має бути сформовано протягом 5 років з початку функціонування підприємства. З бази оподаткування виключається до 50% виплат, що мали місце. У Франції при наданні більшості доступних податкових стимулів перевага віддається інвестуванню в регіони і на підприємства, що занепали. У США застосовуються податкові пільги у рамках системи прискореного відшкодування вартості основного капіталу (амортизації), пільга на інвестиції, на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР). Діють податкові знижки, що стимулюють використання

альтернативних видів енергії: компаніям надається «податковий кредит» у розмірі 50% вартості обладнання, що використовує сонячну енергію чи енергію вітру під час виробничого процесу.

Для підтримки галузей добувної промисловості та збереження робочих місць використовується податкова пільга на розробку корисних копалин, що дозволяє знижувати податок на прибуток корпорацій, працюючих у цих галузях. Застосовувана пільга має зменшувати величини податку більш як 50%. Діють інші численні податкові пільги. Також різняться і межі відповідальності з погляду врахування інтересів зацікавлених сторін: в американській моделі соціальної відповідальності, бізнес має на меті прибутковість і відповідальність перед акціонерами, у той час як європейська відносить до КСВ додатково питання відповідальності перед працівниками та місцевими спільнотами [4, с.15].

Азія відрізняється від інших частин світу багатогранністю як в економічному, так і в культурному плані. Наразі Азія перебуває в стадії швидкого економічного зростання. Підвищення рівня життя є головною турботою азіатських політиків та бізнесменів, що різко контрастує з інтересами західних країн, де вся увага фокусується на підтримці вже наявного високого рівня життя незначної частини населення. Найближчими роками політичний вплив Китаю та Індії зросте настільки, що актуально говоритиме про те, як азіатське бачення корпоративної соціальної відповідальності може змінити чи доповнити вже існуючі світові визначення теорії корпоративної соціальної відповідальності. Отже, соціальна відповідальність бізнесмена це честь, совість і обов'язки бізнесмена дотримуватись тієї політики, приймати ті рішення або дотримуватись того способу дій, які доцільні в рамках цілей та цінностей нашого суспільства. Соціальна відповідальність агробізнесу це основа національної ідентичності, засіб гармонійного розвитку суспільства і визначальна складова в оцінці конкурентоспроможності підприємства.

Список літератури:

1. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності / Вчені записки : зб. наук. пр. / М-во освіти і науки України, Київ. нац. екон. ун-т ім. Вадима Гетьмана ; [редкол.: О. Яценко (голов. ред.) та ін.]. Київ : КНЕУ, 2023. Вип. 30. С. 6–14.

2. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Етика та комплаєнс компанії Астарта. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». 2023. С.321-324.

3. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Політика сталого розвитку і корпоративної соціальної відповідальності компанії Кернел. VII Міжнародна науково-практична конференція «УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ». Харків: Державний біотехнологічний університет, 2023. С.26-30.

4. Антощенко В. В., Дейнега М. В. Соціальна відповідальність українського агробізнесу в умовах війни. STUDIA SLOBOZHANICA. Матеріали всеукраїнської науково-методичної конференції «Слобожанський гуманітарій - 2023», 6 квітня 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 12-19.

УДК 330.46:338.24

МОЛОЧНЕ СКОТАРСТВО, ЯК СКЛАДНА БІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Шигимага С.Д. здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський),
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

У роботі обґрунтовано важливість молочного скотарства, як складної біотехнічної системи сільського господарства.

Аграрний сектор в економіці має стратегічне значення і забезпечує національну та продовольчу безпеку країни. Розвиток та реалізація прогресивних технологій, а також рівень технічного потенціалу безпосередньо впливають на ефективність сільськогосподарських організацій регіону та країни в цілому. Роль та значення технічного потенціалу особливо зростає на сучасному етапі, в умовах становлення інноваційної економіки та інтенсивного спрямування суспільства з соціально-економічного та стратегічного розвитку [1, с.31]. Необхідність вдосконалення оцінки технічного потенціалу та її на інноваційну складову економіки України у умовах глобалізації та загостренні конкуренції – є основною умовою сталого економічного зростання.

Кількість ВРХ в Україні станом на 1 січня становили 2307,1 тис. голів, що в 11 разів менше ніж в 1990 році [2]. В тому числі корів – 1352,8 тис. голів (що більш ніж в 6 разів менше порівняно з 1990 роком). Станом на 1 січня 2023 року в Україні 394,2 тис. гол корів утримувалося в 1440 с.г. підприємствах. З них 42,7% підприємств утримували 157,5 тис. гол. А 5,15 підприємств 974 одиниці утримували 119,6 тис. гол корів. Зауважимо, що 29% корів утримується в сільськогосподарських підприємствах. Виробництво молока в 2022 році становило 7767,7 тис. т., що в 3,2 рази менше порівняно з 1990 роком. При цьому господарствами населення виробляється 66% усього виробленого молока в Україні. При цьому в 1990 році найбільшими виробниками молока були сільськогосподарські підприємства – 75% загального обсягу виробленого молока. Середній річний удій молока від однієї корови з 1990 року в цілому по Україні зріс на 80% до 5119 кг, в тому числі у підприємствах у 2,3 рази до 6611 кг, та в господарствах населення на 73% до 4569 кг.

Таблиця 1

Групування підприємств за кількістю корів на 1 січня 2023 року

	Кількість суб'єктів		Кількість корів	
	од	у % до загальної кількості	тис. голів	у % до загальної кількості
Суб'єкти	1440	100,0	394,2	100,0
з них мали, голів				
до 50	403	28,0	8,3	2,1
50 – 99	209	14,5	15,7	4,0
100 – 499	614	42,7	157,5	40,0
500 – 999	140	9,7	93,1	23,6
більше 1000	74	5,1	119,6	30,3

Економічна ефективність є складним показником, що містить у собі безліч економічних законів, основним критерієм її є результативність. Ефективність є добрим показником розвитку, оскільки показує, у напрямі має вестися подальша стратегія дій [3, с.30]. Молочна галузь одна із найважливіших галузей тваринництва. Ця галузь не тільки забезпечує населення цінними продуктами харчування, такими як сир, сметана, сир, молоко, а й є постачальником сировини для багатьох галузей легкої промисловості. Оскільки молочне скотарство є однією з основних галузей сільського господарства, саме воно багато в чому задає рівень прогресу даної сфери в цілому. Для того щоб прогрес йшов і далі, необхідно постійно підвищувати ефективність виробництва. Вищим рівнем ефективності можна назвати такий стан галузі, у якому потреби всіх споживачів повністю задоволені.

Тобто, насправді, ефективність є результатом правильного застосування засобів праці. У разі найбільша ефективність галузі досягається при забезпеченні споживачів товаром при малих трудовитратах. Види та показники економічної ефективності виробництва молока діляться на два типи – натуральні та вартісні.

Натуральні показники є вихідними. Для додаткової зручності вихідні показники переводять у вартісні. Так як продукція молочної промисловості є товаром, то вартісні показники мають економічне значення, і саме від них залежить ціна на товари. Підвищити рівень економічної ефективності можна шляхом здійснення наступних заходів: збільшення зростання валової продукції; зниження витрат на виробництво та обслуговування; удосконалення системи збуту товару, що підвищує кількість каналів продажів. Варто пам'ятати, що саме сільське господарство забезпечує населення продовольчими товарами, а промисловості надає необхідну сировину. Тому підвищення економічної ефективності є важливим та відповідальним завданням [4, с.40].

Для початку необхідно виділити показники та різновиди ефективності при виробництві молока в економіці. Ними є: кількість виробленої продукції відповідно до трудовитрат; продуктивність тварин; витрати корму отримання молока; рентабельність виробничого процесу; кількість прибутку на одиницю витрат; трудомісткість процесу; прибуток та собівартість; термін окупності капіталовкладень.

Це основні показники, на які слід спиратися у разі підвищення ефективності. Щоб розрахувати вартісні показники виходячи з основних, слід поррахувати валовий, чистий дохід та загальний прибуток. При підвищенні ефективності виробництва молока враховуються її види та показники. Основний акцент робиться на зниження трудовитрат і капіталовкладень, раціональне використання продукції і на підвищення її якості [5, с.168]. Це головні джерела, які допоможуть збільшити виробництво та товарний обіг молочної продукції. Напрямами, в яких слід рухатися, щоб покращити виробничі показники, є такі як покращення та оновлення технічної наукової бази, покращення виробничого процесу, автоматизація систем та покращення трудової діяльності. Також слід приділити увагу прискоренню виробничого процесу, досягти якого можна шляхом заміни обладнання на нове, використання новітніх технологій виробництва, які дозволять отримати більш якісну молочну продукцію, а також

покращення стратегії управління всіма процесами. На підвищення ефективності впливають і зовнішні чинники, такі як підтримка та фінансування держави. За дотримання викладених і правил можна істотно поліпшити якість молочної продукції і на розвитку цієї галузі сільського господарства, оскільки галузь одна із ключових – розвивати її потрібно, це вплине багато інших виробничі сфери.

Організаційно-економічна взаємодія у ланці «агротехсервісне підприємство – сільськогосподарське підприємство, яке спеціалізується на виробництві продукції тваринництва», включаючи розгляд (сільськогосподарського підприємства) як елемент складної біотехнічної системи сільськогосподарського виробництва, схильної до впливу різноманітних факторів, у тому числі екстремального характеру. Саме системний підхід дозволяє розглянути внутрішні взаємозв'язки підсистем, що входять до біотехнічної системи – сільське господарство, у тому числі підсистем служб агротехсервісу для якісного управління технологічним процесом у виробництві молока, з найменшими втратами для економіки сільськогосподарських організацій (зовнішні та внутрішні підприємства служб агротехсервісу). Аналіз вітчизняного та світового досвіду розвитку галузі тваринництва показує, що від забезпеченості машинами, надійного їх функціонування, дотримання технологічних та зоогігієнічних параметрів залежать не тільки продуктивність тварин при оптимальних витратах кормів, енергії та робочого часу, а й збереження високої якості продукції, при забезпеченні мінімальних витрат на підтримку техніки у працездатному стані, а також створення сприятливих умов праці працівників.

