



9-10 ТРАВНЯ  
2023

Матеріали ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПВ»**



Факультет мехатроніки та інжинірингу  
Державний біотехнологічний університет  
ХАРКІВ, Україна

<https://agromaster.info>



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

МАТЕРІАЛИ  
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
**«ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПВ»**

9-10 травня 2023 року

<https://agromaster.info>

Харків – 2023

## Організаційний комітет:

Голова оргкомітету: **Михайлов В.М.** – проректор з наукової роботи ДБТУ, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету: **Серік М.Л.** – перший заступник голови оргкомітету, проректор з науково-педагогічної роботи ДБТУ, к.т.н., доцент; **Бредихін В.В.** – заступник голови оргкомітету, декан ФМІ ДБТУ, к.т.н., доцент; **Антощенко Р.В.** – заступник голови оргкомітету, голова науково-технічної ради ФМІ ДБТУ, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю, д.т.н., професор; **Адамчук В.В.** – директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, головний учений секретар НААН України, академік НААН України, д.т.н., професор; **Шевченко В.І.** – завідувач відділу ДУ «НМЦ «Агроосвіта»; **Надикто В.Т.** – професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор; **Дідух В.Ф.** – професор кафедри аграрної інженерії імені професора Г. А. Хайліса, Луцького національного технічного університету, д.т.н., професор; **Клишак Г.О.** – директор ТОВ НВЦ «Консіма», м. Дніпро; **Аносов В.І.** – генеральний директор АТ «ХТЗ», м. Харків; **Гриненко О.А.** – головний конструктор Лозівські машини інноваційний центр, м. Харків, к.т.н.; **Зубко В.М.** – декан інженерно-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету, д.т.н., професор; **Власовець В.М.** – завідувач кафедри машинобудування Львівського національного університету природокористування, д.т.н., професор; **Калінін Є.І.** – завідувач кафедри тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор; **Автухов А.К.** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка, д.т.н., доцент; **Артёмов М.П.** – завідувач кафедри оптимізації технологічних систем рослинництва, д.т.н., професор; **Богомолів О.В.** – завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, д.т.н., професор; **Пастухов В.І.** – завідувач кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва, д.т.н., професор; **Кравченко О.М.** – завідувач кафедри глобальної економіки, д.е.н., доцент; **Пак А.О.** – завідувач кафедри фізики та математики, д.т.н., доцент; **Шевченко І.О.** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів, к.т.н., доцент; **Сліпченко М.В.** – завідувач кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В. Я. Аніловича, к.т.н., доцент; **Мандич О.В.** – голова ради молодих вчених ДБТУ, д.е.н., професор; **Галич І.В.** – заступник декана ФМІ, ст. викладач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю, к.т.н.

Технічний прогрес в АПВ: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 9-10 травня 2023 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2023. 325 с.

Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування.

© Державний біотехнологічний університет

© Факультет мехатроніки та інжинірингу

2023

## Зміст

<b>Етапи розвитку несправностей підшипників кочення .....</b>	<b>18</b>
Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О., к.т.н., доц., Аджиєв О.У., Антонов С.О., магістранти	
<b>Типовий спектр вібрації тягового електродвигуна .....</b>	<b>19</b>
Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О. к.т.н., доц., Солов'ян Д.Д., Левицький Д.Д., магістранти	
<b>Зниження токсичності відпрацьованих газів дизеля тракторно-транспортного агрегату шляхом відключення частини його циліндрів .....</b>	<b>21</b>
Дяченко Є. Ю., Шабельник І. О. студенти, Антощенков В. М. к.т.н., доц.	
<b>Підвищення ефективності тракторно - транспортного агрегату шляхом зниження динамічних навантажень у трансмісії.....</b>	<b>23</b>
Шабельник І. О., Дяченко Є. Ю. студенти, Антощенков В. М. к.т.н., доц.	
<b>Огляд робіт з технічного обслуговування кутового редуктора вантажного автомобіля .....</b>	<b>25</b>
Єгоров О.О. студ. Науковий керівник –Бондар А.М. к.т.н., ст.викл.	
<b>Порядок виконання регулювальних робіт рульового механізму вантажних автомобілів .....</b>	<b>27</b>
Парапанов А.М. студ., Науковий керівник – к.т.н., ст.викл. Бондар А.М.	
<b>Потенціал біогазу та біометану на основі традиційних органічних добрив.....</b>	<b>29</b>
Єсіпов О.В. к.т.н., доц., Бондар В.М.	
<b>Можливі напрями розвитку біогазових технологій України .....</b>	<b>32</b>
Єсіпов О.В. к.т.н., доц., Ісагулов Б.Д.	
<b>Система діагностування зернозбиральних комбайнів в підприємствах АПК .....</b>	<b>34</b>
Науменко О.А., професор, Блезнюк О.В., доцент, Шейко М.В., магістрант	