Отже, дослідження сучасного стану галузі молочного скотарства, вироблення та обґрунтування основного напрямку, що підвищує ефективність функціонування системи виробництва молока на основі модернізації технічного обслуговування та ремонту обладнання та засобів механізації ферм та комплексів молочного скотарства, підтверджуються як важливі та актуальні.

Список літератури:

1. Антощенкова В. В. Сучасний стан молочного скотарства в Україні. Український журнал прикладної економіки. 2020. Том 5. №2. С. 25–32.
2. Офіційний веб-сайт Державна служба статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. Антощенкова В. В. Формування ринку молока на основі коопераційно-інтеграційних відносин. Економічний дискурс: міжнародний збірник наукових праць. м. Кам'янець-Подільський : ПДАТУ, 2016 Вип.2 С.29-35.
4. Антощенкова В.В., Кравченко О.М. Економічна ефективність виробництва та реалізації молока в Україні. Актуальні проблеми інноваційної економіки. Харків: ХНТУСГ №3 2016. С. 39-44.
5. Онегіна В. М., Антощенкова В. В., Кравченко Ю. М. Сучасний стан та перспективи інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств, які спеціалізуються на виробництві продукції тваринництва. Український журнал прикладної економіки. 2021. №4. С.164-170.

УДК 631.3;658:330.322;338.2

КРИТЕРІЇ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІД ВТІЛЕННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ САХАРОЗИ З БУРЯКОВОЇ СТРУЖКИ В ДИФУЗІЙНИХ АПАРАТАХ

**Семперович Т.О., студентка, Ждан Є.В., студент, Сметана А.Ю., студент,
Ляшенко С.О., д.т.н., професор**

Державний біотехнологічний університет

В тезах розглянуто застосування технологічних розробок у відділенні дифузії цукрового заводу. Розглянуто використання удосконалених процесів екстрагування сахарози в дифузійних апаратах по енергетичних показниках і визначення економічної ефективності від втілення запропонованих розробок. Економічна ефективність визначається по отриманим основним показникам цукрового виробництва.

Основними вимогами до удосконалення роботи відділення дифузії є удосконалення режимів роботи обладнання та створення ефективних виробничих умов для отримання максимального виходу дифузійного соку відповідної концентрації зі стружки, а також забезпечення роботи обладнання дифузійного відділення із заданою нормативною продуктивністю, при одночасному забезпеченню економічності процесу дифузії. При оцінці ефективності заходів необхідно користуватися сукупністю наступних груп показників: економічні показники, соціальні та соціально-економічні показники.

При оптимізації режимів роботи дифузійної установки економічний ефект досягається за рахунок підвищення продуктивності її роботи шляхом збільшенням вмісту цукру у соку та за рахунок зниження витрат енергії, пари.

Крім того, при розгляді цукрового виробництва, необхідно враховувати і особливості цього виробництва, такі, як сезонність робіт та умови та безпеку праці для такого типу виробництв [1].

Для вирішення цих проблем необхідно приділяти увагу питанням оптимізації процесу, що досягаються шляхом вибору найбільш простих та енергоефективних режимів роботи, які будуть забезпечувати найбільший вихід та якість продукції. Ці задачі можна досягти завдяки:

- розробки та втіленню критеріїв якості та енергоефективності при розробці та управлінню ТП цукрового виробництва;
- збалансованості технологічних потоків (ритм, продуктивність, мінімізація енерговитрат);

Метою розробок по оптимізації безпечних та ефективних режимів роботи відділень цукрового заводу є впровадження сучасних ефективних економічних підходів у системі управління технологічними процесами. Одним із найважливіших технологічним показником, що характеризує ефективність виробництва заводу, є коефіцієнт заводу [1, 2].

Даними для розрахунків є: кількість сировини прийнятої на завод (K_c), тис. т; зміст цукру в сировині (C_c), %; втрати сировини при зберіганні (K_{bc}), тис. т; цукристість стружки ($C_{c.стр}$), %; втрати цукру при транспортуванні та

зберіганні (П ц. т.з.), тис. т; втрати цукру при виробництві (П ц.в.), тис. т; втрати цукру в мелясі (П ц. м.), тис. т.; загальні втрати цукру (П ц.о.), тис. т; виробництво цукру (С), тис. т; час отримання соку (Т сок), діб.

Послідовність розрахунку техніко-економічних показників (втрати, вихід цукру, коефіцієнт заводу та коефіцієнт виробництва) здійснювались з виразів:

Цукор прийнятий на завод (С з) визначався з формули

$$C_z = K_c \cdot C_{ц} \quad (1)$$

Сировина, що перероблюється, визначалась наступним виразом

$$K_{пер} = K_c - K_{вс} \quad (2)$$

Цукор, що є в сировині для переробки, визначався з формули

$$C_{пер} = K_{пер} \cdot C_{ц.стр} \quad (3)$$

Загальні втрати цукру визначались з виразу

$$P_{ц.о.} = P_{ц.т.з.} + P_{ц.в.} + P_{м.м.} \quad (4)$$

Загальна кількість отриманого цукру (С) визначалась по даним продуктового відділення та звітним даним з наступного виразу

$$C = C_z - P_{ц.о.} \quad (5)$$

Вихід цукру (В ц., %) відносно сировини, визначалась

$$V_{ц} = \frac{C}{K_{пер}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

Коефіцієнт заводу (К зав) – відношення цукру, що отримали (С) до маси цукру, що поступив на переробку в сировині, і який визначається з виразу

$$K_{зав.} = \frac{C}{C_{пер}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

Коефіцієнт виробництва (К вир) – відношення цукру, що отримали (С) до маси цукру, що поступив на завод (С з) визначається з виразу

$$K_{вир} = \frac{C}{C_z} \cdot 100, \% \quad (8)$$

Розрахунки техніко-економічних показників, проведених по приведеним формулам, показали, що коефіцієнт заводу піднявся з 75,15% до 86,3 %. Відповідно, оптимізація режимів роботи дає можливість знизити енергозатрати, підвищити якість продукції та покращити умови праці.

Впровадження результатів по оптимізації режимів роботи обладнання по енергетичним та якісним показникам сировини на цукровому заводі становить 1081435 грн., а термін окупності складає 0,95 року [2, 3].

Список літератури:

1. Андрійчук В.Г. Агропромислові формування нового типу в контексті стратегії розвитку вітчизняного сільського господарства. *Економіка АПК*. №1. 2013. С. 3 - 15.
2. Ляшенко С.О., Кунденко М.П., Кісь В.М., Фесенко А.М. Оцінка ефективності екологічних складових у системі управління охороною праці на цукрових заводах України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*, 2023. Том 8. № 2. С.102-108.
3. Дідур К.М., Дмитрюк С.П. Економічна ефективність впровадження заходів з охорони праці. *Агросвіт*, 2020. № 5. С.43 - 49.

УДК 339.9:338.439.02:338/24(477)

ОСНОВИ ГЛОБАЛЬНОГО ПРОДОВОЛЬЧОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**Семперович І.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенко В. В. д.е.н., доц.**

Державний біотехнологічний університет

У роботі визначено основи глобального продовольчого забезпечення та місце України за результати діяльності країн у 2022 році.

Воєнні дії на території України, вкрай негативно вплинули на функціонування продовольчих систем. Було розірвано цілісні ланцюги постачання продукції сільського господарства та харчових продуктів (від первинного виробництва до реалізації продукції споживачеві), а також діяльності щодо створення доданої вартості в АПК, пов'язаної із виробництвом, переробкою, розподілом, споживанням й утилізацією харчових продуктів; на значній території зірвані посівні кампанії, що є особливо загрозливим, зважаючи на високі світові ціни на газ і, відповідно, мінеральні добрива. Наслідки призвели до виникнення серйозних загроз глобальній продовольчій безпеці, а саме: подальшого підвищення світових цін на продовольство; глобального стрибка інфляції, якою передусім буде вражено країни з малорозвиненою нестабільною економікою на Близькому Сході та у Північній Африці [1, с.142]. Духовна сила всього світу в битві за Україну має спільні прагнення забезпечення миру заради глобальної продовольчої безпеки та стабільності.

Глобальний індекс продовольчої безпеки був розроблений і побудований Economist Impact [2] і підтримується Corteva Agriscience [3]. GFSI 2022 – це 11-е видання індексу. Economist Impact щорічно оновлює модель, щоб відобразити щорічні зміни структурних факторів, що впливають на продовольчу безпеку. GFSI вимірює драйвери продовольчої безпеки в 113 країнах за факторами доступності, наявності, якості та безпеки, а також стану природних ресурсів та стійкості. Індекс агрегує 58 унікальних показників, що відображають економічну нерівність, доступність продовольства, умови довкілля, стан природних ресурсів. 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 (наявність) вимірює сільськогосподарське виробництво та можливості на фермах, ризик зриву постачання, національну спроможність розповсюджувати продовольство та дослідницькі зусилля для розширення сільськогосподарського виробництва [4, с.78]. Якість і безпека вимірює різноманітність і поживність середніх раціонів, а також безпечність харчових продуктів [5, с.296]. Стійкість і адаптація оцінює вразливість країни до впливу зміни клімату; його схильність до ризиків природних ресурсів; і як країна адаптується до цих ризиків. 11-й Глобальний індекс продовольчої безпеки показує погіршення світового продовольчого середовища третій рік, що загрожуює 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	Україна	57,9	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

Після швидкого зростання в перші кілька років свого заснування показники GFSI у всіх країнах досягли піку в 2019 році, а потім впали протягом останніх двох років на тлі пандемії COVID-19, конфліктів і мінливості клімату. Це падіння показників GFSI спостерігалось в усіх регіонах і країнах. Проте країни з високим рівнем доходу в Європі все ще лідирують у цьому індексі, як і десять років тому, посівши вісім з десяти найкращих місць, а Фінляндія посідає перше місце, набравши 83,7 бали зі 100 можливих. За підсумками 2022 року Україна посіла 71 місце серед 113 країн у Глобальному індексі 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.