<b>Технічне обслуговування елементів гідروідсилювача рульового керування .....</b>	<b>39</b>
Стеблюк В.Є., Науковий керівник - Бондар А.М. к.т.н., ст.викл.	
<b>Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках з концентраторами .....</b>	<b>41</b>
Поляшенко С.О. к.т.н., доц.	
<b>Підвищення ефективності роботи біогазової установки .....</b>	<b>43</b>
Поляшенко С.О. к.т.н., доц.	
<b>Підвищення ефективності використання тракторно-транспортного агрегату .....</b>	<b>45</b>
Поляшенко С.О. к.т.н., доц.	
<b>Ефективність фертигації в сучасних системах зрошення сільськогосподарських культур.....</b>	<b>49</b>
Пастухов В. І., д.т.н., проф.	
<b>Дослідження процесу дозування елементів комбікормів .....</b>	<b>51</b>
Семенцов В.В. к.т.н., доц., Дубовик М.О., Заяц М.І., Мусатов М.А.	
<b>Регулювання мікроклімату в приміщенні для утримання птиці .....</b>	<b>52</b>
Семенцов В.І. к.т.н., доц., Нагорний В.В., Сиволап В.О., Соколов Д.Д.	
<b>Результати доочищення та сортування насіння амаранту на віброфрикційному сепараторі .....</b>	<b>53</b>
Михайлов А.Д., доц., Дьомін Т.Л., Шестов К.Г., студенти	
<b>Підвищення посівних властивостей насіння льону на вібраційному сепараторі з блочним робочим органом.....</b>	<b>55</b>
Михайлов А.Д., доц., Челапко Д.О., Ігуменшев А.О., студенти	
<b>Сепарація насіннєвої суміші овочевого гороху на вібраційній насіннєочисній машині .....</b>	<b>58</b>
Михайлов А.Д., доц., Челапко Д.О., Калина С.Ю., студенти	

<b>Підвищення ефективності робочих органів культиваторів .....</b>	<b>62</b>
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Косачев Т.В, студент	
<b>До обґрунтування параметрів пружної стійки дискового знаряддя.....</b>	<b>63</b>
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Рекута І.В., студент	
<b>До питання визначення енергоємності сільськогосподарських агрегатів .....</b>	<b>64</b>
Козаченко О.В., д.т.н., проф., Косачев В.Н., студент	
<b>Дослідження впливу параметрів вібро-пневматичного сепаратора на якісні показники його роботи .....</b>	<b>66</b>
Бакум М.В. к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл., Сільонов І.С. студ.	
<b>Дослідження можливості сепарації насіння соняшнику на вібро-пневматичному сепараторі.....</b>	<b>67</b>
Завгородній О.І. д.т.н., проф., Крекот М.М., к.т.н., доц., Сіняєва О.В. ст. викл., Герман М.І., студ.	
<b>Ефективність застосування мульчі при вирощуванні сільськогосподарських культур.....</b>	<b>69</b>
Пастухов В. І., д.т.н., проф., Аленін Е.Ю., Бабич В.К.	
<b>Особливості конструкції вібропневмосепаратора .....</b>	<b>71</b>
Завгородній О.І. д.т.н., проф., Бакум М.В. к.т.н., доц., Крекот М.М. к.т.н., доц., Сіняєва О.В. ст. викл.	
<b>Визначення раціональних параметрів дозаторів мобільного агрегату для приготування кормів .....</b>	<b>72</b>
Нанка О.В., професор, Сиромятніков П.С., доцент, Бейник Д.В. магістрант	
<b>Особливості внесення мінеральних добрив.....</b>	<b>74</b>
Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лебідь В.О., Письмак В.В., магістранти	
<b>Аналіз процесу зношування робочих органів ґрунтообробних машин .....</b>	<b>76</b>
Борак К.В. д.т.н.	

<b>Дослідження процесу роботи експериментального культиватора для суцільної обробки ґрунту.....</b>	<b>80</b>
Сиромятніков П.С. доцент, Геворкян Г.Л., магістрант	
<b>Способи внесення мінеральних добрив і машини для їх реалізації.....</b>	<b>81</b>
Грабра І.Г. д.т.н., професор, Божок А.В.	
<b>Аналіз технологій миття поверхонь сільськогосподарської техніки .....</b>	<b>84</b>
Білецький В.Р. к.т.н., доцент, Криворучко В.І.	
<b>Проблеми розвитку крапельного зрошення.....</b>	<b>88</b>
Савченко В.М. к.т.н., доцент, Міненко С.В. к.т.н., доцент, Борисюк М.А.	
<b>Методика проведення виробничих досліджень роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок.....</b>	<b>92</b>
Куликівський В.Л. к.т.н., доцент, Станкевич І.В.	
<b>Особливості вирощування картоплі в умовах полісся з використанням місцевих добрив .....</b>	<b>95</b>
Дідух В.Ф., д.т.н., Цизь І.Є., к.т.н., Тарасюк В.В., к.т.н., Данилюк В. М., Тарасюк Д.В.	
<b>Поєднання кукурудзи та сої в посівах: стійкий та прибутковий підхід.....</b>	<b>100</b>
Станіславенко А.В., Зеленський О.П., Зеленський А.П. аспіранти Науковий керівник – Мельник В.І. д.т.н., проф.	
<b>Числове моделювання нерозрахункових процесів у відцентровому радіальному вентиляторі.....</b>	<b>103</b>
Мельник В. І., д.т.н., проф., Зеленський О. П., Зеленський А. П., Станіславенко А. В., аспіранти	
<b>Рівномірність розподілу мульчі по міжряддю саду.....</b>	<b>107</b>
Семірненко Ю.І., к.т.н. Онацький В. І.	
<b>Важливість раціонального внесення добрив .....</b>	<b>111</b>
Гуськов Р.В. студ., Науковий керівник – Романащенко О.А. доцент	



<b>Значення технічного діагностування транспортних засобів в агропромисловому комплексі.....</b>	<b>115</b>
Борисюк Д.В. к.т.н.	
<b>Монтаж акселерометрів при вібродіагностуванні вузлів та агрегатів транспортних засобів.....</b>	<b>117</b>
Борисюк Д.В. к.т.н.	
<b>Залежність врожайності основних культур від супутніх.....</b>	<b>119</b>
Ізотов О.С. студ., Фігура А.О. студ., Науковий керівник – Романащенко О.А. доцент	
<b>Покращення технологічного процесу сівби використанням зернових пневматичних сівалок .....</b>	<b>122</b>
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Гаврасов О.	
<b>Інженерно-технічне забезпечення енергоощадного землеробства.....</b>	<b>124</b>
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Клименко І.О. магістрант	
<b>Забезпечення якісного виконання технологічних операцій агропромислового виробництва .....</b>	<b>125</b>
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Клименко М.І.	
<b>Енергетична оцінка використання техніки .....</b>	<b>127</b>
Анікеев О.І. доц., к.т.н., Гарькавенко Д.Ю., Зубко В.М.	
<b>Культиватори з пасивними робочими органами .....</b>	<b>128</b>
Анікеев О.І. доц., к.т.н., Сломінцев М.	
<b>Розпушування міжрядь кукурудзи та соняшнику .....</b>	<b>131</b>
Горбаньов А.П. доцент, к.с.г.н, Сломінцев М.	
<b>Підвищення ефективності роботи повітряно-шнекового сепаратора для очищення зернових сумішей.....</b>	<b>133</b>
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Тарасенко А.О.	
<b>Обґрунтування швидкості повітряного потоку у гвинтовому каналі повітряно-шнекового сепаратора.....</b>	<b>136</b>
Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Тарасенко А.О.	

<b>Аналіз використання сошників сівалок в технологіях вирощування зернових культур .....</b>	<b>139</b>
Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гур'єв Р.А.	
<b>Використання засобів механізації при сівбі зернових культур..</b>	<b>141</b>
Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Пахучий А.М., к.т.н., доц.	
<b>Аналіз застосування малооб'ємного обприскування.....</b>	<b>143</b>
Калюжний О.Д. к.т.н., доц., Коваленко О.О.	
<b>Аналіз конструкцій розпилювачів .....</b>	<b>145</b>
Калюжний О.Д. к.т.н., доц. Морозов Є.О.	
<b>Дослідження фізико-механічних властивостей рослин зернових та бобових культур .....</b>	<b>147</b>
Пахучий А.М. к.т.н., доцент, Волошин А.С. студент	
<b>Диференційне внесення добрив як елемент системи точного землеробства.....</b>	<b>150</b>
Циганенко М.О. к.т.н., доц., Савченко М.Р.	
<b>Огляд канадського ринку сільськогосподарської техніки .....</b>	<b>152</b>
Чигрина С.А. ст. викл.	
<b>Обґрунтування форми відцентрового робочого органу.....</b>	<b>154</b>
Артьомов М.П. д.т.н., проф., Калюжний О.Д. к.т.н., доц., Колодяжний І.О. аспірант	
<b>Еволюція техніко-технологічних систем і другий закон термодинаміки .....</b>	<b>156</b>
Мельник В. І. д.т.н., проф.	
<b>Техногенні, природні, екологічні та соціальні причини виробничого травматизму.....</b>	<b>159</b>
Мезенцева І.О., доцент, Кузьменко О.О., с.н.с.	
<b>Ударний режим руху насіння по робочим площинам вібраційної насінноочисної машини.....</b>	<b>162</b>
Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.	

- Феноменологічний підхід до дослідження вібросепарування насіннєвих сумішей..... 165**  
Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.
- Критерій вдосконалення технологічного процесу вібраційного розділення насіннєвих сумішей чутливих до руху повітря..... 168**  
Никифоров А. О. ст. викл.
- Задача вибору метрик якості для вимог до інформаційних систем управління підприємствами та організаціями..... 170**  
Євланов М.В., доц. Черепньов І.А., доц.
- Аналіз основних причин ігнорування працівниками засобів індивідуального захисту органів дихання на виробництві..... 173**  
Антощенков Р.В., проф., Черепньов І.А., доц.
- Поліпшення системи управління безпечністю харчової продукції на маслозаводі ..... 176**  
Бондар О.С., Семперович Є.В. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.
- Удосконалення системи управління якістю «Заводу «Березівські мінеральні води»..... 179**  
Семперович Т.О., Борисенко С.А. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.
- Розробка системи управління безпечністю харчової продукції ЗАТ «Барвінкове-Агро» ..... 181**  
Карталиш К.В., Кісь О.І. студ. Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.
- Роботи у сільському господарстві: тенденції та розвиток..... 185**  
Никифоров А. О. ст. викл., Кісь О. В. студ.
- Основні переваги інтегрованих систем менеджменту, що відповідають міжнародним стандартам..... 187**  
Никифоров А. О. ст. викл., Вернигора В. С. студ.
- Визначення показників технологічного процесу випарювання у випарній установці цукрового заводу..... 189**  
Ляшенко С.О., проф., Лещенко Є.А., Кісь О.В., магістранти

<b>Управління якістю в аграрній сфері.....</b>	<b>191</b>
Галич І.В. к.т.н., доц., Нємикін А.В., Радчєня С.І. студенти	
<b>Якість в агроінженерії.....</b>	<b>192</b>
Вусик А.А., Майстрєнко А.О. студенти, Галич І.В. к.т.н. доц.	
<b>Мехатронна система контролю якості обробки ґрунту .....</b>	<b>193</b>
Харужєв Г.В., Малько В.В. студенти, Галич І.В. к.т.н. доц.	
<b>Методи визначення якості продукції АПВ.....</b>	<b>194</b>
Фабричнїкова І.А. к.т.н., доц., Кравчєнко М.І., Українєць Д.Б.	
<b>Загальне управління якістю. Етапи впровадження .....</b>	<b>196</b>
Кїсь В.М. к.т.н., доц., Ладний В.Ю., Ковалєнко В.В.	
<b>Перспективні методи усунення коливань вантажу мостового крана .....</b>	<b>198</b>
Свїргун В.В. аспїрант, Свїргун В.П. к.т.н. проф, Свїргун О.А. к.т.н., доц. Антощєнков Р. В. д.т.н., проф.	
<b>Природні небезпеки: блискавка.....</b>	<b>201</b>
Бабарика І.Г., к. с.-г н, доц.	
<b>Аналіз застосування анкетування для оцїнки готовності працівників використовувати засоби індивідуального захисту від шкідливих факторів виробничого середовища .....</b>	<b>205</b>
Черєпньов І.А., доцент, Ляшєнко Г.А., доцент, Євланов М.В., доцент, Чумачєнко С.М., старший науковий співробітник	
<b>Безпілотні трактора .....</b>	<b>208</b>
Волосник В. В. студент, Антощєнков Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Обробка даних датчику динаміки .....</b>	<b>211</b>
Докучаєв К. І. студент, Антощєнков Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Наука мехатронїка .....</b>	<b>213</b>
Коровицька В. В. магістр, Антощєнков Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Фїльтрація сигналу датчику нахилу.....</b>	<b>216</b>
Куліш В. В. студент, Антощєнков Р. В., д.т.н., проф.	