Список літератури:

1. 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>.
2. The Global Food Security Index. URL: <https://impact.economist.com/sustainability/project/food-security-index/>
3. Corteva Agriscience оголошує цілі сталого розвитку на 2030 рік. Corteva Agriscience. URL: <https://www.corteva.com.ua/news-and-events/corteva-announces-sustainability-goals-for-2030.html>.
4. Батюк Л.А., Антощенкова В.В. Інноваційно-технологічні чинники глобального економічного розвитку. Науковий економічний журнал «Інтелект ХХІ», №1, Національний університет харчових технологій, ГО «Інститут проблем конкуренції», Видавничий дім «Гельветика», Київ, 2019. С.76-80.
5. Антощенкова В. Основні елементи ресурсного потенціалу сільськогосподарського підприємства як основа економічної та продовольчої безпеки. Економічний аналіз. 2020. Том 30. № 3. С. 291-298.

УДК 355/359-63: 338.054.23

АГРАРНИЙ СЕКТОР В УМОВАХ ВІЙНИ, ВИКЛИКИ І ВИСНОВКИ

Глянть Т.І., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

У роботі визначено виклики і можливості аграрного сектору, напрямки стратегічного ведення бізнесу в умовах війни.

Важко уявити щось більш жахливе, ніж війна. Тим не менш, відповідно до численних досліджень – війна може сприяти розвитку суспільства і бути певною мірою потужним рушієм розвитку. Багато винаходів, що стали реальними завдяки війні, ввійшли в масове виробництво і слугують мирним цілям і до цього часу. Соціальний прогрес, добробут, безпека та концепція відкритого суспільства, – все це народилося в горнилі страждань та випробувань, через яке проходило людство в часи війни. Інстинкт до боротьби може бути вродженим у природі людини, але війна – організоване насильство і приходиться з організованим суспільством [1]. Війна сформувала історію людства, його соціальні та політичні інститути, його цінності та ідеї.

З початком повномасштабної війни агробізнес України зазнав значних змін: частина сільськогосподарських земель перебуває під тимчасовою окупацією, на деяких територіях ведуться бойові дії, на певний період зупинялася робота земельних торгів, ускладнилася логістика, компанії зазнали збитків. Але незважаючи на це, агробізнес продовжує працювати, оптимізувавши свою роботу [2, с.323]. Нова реальність аграріїв в умовах війни така, що зміна бізнес-процесів та падіння цін на врожай, постійне блокування зернового коридору та відсутність ринків збуту, зростання собівартості вирощування основних культур, енергетична криза, брак коштів на утримання підприємств потребують нових підходів ведення бізнесу, пошуку додаткових та нових джерел фінансування. Особливо вразливим залишається сегмент дрібного та середнього фермера, який обмежений фінансовими ресурсами та на початку повномасштабного вторгнення РФ опинився майже на межі банкрутства. Разом з тим на ринку з'являються нові можливості для аграріїв – грантові програми, які потребують швидкої адаптації підприємств та нових знань для впровадження ефективних моделей ведення аграрного бізнесу.

Виділимо 4 основні напрямки стратегічного ведення бізнесу [3] на, які варто звернути увагу бізнесу під час війни. Перший пріоритет: **швидкість та відповідальність** – заснована на двох головних принципах – високій швидкості реакцій на будь-які виклики та відповідальності за ці рішення. Ефективний український бізнес в умовах війни – це адаптивність управління, уміння ставити перед собою нові завдання та цілі, швидко аналізувати фактори ризику та швидко приймати рішення. Другий пріоритет. **Мотивована команда співробітників та соціальна відповідальність**. Не всі компанії до кінця усвідомлюють, що саме людський капітал, а не гроші – основа ефективності бізнесу. Третій пріоритет. **Змінити критерії успіху** – створити запас міцності та надійну логістику. В

умовах воєнного часу варто оцінювати успішність роботи не за традиційними критеріями, скажімо, розміром прибутку, а за безперервністю виробництва та логістикою. Четвертий пріоритет. **Глобалізувати зусилля світової бізнес-спільноти для Перемоги.** Україна інтегрована у світову цивілізовану бізнес-спільноту і з перших днів повномасштабного вторгнення відчуває підтримку провідних світових компаній, які демонструють, що для справжніх бізнес-лідерів моральна позиція та загальнолюдські цінності – вищі за гроші.

Багато років український агропромисловий комплекс до повномасштабного вторгнення РФ посідав провідні позиції серед експортерів світу. У 2021 році 40 % від загального експорту України становила аграрна продукція. Повномасштабна війна стала справжнім випробуванням для аграріїв [4, с.29]. Вторгнення спричинило руйнування налагоджених роками процесів, логістичних ланцюгів. Багато посівних територій було заміновано, до частини немає доступу і зараз, знищено біологічні активи, техніку та склади. Утім хоробрість українських аграріїв не має меж, тож попри жахіття війни вони намагаються жити, а не виживати. Агробізнес налагоджує логістику та співпрацю з іноземним ринком, розширює свої виробництва на заході країни.

Для подолання найбільш значущих проблем аграрного сектору України в умовах війни та в післявоєнний період необхідно здійснити наступне: залучити висококваліфікований персонал в аграрний сектор: менеджерів, ІТ спеціалістів, науковців та вузькопрофільних аграрних спеціалістів; зменшити бюрократичні бар'єри для розвитку аграрних підприємств; підвищити якість безпечності продукції відповідно до вимог міжнародних стандартів, включаючи розробку заходів для підвищення якості продукції; розробити та впровадити комплекс заходів щодо створення нових робочих місць та розвитку соціальної інфраструктури сільських територій; адаптація виробництва аграрного сектору України до вимог Європейського Союзу; підтримка малого фермерства, сприяння роздрібним торговцям до внутрішньої заготівлі фруктів та овочів; технологічний розвиток та діджиталізація аграрного сектору.

Список літератури:

1. Антощенкова В. В., Глянь Т. І. Збалансований стійкий розвиток України в глобальному аспекті. Глобалізація та розвиток інноваційних систем: тенденції, виклики, перспективи: матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції, 3-4 листопада 2022 р. Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2022. С. 430-432.
2. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Етика та комплаєнс компанії Астарта. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Технічний прогрес в АПВ». 2023. С.321-324.
3. Агробізнес в умовах війни: курс на нові можливості.: Agravery.com Agravery.com.
4. Антощенкова В. В., Дейнега М. В. Політика сталого розвитку і корпоративної соціальної відповідальності компанії Кернел. VII Міжнародна науково-практична конференція «УПРАВЛІННЯ РОЗВИТКОМ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ». Харків: Державний біотехнологічний університет, 2023. С.26-30.

УДК 338.45

КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ МАШИНОБУДІВНОГО КОМПЛЕКСУ

Гойталюк Я.Ф здобувач рівня вищої освіти другий (магістерський),
Онегіна В. М. д.е.н., проф.

Державний біотехнологічний університет

У роботі подано аналіз акціонерного товариства «Харківський машинобудівний завод «СВІТЛО ШАХТАРЯ»» та шляхи підвищення конкурентоспроможності підприємств машинобудівного комплексу.

Сучасний стан національної економіки характеризується безперервним спадом обсягів виробництва та диспропорціями у розвитку промисловості. Основна увага, як і раніше, приділяється паливно-сировинним факторам і значно меншою мірою – машинобудуванню, що переживає сьогодні далеко не найкращі часи. В даний час поняття конкурентоспроможності активно використовується при аналізі теоретичної та практичної проблематики. При цьому, у ряді випадків, такий аналіз представляє значну цінність стосовно предметної області.

Акціонерне товариство «Харківський машинобудівний завод «СВІТЛО ШАХТАРЯ» [1], є одним з найстаріших машинобудівних підприємств, флагман вітчизняного вугільного конвеєробудування, що спеціалізується на виготовленні скребкових забійних конвеєрів, перевантажувачів і головних світильників за індивідуальними замовленнями шахт з урахуванням гірничо-геологічних умов роботи. В табл.1 подано основні відомості про компанію.

Таблиця 1

Основні відомості про юридичну особу

Повна назва	Акціонерне товариство «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «СВІТЛО ШАХТАРЯ»»
Назва англійською мовою	MINER'S LIGHT JSC
Адреса	Україна, 61001, Харківська область, місто Харків, вулиця Світло Шахтаря, будинок 4/6
Пошта	svet@shaht.kharkov.ua
Вебсайт	shaht.kharkov.ua
Дата заснування	25.07.1994
Директор	Дергоусов Вадим Миколайович
Статутний капітал	3 353 329 грн
Основний вид діяльності	28.92 Виробництво машин і устаткування для добувної промисловості та будівництва
Власники	АКЦІОНЕРИ ТОВАРИСТВА ЗГІДНО РЕЄСТРУ ВЛАСНИКІВ ЦІННИХ ПАПЕРІВ (засновник 3 353 329 грн100%)
	Ахметов Рінат Леонідович (Кінцевий бенефіціарний власник)
	Висоцький Геннадій Геннадійович (Кінцевий бенеф. власник)
Акціонери з великими частками	DTEK ENERGY B.V. (ДТЕК ЕНЕРДЖІ Б.В.) нл Нідерланди Частка 61,295%
	Висоцький Геннадій Геннадійович (частка 29,3499%)
	ТОВ «ДТЕК ПАУЕР ТРЕЙД» (частка 5,4756%)

Завод заснований в 1891 році, як слюсарно-механічна майстерня. У 1994

році завод був перетворений, одним з перших у вугільній галузі, в акціонерне товариство, яке не має державної частки власності, шляхом приватизації майна державного підприємства – заводу «Світло Шахтаря». Харківський машинобудівний завод «Світло шахтаря» – одне із найстаріших машинобудівних підприємств вугільної галузі, розташоване у Харкові

Завод шахтного обладнання «Світло шахтаря» виробляє скребкові конвеєри і перевантажувачі, шахтні дробарки, запобіжні гідравлічні муфти, вибухобезпечні головні акумуляторні світильники, сигналізатори метану, фари електровозів та інше обладнання для гірничорудної промисловості. Продукція, що випускається підприємством, поставляється більш ніж в 18 країн світу і експлуатується в самих різних гірничотехнічних і кліматичних умовах у вугільної, сланцевої, калійної і інших видобувних галузях. Вироби заводу «Світло шахтаря» на практиці підтверджують свою конкурентоспроможність на сучасному ринку гірничошахтного обладнання. Завод є одним з найбільш відомих і значних в нашій країні, його різноманітна продукція – вироби важкого машинобудування і точного приладобудування – користується широким попитом в країні і за кордоном [2, с.198]. Відмінна якість і високу надійність гірничошахтного техніки з маркою Світло Шахтаря підтверджує система управління якістю, сертифікована відповідно до вимог ДСТУ ISO 9001-2001. Вироби заводу Світло Шахтаря на практиці підтверджують свою конкурентоспроможність на сучасному ринку гірничошахтного обладнання. Завод є одним з найбільш відомих і значних в нашій країні, його різноманітна продукція - вироби важкого машинобудування і точного приладобудування – користується широким попитом в країні і за кордоном. В табл.2 проаналізовано фінансові результати АТ «Харківський машинобудівний завод «СВІТЛО ШАХТАРЯ». Встановлено, що за досліджуваний період 2020-2022 роки кількість працівників скоротилася на 406 осіб. Дохід скоротився на 197322 тис.грн. Збитки компанії в 2022 році становили 434009 тис.грн. З досліджуваних років, лише 2020 рік був для компанії прибутковим. Активи компанії скоротилися на 14381 тис.грн, а зобов'язання скоротилися на 146312 тис.грн.

Таблиця 2

Фінансова звітність АТ «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «СВІТЛО ШАХТАРЯ»

	2020	2021	2022	Абс. приріст, +,-
Дохід, тис.грн	1214610	1283066	1017288	-197322
Чистий прибуток, тис.грн	32813	-23651	-434009	-466822
Активи, тис.грн	1617136	1795648	1602755	-14381
Зобов'язання, тис.грн	1354109	1084508	1207797	-146312
Кількість працівників, грн	1804	1796	1398	-406

Якщо узагальнити висловлювані різними авторами погляди конкурентоспроможність підприємств [3, с.80; 4, с.94], можна дійти висновку, що конкурентоспроможними можна вважати ті суб'єкти господарювання, які функціонують ефективно і надають споживачеві конкурентоспроможні товари та послуги. Ототожнення поняття конкурентоспроможності підприємства та

якості продукції, на наш погляд, не зовсім точно, хоча для машинобудівного комплексу якість продукції є головною складовою конкурентоспроможності підприємства [5, с.77]. Конкурентоспроможність підприємства машинобудівного комплексу повинна включати крім конкурентоспроможності продукції виробничі та управлінські фактори. Аналіз структури та змісту формулювань, різноманітність підходів до формування поняття «конкурентоспроможність підприємства» дозволяє зробити такі висновки: один із авторів під конкурентоспроможністю підприємства розуміє якість об'єкта, інший – сукупну ефективність виробництва, третій – потенційну можливість фірм, четвертий – здатність економічного об'єкта протистояти у середовищі; конкурентоспроможність підприємства як економічна категорія розглядається щодо конкретного ринку; конкурентоспроможності властивий динамічний характер – її має сенс розглядати лише стосовно конкретного моменту часу, з урахуванням змін у часі ринкової кон'юнктури; проблема конкурентоспроможності підприємства належить лише до нестационарного недефіцитного ринку. Отже, конкурентоспроможність машинобудівного підприємства – це властивість підприємства, що має певну частку відповідного ринку галузі машинобудування, продукція якої затребувана більшістю галузей народного господарства, що характеризує ступінь відповідності технологічних, інноваційних, економічних, організаційних, споживчих та інших характеристик машинобудівного підприємства вимогам ринкової ситуації та перешкоджає перерозподілу даного ринку на користь інших машинобудівних підприємств.

Список літератури:

1. Офіційний веб-сайт АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ХАРКІВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД «СВІТЛО ШАХТАРЯ». URL: <https://www.shaht.kharkov.ua/files/partners.html>
2. Антощенко Р.В., Антощенко В.М., Галич І.В., Антощенко В.В., Козлов О.С. Україна: ринок сільськогосподарської техніки, аналіз та перспективи. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка: Технічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 198. С.194-201.
3. Батюк Л.А., Антощенко В.В. Інноваційно-технологічні чинники глобального економічного розвитку. Науковий економічний журнал «Інтелект ХХІ», №1, Національний університет харчових технологій, ГО «Інститут проблем конкуренції», Видавничий дім «Гельветика», Київ, 2019. С.76-80.
4. Антощенко В.В. Конкурентоспроможність, як основа ефективної національної економіки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: Економічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 200. С. 84-95с.
5. Nikiforov A., Nykyforova A., Antoshchenkov, R., Antoshchenkova, V., Diundik, S., & Mazanov, V. (2021). Development of a mathematical model of vibratory non-lift movement of light seeds taking into account the aerodynamic forces and moments . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(1 (111), 70–78. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232508>

УДК 338.43: 631.1

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ ДЛЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Бабан Т.О. к.е.н., доц., Неонетта В.В. студент

Державний біотехнологічний університет

У роботі розглянуто поняття сталий розвиток. Визначено сучасні технології, які сприяють сталому та ефективному розвитку вітчизняного сільського господарства. Визначено чинники, які перешкоджають ефективному впровадженню інновацій в сільське господарство України.

Використання сучасних технологій уже давно є рушійною силою прогресу та зростання в багатьох секторах. Сільське господарство, одне з найдавніших занять в історії людства, в цьому плані нічим не відрізняється.

Різні передові інструменти та методи, які використовують сучасні фермери – від штучного інтелекту (AI) і машинного навчання до дронів і точного землеробства – неухильно змінюють обличчя сільського господарства, роблячи його більш сталим, ефективним і екологічно чистим.

Сталий розвиток – це такий розвиток, що задовольняє потреби теперішнього часу, не ставлячи під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби [4, с. 90]. Це означає виконання таких завдань у порядку ієрархії їх пріоритетів: підтримку високого і сталого рівня економічного зростання та зайнятості; ефективну охорону навколишнього середовища; бережливе використання природних ресурсів.

В Україні сталий розвиток сільського господарства має бути визначений як активно функціонуюча система, при якій на перший план висуваються питання забезпечення продовольчої та екологічної безпеки країни.

Штучний інтелект і машинне навчання підвищують ефективність сільського господарства, оптимізуючи використання ресурсів і мінімізуючи відходи завдяки можливостям прогнозування та автоматизації.

Безпілотники сприяють точному землеробству, забезпечуючи раннє виявлення проблем із посівами та ефективне використання ресурсів, зменшуючи вплив на навколишнє середовище.

Точне землеробство використовує такі технології, як GPS і аналітика даних, для детального керування полями, підвищення врожайності та мінімізації відходів.

Штучний інтелект (AI) і машинне навчання (ML) трансформують управління рослинництвом, приносячи нову хвилю розумних і точних сільськогосподарських методів. Ці передові технології здатні обробляти та інтерпретувати величезні обсяги даних, надаючи цінну інформацію, яка сприяє ефективності та продуктивності сільськогосподарських операцій.

Системи штучного інтелекту, оснащені вдосконаленими алгоритмами, можуть аналізувати численні параметри, такі як погодні умови, стан ґрунту та здоров'я посівів, щоб прогнозувати результати врожайності з надзвичайною точністю. Ця можливість прогнозування дозволяє фермерам приймати

обґрунтовані рішення щодо графіків посіву, зрошення та збору врожаю, оптимізуючи використання ресурсів і мінімізуючи відходи.

З іншого боку, машинне навчання, відгалуження ШІ, автоматизує трудомісткі завдання, такі як посів насіння та видалення бур'янів. Ці автоматизовані процеси не тільки економлять час і робочу силу, але й зменшують людські помилки, що призводить до покращення якості врожаю та підвищення врожайності.

Крім того, моделі машинного навчання можуть ідентифікувати закономірності здоров'я та росту рослин, що дозволяє раннє виявлення хвороб або зараження шкідниками. Своєчасна ідентифікація та лікування можуть запобігти масштабним пошкодженням, забезпечуючи оптимальні врожаї.

Безпілотники пропонують унікальний погляд на стале землеробство. Знаходячись на перетині технологій і сільського господарства, безпілотники прокладають шлях до точного землеробства, сприяючи ефективному управлінню ресурсами при мінімізації впливу на навколишнє середовище.