<b>Класифікація приладів для вимірювання сил.....</b>	<b>218</b>
Лисенко Д. П., Нікітенко А. А., студенти; Кісь В.М., к.т.н., доц.	
<b>Технології при випробуваннях тракторів сільськогосподарського призначення .....</b>	<b>221</b>
Невдачин М. П. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Мехатронна система контролю радіусу колеса .....</b>	<b>223</b>
Юр`єв В. Р. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Обґрунтування системи автоматичного керування режимами роботи двигуна тракторного агрегату .....</b>	<b>226</b>
Задорожний В. П. аспірант	
<b>Майбутнє сільськогосподарського виробництва: автономний електричний трактор .....</b>	<b>228</b>
Кісь О. В., магістр, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.	
<b>Підвищення точності вимірювання параметрів функціонування сільськогосподарських агрегатів .....</b>	<b>230</b>
Сміцков Д. С. аспірант	
<b>Проектування трансмісій повнопривідних колісних тягово-транспортних машин.....</b>	<b>232</b>
Череватенко Г. І. аспірант	
<b>Моделювання деформування багатошарового скління транспортних засобів при ударному навантаженні.....</b>	<b>235</b>
Сметанкіна Н.В., д.т.н., старший науковий співробітник	
<b>Development of methods for physical and mathematical modeling of complex systems .....</b>	<b>237</b>
O. Zavgorodniy, Ya. Kotko, D. Levkin	
<b>Математична модель управління ризиками у маркетинговій діяльності підприємств АПВ.....</b>	<b>239</b>
Стороженко І. П., д.ф.-м.н, проф., Ольховська А. Б. д.фарм.наук, доц.	
<b>Simulation of the thermal process of grinding.....</b>	<b>243</b>
Viacheslav Oleksenko, PhD, professor	

<b>Розв’язок задачі про розподіл температури у внутрішньому об’ємі термостата циліндричної форми.....</b>	<b>245</b>
Пак А.О., доц., Мандражи О.А., Пак А.В., доц.	
<b>Математичне моделювання міцності обладнання переробних і харчових виробництв .....</b>	<b>248</b>
Сичов А.І., к.т.н., доц., Сичова Т.О., к.т.н., доц.	
<b>Моделювання водних розчинів сахарози методом молекулярної динаміки.....</b>	<b>249</b>
Торяник Д.О., канд. фіз.-мат. наук	
<b>Математична модель висоти снігового покриву в учбовому містечку «Докучаєвське».....</b>	<b>252</b>
Масленніков Д.І., к. фіз.-мат. н., доц., Масленнікова В.В., к. е. н, доц.	
<b>Послання переказів та легенд для технічного прогресу .....</b>	<b>255</b>
Мандражи О.А.	
<b>Особливості дослідження і розробки технологічних процесів при виробництві прокатних валків .....</b>	<b>258</b>
Автухов А.К. д.т.н., доц., Ковалевський О.В.	
<b>Розрахунок навантажень та забезпечення довговічності клинопасових варіаторів молотильного барабана .....</b>	<b>260</b>
Лисенко С.В., ст. викл.	
<b>Експериментальне визначення оптимального рівня задачі полоси при виготовленні листових профілів з періодичними гофрами .....</b>	<b>261</b>
Тришевський О.І., проф., Слівкін Є. В., студ.	
<b>Аналіз впливу механічної обробки на залишкові напруження у газотермічних відновлюючих покриттях .....</b>	<b>266</b>
Дерябкіна Є.С. доц.	
<b>Вплив товщини пористого фторопласта-4 на його структурні характеристики .....</b>	<b>268</b>
Калюжний О.Б. к.т.н., доц., Рачковський А.С. Гвоздік Р.Г.	