Оснащені розширеними можливостями отримання зображень, дрони забезпечують аерофотознімки високої роздільної здатності, які пропонують детальне уявлення про здоров'я врожаю та стан ґрунту. Це дозволяє фермерам на ранній стадії виявити такі проблеми, як зараження шкідниками або дефіцит поживних речовин. Виявлення цих проблем на ранній стадії дозволяє швидко втручатися, зменшуючи втрати врожаю та забезпечуючи оптимальні врожаї.

Крім того, дрони можуть виконувати цільове внесення добрив і пестицидів, доставляючи їх саме туди, куди потрібно. Це зменшує загальну кількість використаних хімікатів, зменшуючи як витрати, так і забруднення навколишнього середовища. Безпілотники також підвищують ефективність завдяки швидкому охопленню великих територій, що вимагало б багато часу та праці за допомогою традиційної техніки.

При зрошенні застосування дронів відіграє важливу роль для виявлення коливань рівня вологості ґрунту на полях. Маючи цю інформацію в своєму розпорядженні, фермери можуть впроваджувати локальні стратегії зрошення, зберігаючи при цьому воду, яка стає все більш дорогоцінним ресурсом у багатьох сільськогосподарських регіонах.

Точне землеробство є вже сучасною сільськогосподарською практикою, яка використовує технології для оптимізації врожайності та ефективного використання ресурсів, робить значні кроки у просуванні сталого розвитку. Завдяки таким інноваціям, як картографування GPS, дистанційне зондування та аналітика даних, точне землеробство дозволяє фермерам керувати своїми полями з найвищим рівнем деталізації та точності.

GPS-карти відіграють вирішальну роль у цьому підході, надаючи точні межі поля та топографічні дані. Ця інформація допомагає фермерам зрозуміти просторову мінливість їхніх полів, дозволяючи їм адаптувати методи ведення сільського господарства до конкретних потреб різних регіонів. У результаті такі ресурси, як вода, насіння та добрива, використовуються більш ефективно, мінімізуючи відходи та витрати.

Технології дистанційного зондування, включаючи супутникові зображення та безпілотні літальні апарати, пропонують аналізувати польові умови в реальному часі. Вони допомагають контролювати чинники, які значно впливають на врожайність: стан рослин, рівень вологості ґрунту та погодні умови. Виявляючи потенційні проблеми на ранній стадії, ці технології дозволяють фермерам вживати профілактичних заходів до того, як незначні проблеми переростуть у серйозні.

Аналітика даних доповнює ці технології, обробляючи величезну кількість даних, зібраних на місцях. Завдяки прогнозному моделюванню та аналізу тенденцій вони надають стратегічну інформацію про графіки посіву, потреби в зрошенні та стратегії боротьби зі шкідниками.

Агротехнологічні інновації, незважаючи на їх трансформаційний потенціал, стикаються з кількома викликами на своєму шляху. Значними перешкодами для широкого впровадження цих технологій є невідповідність інфраструктури в сільській місцевості, опір змінам серед традиційних фермерів, відсутність цифрової грамотності та занепокоєння щодо конфіденційності даних.

Однак ці виклики також створюють нові можливості для подальших інновацій та розвитку. Наприклад, розвиток надійної інфраструктури в сільській місцевості відкриває перспективи для компаній, що спеціалізуються на рішеннях для відновлюваної енергетики або підключенні до Інтернету. Наявність опору з боку традиційних фермерів підкреслює важливість освітніх і навчальних програм, спрямованих на те, щоб ознайомити з перевагами агротехніки та надати практичні знання щодо використання цих технологій.

Крім того, агротехнології можуть відігравати вирішальну роль у вирішенні деяких найактуальніших глобальних проблем, таких як зміна клімату та продовольча безпека. Така технологія, як точне землеробство, може значно зменшити вплив сільського господарства на навколишнє середовище, одночасно підвищуючи його продуктивність.

Інтеграція технологій у вітчизняне сільське господарство формує стале майбутнє, в основі якого лежать штучний інтелект, машинне навчання, дрони, точне землеробство. Ці інноваційні методи підвищують ефективність, мінімізують відходи та оптимізують використання ресурсів.

Незважаючи на такі проблеми, як недостатня інфраструктура та опір змінам, ці перешкоди висвітлюють можливості для подальших інновацій, освіти та розвитку. Оскільки ми стикаємося з такими глобальними проблемами, як зміна клімату та продовольча безпека, агротехнології виявляються незамінними союзниками.

Впровадження розглянутих досягнень дозволяє людству примиритися з навколишнім середовищем, зберігаючи його, одночасно забезпечуючи потреби в продовольстві. Саме використання інноваційних технологій на принципах сталого розвитку є свідченням еволюції сільського господарства в сучасну епоху.

Список літератури:

1. Raf Chomsky. Tech Innovations in Sustainable Agriculture. Sustainable Review. URL: <https://sustainablereview.com/tech-innovations-in-sustainable->

agriculture/#:~:text=The%20integration%20of%20technology%20in,waste%2C%20a
nd%20optimize%20resource%20use

2. The state of food security and nutrition in the world 2019. URL: <http://www.fao.org/state-of-food-security-nutrition>

3. Попова О.Л. Нові пріоритети Спільної аграрної політики ЄС на 2014-2020 роки: стратегічні орієнтири для розвитку агросфери України. *Економіка АПК*. 2013. № 12. С. 89-96.

4. Ужва А. М. Формування сталого розвитку сільського господарства: зарубіжний досвід. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2015. Вип. 5. С. 174-176.

5. Шибяєва Н.В., Бабан Т.О. Роль інноваційних технологій у прискоренні глобальної трансформації аграрної сфери на принципах сталого розвитку. *Управління стратегіями випереджаючого інноваційного розвитку* : монографія / за ред. к.е.н., доцента Ілляшенко Н.С. Суми : Триторія, 2020. С. 345-362.

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ В СУЧАСНОМУ АГРОВИРОБНИЦТВІ

**Богданович О.А., канд.екоп.наук, доц.,
Усата К.С., здобувач вищої освіти (бакалавр),
спеціальність «Галузеве машинобудування»**

Державний біотехнологічний університет

Анотація. Проаналізовано значення діджиталізації для сучасного ефективного виробництва. Розглянуто як цифрова трансформація змінює український агросектор.

Що таке діджиталізація? Це створення нових можливостей та розширення старих за допомогою цифрових технологій. Застосування сучасних ІТ-технологій дозволяє контролювати якість продукції, здійснювати безпечну діяльність співробітників, мінімізувати витрати і нарощувати обсяги виробництва. Діджиталізація дозволяє знизити кількість помилок в документах, оптимізувати їх облік, скоротити витрати енергоресурсів і частку відходів, зменшити складські запаси. Вітчизняні промислові підприємства звикли працювати за принципом «план за валом». Це коли виробляється кількість однотипної продукції для найбільшої кількості споживачів, але з часом потреба в асортименті значно збільшується. Посилюються вимоги до якості, термінів доставки і вартості цієї продукції. Тому звичні підходи до планування, контролю виробництва і логістики втрачають свою ефективність [1].

Діджиталізація підвищує прибуток через: вихід на інтернет-слухачів; залучення цільової аудиторії через додаткові послуги; підвищення лояльності клієнтів; автоматизацію процесів у відділі продажів [2]. Також до переваг діджиталізації можна віднести лояльність покупців, клієнтський досвід, якість, ціну. Всі процеси важливо поєднати в єдиний ефективний механізм, який можна оптимізувати за допомогою програмного забезпечення. Для підвищення ефективності та рентабельності сільського господарства треба повністю переосмислити бізнес-модель (розширення традиційних меж та перетворення їх на організацію, що базується на результатах), бізнес-процеси та переосмислити хід роботи (впровадження процесів, які засновані на даних, що отримані у режимі реального часу, і як наслідок, прийняття рішень та негайного реагування) [3].

Для більшого підвищення ефективності діджиталізації потрібно слідкувати за основними трендовими напрямками:

- *Автоматизація.* Звичайно зараз повністю відмовитися від обслуговуючого персоналу неможливо, але незабаром все може змінитися. Автоматизувавши маркетинг, спілкування з клієнтами, підтвердження замовлень та передачу товару логістичним компаніям, можна зменшити витрати на персонал та підвищити ефективність роботи.

- *Генеративний Штучний Інтелект.* Він постійно розвивається і скоро навчиться аналізувати інформацію та зможе на її основі будувати нові продукти та розробляти технології.

- *Фабрика даних.* Допоможе впорядкувати дані та прискорити їх аналіз.
- *Розподіл ресурсів підприємства.* Ситуація в країні за останні роки дещо змінила трудовий процес більшості підприємств. Скорочення кадрів дало стимул для розвитку технологій.
- *Хмара та платформи в ній.* Дозволяє швидко та з будь-якого місця отримати доступ до даних.
- *Конфіденційність та методики безпеки.* Важливо захищати дані. Для всіх типів бізнесу конфіденційність споживача є актуальною проблемою, яку необхідно вирішувати.
- *Мережі та кібербезпека.* Потрібно забезпечити шифрування даних та маршрутизацію між усіма вузлами.
- *Загальний досвід.* Коли послуги надаються у кількох місцях одночасно, то негативний досвід обслуговування в одному місці буде сприйнятий не в локальному вигляді, а в масштабі цілого бренду. Тому потрібно оптимізувати якість послуг [4].

Цифрова трансформація істотно змінює український агросектор і в сучасному світі це є необхідністю. За останні роки галузь сільського господарства істотно змінилась та перетворилась на досить інноваційну та технологічну сферу діяльності.

Змінився і ринок праці в аграрному секторі. Якись професії вже не потрібні, а інші стають популярними. На це впливає світовий досвід розвитку інноваційних, більш ефективних винаходів: розумні машини, штучний інтелект та інше. В сучасному світі потрібно швидко орієнтуватися, навчатися, критично мислити, аналізувати, бути креативними. Наприклад, аналітичні здібності, схильність до точних наук, глибокі знання біології – це риси майбутнього агроінженера.

До професій майбутнього, пов'язаних з роботою у сільському господарстві, можна віднести: *цифровий агроаналітик* (повинен досконало знати агрономію, ґрунтознавство, роботу сільськогосподарської техніки, вивчати специфіку природних і погодних умов, вміти аналізувати, робити прогнози, враховувати всі ризики та знаходити оптимальні варіанти рішення); *цифровий інженер-механік* (потрібні знання не тільки технічні, але і на сучасному етапі вміти керувати безпілотною технікою за допомогою різних спеціальних програм, вивчати та аналізувати дистанційно роботу аграрного ринку); *цифровий ветеринар* (для того, щоб підвищити якість тваринницької продукції, скласти оптимальний раціон кормів, потрібно вміти за допомогою різних датчиків стежити за станом здоров'я тварин); *агроінформатик* (постійне вивчення інноваційного аграрного науково-технічного ринку, розбиратися в питаннях автоматизації та інформатизації, цифровізації та роботизації в сучасному агросекторі); *цифровий агротехнолог* (потрібні знання з програмування та технічні знання з роботи сучасної агротехніки); *сіті-фермер* (знання біології, кліматичних умов сучасного міста); *агроном-генетик* (знання з біотехнологій); *оператор дронів* (вміти керувати безпілотниками, аналізувати аеропостереження за сільгосугіддями); *сільськогосподарський еколог* (повинні бути знання з ґрунтознавства, екології, програмування) [5].

Діджиталізація в сільському господарстві України тільки набирає обертів, прогнозується її зростання до 2030 р. на 22 %. Попит на ринку праці в агросекторі на програмістів буде тільки зростати. Звичайно, автоматизація та цифровізація мають значний вплив на ринок праці, на зростання продуктивності та якості. Та водночас, можна відмітити, що не всі процеси в аграрному виробництві, що виконують робітники, можна замінити машинами. Новий інноваційний розвиток сучасного українського агросектору потребує нових фахівців, які мають глибокі знання з цифровізації, програмування, біотехнологій, роботизації, вміння креативно мислити, аналізувати, приймати правильні рішення для покращення виробничого процесу.

Список літератури:

1. Торгівля діджитал-періоду. 2021. URL: <https://nv.ua/ukr/project/didzhitalizaciya-biznesu-yak-it-tehnologiji-dopomagayut-ukrajinskim-kompaniyam-ekonomichni-novini-50147265.html> (дата звернення: 10.11.2023).
2. Діджиталізація – майбутній інструмент для будь-якого бізнесу. 2022. URL: <https://webcase.com.ua/uk/blog/didzhitalizacija-biznesa/> (дата звернення: 11.11.2023).
3. Жосан Г. Стан розвитку діджиталізації в Україні. Економічний аналіз. 2020. Том 30. № 1. Частина 2. С. 44-52. URL: <https://www.econa.org.ua/index.php/econa/article/view/1792>
4. Фалович В. А. Комунікації підприємств в інтернеті: тренди і напрями розвитку. Вісник ОНУ ім. І. І. Мечникова. 2018. Т. 23. Вип. 1 (66). URL: [http://liber.onu.edu.ua/pdf/visn_econom_23_1\(66\).pdf](http://liber.onu.edu.ua/pdf/visn_econom_23_1(66).pdf)
5. Цифрові професії у сільському господарстві: тренди і виклики URL: <https://www.agtech.media/posts/cifrovi-profesiyi-u-silskomu-gospodarstvi-trendi-i-vikliki> (дата звернення 15.11.2023).

УДК 338.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БІЗНЕСУ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Ревчук А.А. студентка, Кравченко Ю.М., к.е.н., доцент

Державний біотехнологічний університет

З 2021 року український бізнес переживає не найкращі часи. Спершу пандемія COVID-19, а згодом повномасштабне вторгнення РФ внесли жорсткі корективи у розвиток бізнесу і підприємництва.

Бізнес є важливим для функціонування будь-якої країни, оскільки саме бізнес формує ВВП, створює додатковий продукт та додаткову вартість. Створюючи локальні бізнеси, підприємці стимулюють зайнятність, сплачують переважно місцеві податки й збори, а також формують ресурс для пенсійного забезпечення. Це особливо цінно в умовах важких економічних обставин, спричинених війною. Очевидно, що позитивна динаміка тут незначна, а зміни не є одномоментні, але потрібно дивитися на це комплексно, в стратегічному вимірі.

Оцінити рівень розвитку бізнесу в країні можна шляхом оцінки економічної ефективності його ведення.

Так, під економічною ефективністю розуміють результативність економічної системи, виражену в співвідношенні корисних кінцевих результатів її функціонування до витрачених ресурсів [1]. Таким чином, чим менше кількість витрачених ресурсів та якісніше кінцевий результат, тим вище ефективність бізнесу як економічної системи.

Розглянемо окремо кожен з цих складових та негативний вплив війни на них.

По-перше, залучення ресурсів, мінімізація та оптимізація їх використання під час війни ускладнено значними логістичними проблемами (порушення логістичних ланцюжків, збільшення ризиків втрати ресурсів під час транспортування тощо). Вирішенням цієї проблеми може стати страхування ризиків втрати (пошкодження), мінімізація відстаней при транспортуванні. Окрім того, значна кількість імпортованих ресурсів може бути недоступною або значно здорожчати. Вирішенням цієї проблеми може стати імпортозаміщення.

По-друге, отримання найкращого кінцевого результату може ускладнюватися кадровими проблемами (неможливість залучити кваліфікованих спеціалістів через міграцію, залучення чоловіків до армії тощо), значним податковим тиском тощо.

В таких умовах неможливо переоцінити необхідність підтримки бізнесу з боку держави.

Так, для допомоги бізнесу уряд впровадив чимало програм (але чи достатньо їх – питання складне, як для умов воєнного стану): податкові пільги, скасування податкових перевірок, звільнення від сплати ЄСВ у разі неотримання підприємцями доходу тощо.

Окрім того, запроваджено різні ініціативи для підтримки підприємців, такі як гранти, кредити та різні проекти міжнародних донорів. Підприємці, які не

з'явилися викликів війни, органи влади, волонтерські організації та інші стейкхолдери працюють разом, щоб забезпечити ефективне функціонування економічної інфраструктури по всій країні, поки військові тримають фронт.

Та цього, на жаль, замало. Дослідження Асоціації експертів зі сталого розвитку показало, що для відновлення українського малого та середнього бізнесу потрібно близько шести мільярдів євро [2]. І це станом на сьогодні. При цьому важливо переглянути підхід до фінансової підтримки: замість того, щоб створювати залежність, потрібно зосередити увагу на розбудові місцевого бізнес-потенціалу та підтримці місцевих підприємств. Це дозволить у довгостроковій перспективі забезпечити стійкий розвиток громад.

Важливо, щоб уряд, органи місцевого самоврядування, великі компанії стимулювали мікробізнес у громадах, забезпечуючи збереження податків на місці та сприяючи розвитку власних джерел доходів. Реалізація цього підходу дозволить не лише забезпечити підтримку ветеранів і їхніх сімей, а й зробити вагомий внесок у загальний розвиток громад та економіки країни [2].

Таким чином, навіть у складних умовах ведення бізнесу під час війни можна робити це ефективно при сприятливих ініціатив, спрямованих на підтримку підприємств, особливо малого та середнього бізнесу, що сприятиме стабільності й розвитку економіки країни.

Список літератури:

1. https://uk.m.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B5%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C
2. <https://forbes.ua/company/pidtrimka-ekonomiki-pid-chas-viyni-chomu-velikomu-biznesu-vigidno-dopomagati-malomu-01092023-15673>
3. <https://blog.olx.ua/33526/sekreti-uspishnogo-vedennja-biznesu-v-umovah-vijni-navichki-jaki-potribno-rozvivati/>
4. V. Antoshchenkova, V. Onegina, T. Gutsul, O. Boblovskyi, Y. Kravchenko, *Agricultural and Resource Economics*, 2023, 9(1), pp 116–138 (Scopus). С. 212-219.
5. Онегіна В.М., Антощенко В.В., Кравченко Ю.М. Особливості впровадження системи управління якістю сільськогосподарської продукції в умовах євроінтеграції. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2022. № 2 (35). С. 121-126. URL: <http://www.easterneuropeebm.in.ua/index.php/vipusk-35-2022>
6. Онегіна В.М., Антощенко В.В., Кравченко Ю.М. Теоретичні підходи щодо визначення сутності та особливості оцінки якості сільськогосподарської продукції. *Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор»* 2022. Випуск 2 (69). С.89-94.

УДК 65.011.14

СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ БІЗНЕСУ ЯК ЗАСІБ ПОДОЛАННЯ СУСПІЛЬНИХ ВИКЛИКІВ

Кравченко Ю.М., к.е.н., доцент

Державний біотехнологічний університет

Проаналізована роль соціальної відповідальності як засобу подолання суспільних викликів в Україні. Розглянута сутність соціальної відповідальності бізнесу та її роль у розбудові національної економіки, у сприянні вирішенню суспільних проблем на різних етапах становлення етичних поглядів щодо організації бізнесу, як у світі, так і в Україні.