- Дослідження характеру зношування культиваторних лап..... 270**  
Рибалко І.М. д.т.н., доц., Тіхонов О.В. к.т.н., доц., Захаров А.В. аспірант
- Аналіз переваг і недоліків існуючих методів зміцнення різьби . 273**  
Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Діордійчук В.В.
- Аналіз способів електроконтактного приварювання..... 274**  
Автухов А.К. д.т.н., доц., Бейник Д.В.
- Використання сітчастих присадних матеріалів для електроконтактного приварювання ..... 275**  
Автухов А.К. д.т.н., доц., Бейник Д.В.
- Зміцнення та відновлення гільз циліндрів з використанням енергії лазера ..... 277**  
Автухов А.К. д.т.н., доц., Рибалко І.М. д.т.н., доц.,  
Мартиненко О.Д. к.т.н., доц., Тіхонов О.В. к.т.н., доц.,  
Лисенко С.В. ст. викл.
- До процесу ощадливого розділення насіннєвого матеріалу для отримання насіння з підвищеним біологічним потенціалом..... 281**  
Бредихін В.В. к.т.н., доц, Макаренко О.В. аспірант,  
Повассар Г.С. магістрант
- Обладнання для переробки рослинної сировини з електроконтактним нагріванням ..... 285**  
Шевченко А.О. к.т.н., доц., Прасол С.В. к.т.н., доц.,  
Михайлов Б.В. магістрант
- До питання принципу вилучення легких домішок в додатковій зоні очистки пневмосепаруючого пристрою ..... 289**  
Сліпченко М.В., к.т.н., доц.
- До питання сортування насіння проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі..... 291**  
Богомолів О.О., аспірант
- Апаратурно-технологічний комплекс виробництва екологічно чистих видів круп та борошна з зерна пшениці ..... 293**  
Ірклієнко В.І., к.т.н., Богомолів О.В., д.т.н., проф. Годунов В.С.,  
Біжан А.В.

<b>Аналіз процесів баромембранної обробки соків із плодово-ягідної сировини .....</b>	<b>295</b>
Дейниченко Г.В. д.т.н., проф., Дмитревський Д.В. к.т.н., доц., Гузенко В.В. к.т.н., доц.	
<b>Апарат для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів</b>	<b>299</b>
Титаренко Н.В. студ., Загорулько А.М. к.т.н., доц., Загорулько О.Є. к.т.н., доц.	
<b>Удосконалення способу та обладнання для виробництва функціональних плодово-ягідних напівфабрикатів.....</b>	<b>302</b>
Михайлов В.М. д.т.н., проф., Загорулько О.Є. к.т.н., доц., Загорулько А.М. к.т.н., доц.	
<b>Соціальна відповідальність бізнесу під час війни в Україні .....</b>	<b>305</b>
Кравченко Ю.М., к.е.н.	
<b>Мотивація праці як інструмент ефективного управління підприємством.....</b>	<b>308</b>
Крупнова К.В., студентка, Кравченко Ю.М., к.е.н.	
<b>Особливості відновлення основних засобів в аграрному секторі.....</b>	<b>311</b>
Літвіненко М.С., студент, Кравченко Ю.М., к.е.н.	
<b>Деякі аспекти міжнародного досвіду трансферу технологій агропромислового виробництва .....</b>	<b>313</b>
Батюк Л.А., канд. екон. наук, доц.	
<b>Економічна ефективність роботи сучасних елеваторів.....</b>	<b>316</b>
Глоба Н.В. студент, Бабан Т.О. к.е.н., доц.	
<b>Цифрові інновації в агробізнесі.....</b>	<b>319</b>
Абоян С.Ю., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський), Антощенкова В. В. д.е.н., доц.	
<b>Етика та комплаєнс компанії Астарта .....</b>	<b>321</b>
Дейнега М.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,..... 321 Антощенкова В. В. д.е.н., доц.	



**Моніторинг процесу ефективного управління інноваційним розвитком сільськогосподарського підприємства..... 324**

Дерев'яно В. А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.

**Тенденції та прогнозування розвитку аграрного сектору в Україні ..... 326**

Марченко А.І. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Онегіна В. М. д.е.н., проф.

**Аналіз методів оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів в АПВ ..... 330**

Пащенко Ю.В. канд. екон. наук, доц.

**Вплив технічного прогресу в АПВ на конкурентоспроможність підприємств ..... 334**

Рослякова А.К. студентка, Мещеряков В.Є. к.е.н., доц.

.

Секція 1

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

УДК 629.4

## ЕТАПИ РОЗВИТКУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О., к.т.н., доц.,  
Аджиев О.У., Антонов С.О., магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*Описано етапи розвитку несправностей підшипників кочення.*

**Етап 1.** Починаючи з відмітки «1» у підшипнику з'являється і починає розвиватися яка-небудь несправність, виникають ударні віброімпульси, що зростають за величиною. Енергія імпульсів витрачається на «поглиблення» несправності, в результаті чого відбувається ще більше збільшення енергії імпульсів. Рівень фону вібрацій за своєю величиною при цьому залишається незмінним, так як несправність носить локальний характер і на загальному стані підшипника поки що не відбивається. Це етап виникнення несправності в процесі експлуатації [1].

**Етап 2.** Починаючи з точки «2» (рис. 1) ударні імпульси в підшипнику досягають за своєю енергією практично максимального значення. Кількісне значення максимуму енергії імпульсів визначається типом підшипника й умовами його експлуатації. Енергія імпульсів, що виділяється в підшипнику, вже настільки велика, що її достатньо для розширення зони локалізації несправності. На цій стадії зупинити подальший розвиток несправності практично не можливо, почався її саморозвиток. Величина піків вібрації на часовому вібросигналі вже практично не зростає, але й рівень фону теж змінюється мало.

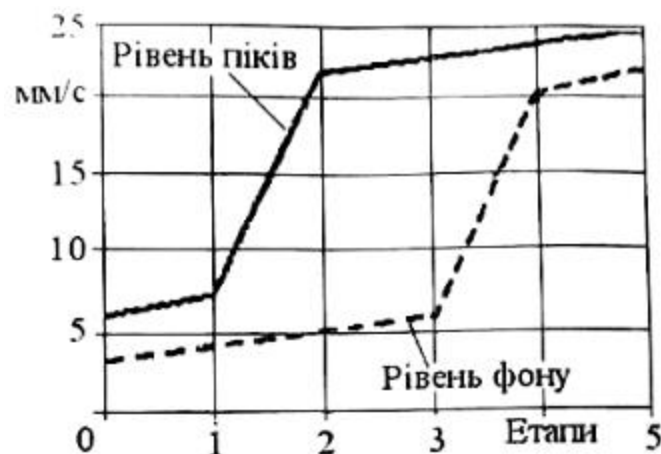


Рисунок 1 – Етапи розвитку несправностей підшипників кочення

**Етап 3.** Це зона переходу підшипника до повної деградації. Починаючи з точки «3», зона розвитку несправності настільки велика, що підшипник починає «втрачати» своє основне призначення – забезпечувати обертання валів з мінімальним тертям. Зростають витрати енергії на обертання ротора і, як результат, збільшується енергія, що виділяється в підшипнику – зростає рівень фону. Це вже етап саморуйнування підшипника.