У 2020 р. через швидке поширення територією світу гострої респіраторної хвороби COVID-19 людство відчуло проблему незахищеності та крихкості життя, відсутності стабільності та впевненості у майбутньому в усіх сферах своєї життєдіяльності, значної залежності добробуту людини від зовнішніх чинників.

У такій ситуації саме бізнес має стати тим захисним «щитом», який дозволить людині поступово відчувати себе захищеною від агресивного впливу зовнішнього середовища і на цьому підґрунті досягти максимізації продуктивної віддачі та підвищення якості життя. Реалізувати на практиці цю тезу можливо на основі активізації процесів соціальної відповідальності бізнеса.

Класичне визначення корпоративної соціальної відповідальності наводить Ф. Котлер: «Соціальна відповідальність бізнесу (СВБ) – це вільний вибір компанії на користь зобов'язання підвищувати добробут суспільства, реалізуючи відповідні підходи до ведення бізнесу і виділяючи корпоративні ресурси» [1].

В останні дев'ять років відбулося три хвилі настільки потужного зовнішнього впливу, які вдарили досить боляче по економіці країни та безпосередньо по функціонуванню суб'єктів господарювання.

Із здобуттям незалежності України вітчизняний бізнес у 90-х роках ХХ століття стикається із безліччю викликів. Передусім, це зміна умов господарювання – перехід від командно-адміністративної економіки до ринкової з усіма пов'язаними із цим трансформаціями – створення бізнесу на засадах приватної власності, вільної конкуренції, вільного ціноутворення. Зрозуміло, що за відсутності можливості ведення бізнесу в умовах командно-адміністративної економіки, адже бізнесом мала право займатися лише держава на засадах планового виробництва та управління, не розвивалися основи менеджменту, відсутніми були поняття комерції, спотвореними розуміння іміджу, репутації та соціальної відповідальності організацій. Імідж, репутація та соціальна відповідальність усіх установ творилися державою на благо держави та партії, а не для окремого індивіда передусім. За часів радянського союзу відбулося нищення інституту приватної власності. Політичний режим СРСР базувався на традиціях позаекономічного примусу з боку авторитарної держави та заборони усіх видів підприємницької діяльності, обмеження свободи індивідуального вибору [2, с. 146].

Третя хвиля кризових явищ стала найбільш руйнівною для економіки України за всі часи її незалежності, так як була викликана повномасштабним військовим нападом росії одночасно зі своєї території, з території сусідньої білорусі та з окупованих й анексованих у 2014 р. українських земель, який почався 24 лютого 2022 р. Протягом 365 днів війни за підрахунками фахівців Організації об'єднаних націй економіка України відчула прямих збитків на суму понад 135,0 та додаткових збитків на суму близько 290,0 млрд дол. США, переважна більшість яких пов'язана з руйнуваннями міської та критичної інфраструктури, промислових і комунальних об'єктів прифронтових територій країни, мінуванням або забрудненням значних за обсягом територій, а саме таких областей, як Донецька, Харківська, Луганська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Київська, Сумська та Чернігівська [3, с. 18;].

Війна – це час, який скидає з людей «захисні мундири» і показує хто є хто, хто обирає сторону правди, а хто зла та брехні. Більша частина світу згуртувалася довкола допомоги Україні, а бізнес, який відчуває свою соціальну відповідальність – приймає активну участь та виконує непосильну роль для окремих осіб у фінансуванні та вирішенні різних проблем соціального характеру, які у час війни є великомасштабними. Основна частка світового бізнесу, яка засуджує війну та тероризм, дбає про свою репутацію заявила про вихід із російського ринку. З початку вторгнення в Україну більше 750 компаній оголосили про вихід з росії, але деякі компанії й надалі продовжують працювати на території країни-терористки.

Вітчизняний бізнес також практично із перших днів війни активно включився у нові реалії функціонування і усю свою соціальну відповідальність направив на підтримку ЗСУ, територіальної оборони, лікарень, різних організацій, які допомагають постраждалим, тимчасово переміщеним особам та усіх потребуючим у час повномасштабного вторгнення рф [4].

Прикладів КСВ в Україні можна навести уже сотні. Активно допомагають державі у складні часи війни ІТ-компанії та агрохолдинги, великі торгові мережі й навіть малий бізнес. Особливо варто відзначити АТ “Укрзалізниця”, яка запустила безкоштовні евакуаційні потяги, що забирали людей із територій, де велися активні бойові дії, обладнала вагони для перевезення поранених та інших мало мобільних груп населення. Це яскравий приклад КСВ державної компанії. Соціально-відповідальні підходи не менш важливими можуть виявитись і після завершення війни. Тоді Україна зіткнеться не лише зі зруйнованою інфраструктурою, ай із численними невідкладними гуманітарними проблемами. Якщо інфраструктура буде відбудовуватися переважно за державні кошти, кошти, залучені від інших держав, через репарацію активів країни-агресора та кошти від міжнародних організацій, то до проблеми вирішення /пом'якшення гуманітарних проблем може залучитись і соціально-відповідальний бізнес [5].

У межах КСВ компанії можуть реалізовувати такі заходи:

- робота з персоналом (реалізація освітніх проєктів – навчання і тренінги, створення інклюзивних робочих місць, психологічна підтримка);

- корпоративне волонтерство (залучення на добровільних засадах працівників компанії до різноманітних заходів соціального і екологічного спрямування, наприклад, робота з дітьми – сиротами чи самотніми людьми);
- співпраця з громадами (участь у відбудові соціальної інфраструктури);
- реалізація екологічних ініціатив (наприклад, висаджування дерев, очищення територій від будівельного сміття тощо);
- допомога pro bono (надання професійних послуг добровільно та безоплатно для тих, хто немає коштів для їх оплати);
- благодійна допомога (виділення бізнесом коштів, матеріальної негрошової допомоги чи послуг, інших ресурсів для громади), спонсорство [5].

Соціальна відповідальність держави, підприємств, населення, міжнародних організацій у скрутний час окупаційної війни стала для України та її постраждалих громадян справжнім порятунком. Саме в кризові періоди найгостріше відчувається потреба у соціальній згуртованості, підтримці, людській моралі. Численні приклади соціально-відповідальної поведінки та дій під час війни засвідчують небайдужість і рух у правильному напрямку українського суспільства і світової спільноти загалом.

Список літератури:

1. Котлер Ф., Лі Н. Корпоративна соціальна відповідальність. Як зробити якомога більше добра для вашої компанії та суспільства / Пер. з англ. С. Яринич. Київ : Стандарт, 2005. 302 с.
2. Владимир О. М. Вплив історико-політичних, соціо-психологічних та ментальних особливостей на розвиток національної економіки України. Галицький економічний вісник. 2017. Вип.53. Т. 2. С. 138-150. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2017.02.138
3. World Economic Situation and Prospects. 2023. Mid-year update. 21 p. URL: <https://unctad.org/publication/world-economic-situation-and-prospects-2023>.
4. Владимир О. Суспільні виклики та соціальна відповідальність бізнесу у час війни [Електронний ресурс] / Ольга Владимир, Наталія Бажанова // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2022. — Вип. 2 (27). — С. 45-62.
5. Г. В. Миськів, І. І. Пасінович. Сталий розвиток і соціальна відповідальність в умовах війни в Україні. Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Серія “Проблеми економіки та управління” Vol. 7, No. 1, 2023 С.21-36.
6. Кравченко Ю.М., Антощенкова В.В. Фактори сталого розвитку економіки аграрного сектору Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Сер. Економічні науки. 2019. Вип. 200. С. 174-183. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2019_200_20

УДК: 330.341

ТЕХНОПАРКОВІ СТРУКТУРИ В АГРАРНІЙ СФЕРІ: СВІТОВИЙ ДОСВІД У ВІТЧИЗНЯНИХ РЕАЛІЯХ

Шибасва Н.В., д.е.н., доц., Батюк Л.А. к.е.н., доц.
Державний біотехнологічний університет

У роботі проаналізовано можливості застосування в Україні світового досвіду агротехнопаркових структур.

Використання нових аграрних технологій дають різкий поштовх розвитку сільського господарства.

У сфері реалізації інноваційної політики світовий досвід накопичив велику кількість організаційних форм: технопарки, технополіси, інноваційні центри, бізнес-інкубатори, центри трансферу технологій, венчурні фонди, мережі приватно-державного ризикового фінансування, консалтингові організації, інформаційно-виставкові центри, спеціальні системи підготовки кадрів для інноваційного підприємництва та ін. Найефективнішою в аграрній сфері, на наш погляд, є технопарки.

Технопарк - це неформальна організаційно-економічна структура, що об'єднує вузи й організації, що здійснюють науково-дослідну, дослідно-конструкторську і виробничу діяльність, з метою прискорення просування розроблених ними товарів і послуг з інноваційного циклу від створення до комерціалізації [2].

У США агротехнопарки розташовані на території провідних Ленд Гренд університетів, таких, як Penn State (Innovation Park at PennState), Айовський університет. Система Ленд Гренд університетів була реалізована задовго до технопарків. Ідея полягала в тому, щоб навчальні заклади отримали величезну кількість землі (кілька тисяч акрів) для побудови необхідної інфраструктури. Потім з'явилася система екстеншн сервісу – масштабного просування інновацій у сільське господарство, що має розгалужену мережу консультаційних пунктів, максимально наближених до фермерів. Утворилася триєдина система «дослідження-освіта-поширення новацій», яка сприяє досягненню вражаючих результатів розвитку аграрного бізнесу у США.

До цієї системи додали елементи технопарків, такі як бізнес-інкубатори для спеціалізованих компаній-початківців (для фермерів та іншого бізнесу на селі роль бізнес-інкубаторів відіграють пункти системи екстеншн сервісу), доповнили об'єктами інфраструктури. Такі формування отримали назву «Agriculteral Scence Centr» – аграрний науковий центр. Також використовуються назви «Research Park» – дослідницький парк, «Science Park» - науковий парк, «Innovation Park» – інноваційний парк, «Technology Park» - технологічний парк. Останнє поняття стало широко використовуватися у світі, наприклад, «AgroTechnjPark (АТР)» – аграрний технологічний парк.

У Європі також практично не вживається термін агротехнопарк. Там надають перевагу визначенню аграрного наукового центру, або аграрного наукового парку, або просто наукового парку.

Незважаючи на те, що англійська мова є засобом міжнародного спілкування, термін «AgrochnoPark (АТР)» для назви об'єктів інноваційного розвитку зустрічається лише в країнах третього світу, таких, як Бангладеш, В'єтнам, Бруней та інші країни Південно-Східної Азії.

У Китаї та Індії більшою мірою, порівняно із зазначеними вище країнами, розвиваються наукові парки за наявності деякої кількості регіональних агротехнопарків. У Китаї, як правило, основна функція агротехнопарків не так дослідна та технологічна, як представницька та виставкова, що пов'язано з особливістю цієї країни як провідного світового експортера тепер уже й продовольства.

Єдиної загальноприйнятої інфраструктури та структури управління у технопарках немає. Вони різняться в залежності від можливостей країн або університетів, в яких розташовані.

В США, наприклад, понад півстоліття (з моменту прийняття в 1914 закону Сміта-Левела) розвивали екстенсивний сервіс, фінансуючи його діяльність з бюджетів федерації і штатів в обсягах, порівнянних з обсягами фінансування аграрної науки і аграрної освіти разом узятими. Тим самим вони створили та розвинули досить ефективну систему адаптації та масштабного трансферту інновацій у сільському господарстві і лише у 70-ті роки минулого століття розпочався розвиток наукових парків для підтримки високотехнологічних фірм, що працюють на нових перспективних напрямках розвитку аграрних технологій та техніки. При цьому надзвичайно важливо, щоб більшість нововведень були оперативно доведені до впровадження в принаймні у 30% сільськогосподарських товаровиробників. За відсутності регіональних систем трансферту інновацій – консультаційних організацій – технопарки виявляться черговим яскравим проектом «ні про що».

Польща за останні 23 роки виділяла на сільськогосподарське консультування кошти, еквівалентні більш ніж 44 млн. дол. США, тоді як аграрна наука фінансувалася обсягом близько 6 млн дол. США. Країна реалізовувала «наздоганяючий розвиток» та виділяла кошти лише на найбільш перспективні та важливі для Польщі аграрні наукові напрями.

У країнах великої двадцятки (G20) результативність впровадження нових технологій та інновацій залежить не тільки від їхньої доступності та наявності ресурсів у держави, а й від їхнього ефективного та продуктивного використання [4].

Значних результатів у сфері створення агротехнопарків досягнув Китай. Теоретичні напрацювання китайських учених представлені теорією зростання полюса; теорією промислової агломерації; моделлю виробничої функції та ін., що дозволяють аналізувати ефект від створеного агротехнопарку та його вплив на сільське господарство регіону, а також будувати висновки про ефективність агротехнопарків [5].

Китайський досвід створення технопарків показав, що впровадження інновацій у сільському господарстві залежить від: кваліфікації керуючої

компанії; реалізації приватних інвестицій; наявності контрактної системи та заохочення фахівців; кооперації провідних підприємств, наукових установ та фермерських господарств на виробництво та продаж продукції; наявності системи залучення талантів; використання власних переваг та галузевих характеристик самих агротехнопарків [6].

У Китаї особливу турботу приділяють кадровому забезпеченню інноваційної та науково-технічної діяльності. Зараз у країні прийнято програму з перетворення сотні китайських університетів на науково дослідницькі центри світового значення. У зарубіжних університетах навчається понад 100 тис. студентів, тільки в американських університетах зараз їх понад 82 тис. Китай підтримує постійні контакти зі своєю науковою еміграцією, створює умови для рееміграції розумів і капіталів. У національній програмі "1000 талантів" ученим, які поїхали на Захід, після повернення пропонується така ж заробітна плата. Тому в Китаї спостерігається потужний приплив із США висококваліфікованих спеціалістів, які свого часу емігрували зі країни, готових тепер працювати в інформаційних та інших компаніях Китаю, кількість яких швидко зростає [7].

З кінця 90-х ХХ століття із завидною регулярністю у ВР України з'являються законопроекти про технопарки як інфраструктурні елементи інноваційної економіки. Однак, усі спроби реально створити технопарки були провальними, і на це є об'єктивні причини, пов'язані з хронічним нерозумінням ролі та місця держави у становленні економіки знань. Спроби ухвалення чергової версії закону про технопарки як панацеї від технологічної деградації виглядають неспроможними. Адже кремнієва долина не називається технопарком, жодних пільг від держави не одержує, але інновації виробляє. У США закону про технопарки немає, натомість є інновації.

Наявність чи відсутність закону про технопарки в інноваційній економіці не вирішує нічого. Тому, що технопарк - це організаційна форма для інноваторів і технологічних компаній, за допомогою якої різні компанії створюють специфічні інститути взаємодії - колаборацію, трансфер знань і технологій, правила конкуренції і де відбувається синергія зв'язків рівних і конкуруючих компаній, породжуючи потік нових знань та інновацій. Ці інститути неформальні і не підпорядковуються ніяким писаним законам.

Держава має бути повноцінним партнером в інноваційному процесі, рівним у правах та обов'язках з іншими учасниками. Триада держава – наука – бізнес складає синергетичну спіраль колаборації. Тільки при відмові держави від будь-якої форми примусу та заміна примусу на надання владою специфічних можливостей своїм партнерам, можлива потрібна спіраль, яка і призводить до вибухоподібного породження потоку нових знань.

Наприклад, в архітектурі інноваційної екосистеми ЄС існує тридцять шість технологічних платформ. Це екстериторіальна структура мережевого типу, симбіоз держави, науки та бізнесу, що мають однакове бачення світових трендів науково-технічного розвитку. Співпраця цієї тріади організована за принципами потрібної спіралі колаборації.

Вирвана з контексту концепція технопарку – лише одна з багатьох організаційних форм у складній інноваційній системі, яка має результатом лише отримання деяких пілг.

Отже, успішна побудова агротехнопарку в Україні передбачає наявність аграрної науки, селекційних станцій, агролабораторій, всього того, що в ЄС об'єднано в аграрну технологічну платформу.

Але, перш за все, потрібно зберегти у державній власності землю, яка перебуває в управлінні Академії аграрних наук та відновити на ній дослідницьку роботу. Адже згідно звіту про аудит Рахункової палати, станом на початок 2020 року в постійному користуванні НААН знаходиться 465 тис. га землі. Але до Державного земельного кадастру внесено відомості лише про 320 тис. га або 69%. Дані про 145 тис. га земель відсутні. Реєстрацію права постійного користування земельними ділянками також здійснено частково. Це означає, що НААН обліковує землі неналежним чином, а значить існує загроза втрати частини земель і можливості ведення тіньової діяльності [1].

Так, за даними Рахункової палати, держава фактично втратила право на 11,2 га земельних ділянок чотирьох наукових установ у Києві та Одесі. Їх НААН отримала у безстрокове та безоплатне користування для дослідницьких та навчальних цілей, але дала згоду на зміну цільового призначення земельних ділянок та будівництво на них житлових будівель, а в подальшому погодила договори щодо будівництва на зазначених землях [1].

Втрата земель Академії аграрних наук України може призвести втрати шансів інноваційного розвитку аграрного сектора України.

Список використаних джерел

1. Звіт РП від 09.06.20 №13-1. URL: http://www.rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2020/13-1_2020/Zvit_13-1_2020.pdf.
2. Уханова І.О. Розвиток та функціонування технопарків: світовий досвід та специфіка в Україні : монографія. Одеса, 2012. 131 с.
3. Кравченко О.М., Батюк Л.А. Проблеми функціонування підприємств аграрного сектору економіки України в умовах модифікації ринкових механізмів ціноутворення. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Сер. Економічні науки*. 2015. Вип. 162. С. 196-204.
4. Guo, X., Deng, C., Wang, D., et al. (2021). International Comparison of the Efficiency of Agricultural Science, Technology and Innovation: A Case Study of G20 Countries. *Sustainability*. 13. 2769. DOI: 10.3390/su13052769.
5. Xu X., Zou S., Liu J. (2019). Literature Review on the Evaluation System of Agricultural Science and Technology Innovation Ability. *2nd International Workshop on Advances in Social Sciences (IWASS 2019)*. 1604-1607. DOI: 10.25236/iwass.2019.290.
6. Yang, H., Li, X., Kang, J. (2018) Operating Experience of Country's Agricultural Science and Technological Park. *Agricultural Sciences*, 9, 228-235. DOI: 10.4236/as.2018.92017.
7. Мазур А.А., Стогний В.С., Осадчая Н.В. Технопарки Китая. *Наука та інновації*. 2006. № 3. С. 127-134.

НАУКОВЕ ВИДАННЯ
Молодь і технічний прогрес в АПВ
Матеріали міжнародної науково-практичної конференції
23-24 листопада 2023 року
Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу



Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування

Відповідальний за випуск
Редактор

Р. В. Антощенко
І. В. Галич, І. О. Колодажний

Комп'ютерний набір та верстка: Наукове товариство здобувачів вищої освіти факультету мехатроніки та інжинірингу

Здано до набору 20.11.2023 р.
Підписано до друку 23.11.2023 р.

Формат 64x84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman.
Офсетний друк. Умов. друк. арк. 35,15.
Тираж 300 примірників