**Етап 4.** Це останній етап розвитку несправності, коли вона охопила весь підшипник, точніше все те, що залишилося від підшипника. Рівень фону вібрації практично зрівнявся з рівнем піків, насправді – вся вібрація складається з піків. Роботи підшипників у цій зоні слід уникати.

**Етап 5.** Це етап очікування аварії, найчастіше з великим наслідками.

Усі перераховані етапи погіршення стану підшипника властиві практично всім видам несправностей, що можуть траплятися в будь-яких різновидах підшипниках кочення. Залежно від низки експлуатаційних параметрів підшипників можуть лише спостерігатися відмінності в тривалості етапів та інтенсивності процесів у них, але загальна картина розвитку не змінюється.

#### **Список використаних джерел:**

1. Migal, V., Lebedev, A., Shuliak та ін. Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors. *JVC/Journal of Vibration and Control*. 2020. Vol. 27, Issue 9-10. P. 1123-1131.

### **УДК 631.3**

## **ТИПОВИЙ СПЕКТР ВІБРАЦІЇ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА**

**Мигаль В.Д. д.т.н., проф., Шевченко І.О. к.т.н., доц.,  
Солов'ян Д.Д., Левицький Д.Д., магістранти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розроблений типовий спектр джерел вібрації тягового двигуна.*

Основні джерела вібрації, збурюваної дефектами двигуна представлені на рис 1 піками від А до К, а основні їх групи – частотними діапазонами І, ІІ, ІІІ. Третя група джерел, що збурюють вібрації електродвигунів при оцінці якості проектування, виготовлення і експлуатації не нормується.

На рис 1. наведений спектр вібрації двохполюсного асинхронного двигуна:

- пік А – на частоті обертання від невірноваженості частин, що обертаються;
- пік Б – на подвійній частоті обертання (100 Гц);
- пік В – на частоті живлення (50 Гц);
- пік Г – на подвійній частоті живлення (100 Гц);
- область ДЖ – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, збурюваної підшипниками кочення (400 Гц – 5000 Гц);
- пік Е – на частотах, збурюваних аеродинамічними силами (1200 Гц);
- пік З – на частоті, збурюваної зубцевим полем (630 Гц);
- область Е-З – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, збурюваної механічними і магнітними джерелами, і поява резонансних явищ деталей і вузлів;
- область Е-К – збільшення рівнів вібрації, зумовлене погіршенням параметрів змащування та спрацювання поверхонь кочення;
- область И-К – рівні вібрації, зумовлені резонансними явищами, силами

тертя і спрацювання підшипника ( $I = 20$  кГц,  $K = 30$  кГц).

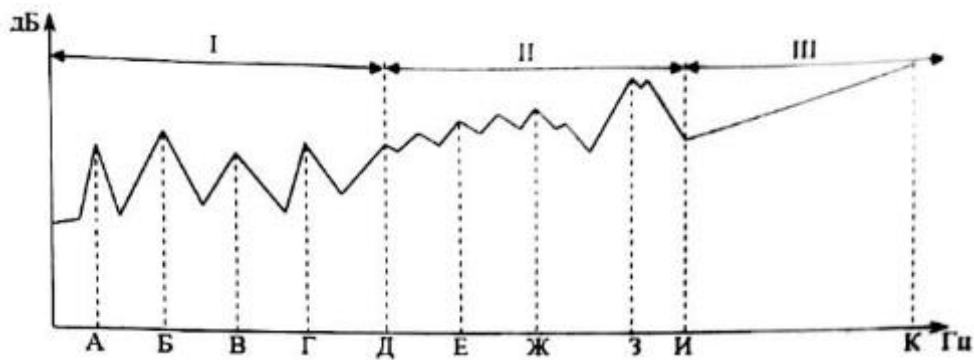


Рисунок 1 – Типовий спектр вібрації електродвигуна на підшипниках кочення

Власні коливання окремих елементів механічної системи електродвигуна, що лежать у межах частотного діапазону діючих сил, жорсткість конструкції, що змінюється при зміні структурних параметрів певних режимів роботи і дії зовнішніх сил, деформація матеріалів і зміна їх в'язко пружких властивостей на спектр власних частот вібрації деталей механічних систем завжди становлять потенційну проблему надійності. Тому ресурс електродвигунів визначається не тільки робочими процесами, навантаженнями і закладеною міцністю й довговічністю, точністю виготовлення і функціонування механізмів, а й фактичним вібронавантаженням і можливістю механічних систем і деталей мати в певних умовах резонансну частоту. Тож вібраційні характеристики електродвигуна є комплексним показником якості [1].

#### Список використаних джерел:

1. Migal V., Arhun Shch., Hnatov A. та ін. Substantiating the criteria for assessing the quality of asynchronous traction electric motors in electric vehicles and hybrid cars. *Journal of the Korean Society for Precision Engineering*. 2019. Vol. 10, № 36. P. 989-999.

УДК 621.436:62-531.9:62-543.4

## **ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЯ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ ШЛЯХОМ ВІДКЛЮЧЕННЯ ЧАСТИНИ ЙОГО ЦИЛІНДРІВ**

**Дяченко Є. Ю., Шабельник І. О. студенти, Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі наведено метод зниження токсичності відпрацьованих газів дизеля тракторно-транспортного агрегату шляхом відключення частини його циліндрів.*

Техногенний вплив на навколишню природу з кожним роком збільшується, і питання збереження біосфери стає дедалі актуальнішим. Механізація сільськогосподарського виробництва дозволила суттєво підняти продуктивність праці та виробництво сільськогосподарської продукції, проте зріс і негативний вплив машин на ґрунт та тваринницькі угіддя. Однією з причин такого негативного впливу є токсичність складових відпрацьованих газів (ОГ) самохідних сільськогосподарських машин, оснащених двигунами внутрішнього згоряння (ДВЗ).

Двигуни внутрішнього згоряння, зокрема дизелі, широко застосовуються в тракторах, автомобілях, сільськогосподарській техніці, стаціонарних установках та ін. У сільськогосподарському виробництві вони стали основним джерелом енергії.

За статистичними даними, основна частка токсичних викидів припадає на режими холостого ходу та постійного навантаження. Тому легкові та вантажні автомобілі у великих містах, виділяючи велику кількість шкідливих речовин, негативно впливають на життєдіяльність людини. Тільки легкові автомобілі припадає до 42% викидів оксидів азоту [1].

Істотних збитків відпрацьовані гази автотракторних двигунів завдають комунальному господарству міст. Підвищена концентрація окислювачів у атмосфері призводить до передчасного руйнування металевих конструкцій, бетону, каменю.

У сільськогосподарському секторі більшою мірою використовуються дизельні двигуни. Більшу частину часу тракторні та комбайнові дизелі працюють на номінальній частоті обертання колінчастого валу [2]. Сільськогосподарська техніка, оснащена дизельними двигунами, при основних режимах роботи завдає суттєвої шкоди рослинним культурам та тваринницьким господарствам через утворення високих концентрацій в ОГ оксидів азоту та сажі.

Експлуатація сільськогосподарської техніки у виробничих приміщеннях обмеженого об'єму та повітрообміну (тваринницькі, птахівницькі та складські приміщення, теплиці, гаражі тощо) призводить до порушення повітряно-газового режиму атмосфери приміщення внаслідок викидів токсичних речовин у складі ОГ дизельних двигунів та створює тим самим екологічно екстремальні умови для роботи персоналу, розвитку тварин та рослин.

Завдання підвищення екологічної безпеки дизелів є важливим та

актуальним завданням на сучасному етапі розвитку автотракторних двигунів.

Мета роботи – зниження токсичності відпрацьованих газів дизеля тракторно-транспортного агрегату шляхом відключення частини його циліндрів.

Для вирішення поставленої мети визначені наступні завдання досліджень:

– встановити взаємозв'язки виділення токсичних компонентів у газах, що відпрацювали, з показниками робочого процесу дизельного двигуна при всіх працюючих циліндрах і частини відключених.

– розробити методику та алгоритм розрахунку ефективних показників та токсичних компонентів відпрацьованих газів дизеля при відключенні частини його циліндрів.

– визначити залежності токсичних компонентів газів, що відпрацювали, і паливно-економічних показників дизеля сільськогосподарського трактора від режимів його роботи при відключенні частини циліндрів.

Рішення поставленої мети приведе до поліпшення якості робочого процесу в працюючих циліндрах, при цьому очікується зниження токсичних компонентів, що містяться в газах дизеля, що відпрацювали.

Отримано результати теоретичних та експериментальних досліджень щодо зниження токсичних компонентів у відпрацьованих газах дизельного двигуна сільськогосподарського трактора.

Показано зниження вмісту оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих газах чотирициліндрового дизеля при відключенні половини циліндрів відповідно на 50–60 та 75–85%, а також зниження димності відпрацьованих газів дизеля при роботі на холостому ході та малих навантаженнях у межах 30–35%, що забезпечує зменшення екологічного навантаження на довкілля.

Встановлено, що при відключенні половини циліндрів двигуна (перекриттям подачі палива та закриттям клапанів газорозподільного механізму) економія палива з 24% на холостому ході зменшується до 0 зі збільшенням завантаження двигуна до 40%.

### Список використаних джерел

1. Транспортна екологія [текст] навчальний посібник. 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.: «Центр учбової літератури», 2017. – 508с.

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

3. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: *монографія*. Харків: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

4. 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.

УДК 631.372.112.001

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРНО - ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ ШЛЯХОМ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ У ТРАНСМІСІЇ**

**Шабельник І. О., Дяченко Є. Ю. студенти, Антощенко В. М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі наведено методи підвищення ефективності тракторно-транспортного агрегату шляхом зниження динамічних навантажень у трансмісії.*

Зниження динамічних навантажень у трансмісії машинних агрегатів 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, вирішення якої призведе до зростання продуктивності, довговічності та надійності роботи машинно-тракторного агрегату (МТА).

Досягнення необхідної довговічності трансмісії і підвищення продуктивності МТА, при одночасному зниженні витрати палива і поліпшенні умов праці механізатора, також може бути забезпечене стабілізацією навантажувальних режимів як на режимі роботи МТА, що встановився, так і на перехідному режимі розгону шляхом введення в трансмісію еластичних елементів [1].

Використання еластичних елементів у трансмісії колісних тракторів дозволило суттєво підвищити ефективність їхньої роботи. Так, продуктивність підвищилася на 8,5...17,7%, витрата палива знизилася на 11...21%, а довговічність трансмісії підвищилася в 2...3 рази [1, 2]. Досягається цей ефект за рахунок стабілізації навантаження (підвищення ймовірності роботи на середньому навантаженні), так і за рахунок зниження величини максимальних динамічних навантажень.

Разом з тим, ступінь вивченості впливу пружних елементів на роботу машинно-тракторних агрегатів при встановленні їх у початковій ланці (муфті зчеплення) механічної трансмісії досить невелика. Виникає актуальна проблема поєднання пружних приводів з гасниками коливань, тобто їх використання з додатковим демпфуванням, що сприяє значному збільшенню надійності та довговічності машин, а також одержанню рівномірності швидкості руху енергонасичених МТА [3]. Тому для захисту трансмісії від коливань, що виникають у системі двигун – трансмісія, розглядається вплив пневмогідролічних пружно-демпфуючих елементів силової передачі на зниження коливань валів трансмісії та двигуна, а також на якість виконання технологічних процесів машинно-тракторним агрегатом.

Мета роботи – підвищення ефективності тракторно-транспортного агрегату шляхом зниження динамічних навантажень у трансмісії.

Для вирішення поставленої мети визначені наступні завдання досліджень:  
– розробити механізм для установки в трансмісію колісного трактора з



пневмогідролічним пружним елементом, що поєднує в собі властивості муфти зчеплення та пружно-демпфуючий елемент силової передачі;

– обґрунтувати оптимальні параметри пневмогідролічного акумулятора (ПГА) пневмогідролічної планетарної муфти зчеплення шляхом імітаційного моделювання;

– виконати експериментальні дослідження з виявлення впливу конструктивних параметрів пневмогідролічного пружного елемента, а також типу його характеристики на експлуатаційні та динамічні показники МТА при русі.

Рішення поставленої мети приведе до удосконалення трансмісії колісного трактора шляхом оснащення її пневмогідролічною планетарною муфтою зчеплення, здатної зменшити динамічну навантаженість механізмів і вузлів трактора при розгоні, а також знизити опір робочих машин на експлуатаційних навантаженнях шляхом гасіння різких коливань гакового навантаження швидкісних МТА під час виконання різного виду сільськогосподарських робіт.

Використання пружних елементів в моторно-трансмісійній установці сприяє послабленню ступеня нерівномірності взаємодії робочих органів МТА з оброблюваним матеріалом, причому при зростанні змінного навантаження гака їх здатність стабілізувати робочий режим двигуна до умов роботи підвищується.

Підвищення продуктивності та зниження витрати палива МТА забезпечується за рахунок використання пневмогідролічної планетарної муфти зчеплення, яка поєднує в собі властивості муфти зчеплення та пружно-демпфуючого елемента, забезпечуючи плавне з'єднання двигуна з трансмісією.

Пневмогідролічна планетарна муфта зчеплення встановлюється на трактор серійного виробництва без зміни трансмісії. Технічне обслуговування трактора, оснащеного пневмогідролічною планетарною муфтою зчеплення, не потребує спеціального обладнання та інструменту.

### **Список використаних джерел**

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. Артёмов, 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. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: *монографія*. Харків: ХНТУСГ, 2017. 244 с.

5. 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.

УДК 635.36

## ОГЛЯД РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КУТОВОГО РЕДУКТОРА ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ

Єгоров О.О. студ.

Науковий керівник –Бондар А.М. к.т.н., ст.викл.

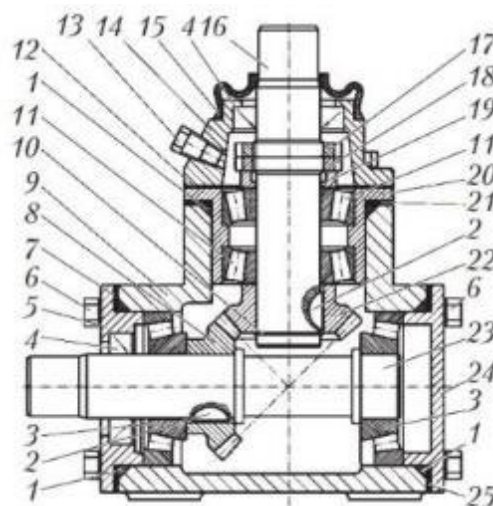
*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Основні складові рульового управління: кутовий редуктор, маятниковий важіль, гідропідсилювач.

При правильному регулюванні, тобто, відрегульованих шарнірних з'єднаннях рульових тяг, підшипників маточин передніх коліс і шкворневих з'єднань поворотних кулаків, і відсутності повітря в гідросистемі підсилювача, зусилля на рульовому колесі при повороті керованих коліс на місці, на майданчику з асфальтовим покриттям має бути при працюючому двигуні - не більше 15 °. Під час експлуатації допускається збільшення люфту до 20° [1].

При проведенні ТО кутового редуктора перевірити рівень оливи в редукторі, при необхідності долити. При збільшеному люфті рульового колеса перевірити люфт у зачепленні конічних шестерень кутового редуктора, при необхідності відрегулювати.

Натяг підшипників 3 рульового редуктора (рис. 1) регулюється набором регулювальних прокладок 7 і 25. Момент сили провертання веденого валу 23 (при знятому ведучому валу 16) повинен бути не більше 0,61 Н·м, а осьовий люфт валу при зусиллі 150...200 Н не повинен перевищувати 0,05 мм.



1 - кільця ущільнювачів; 2 - шпонки; 3, 11 - підшипники; 4 - манжети; 5, 14, 24 - кришки; 6 - болти; 7, 21, 25 - регулювальні прокладки; 8 - ведена шестерня; 9 - картер; 10 - стопорне кільце; 12 - прокладки; 13 - заливна пробка; 15 - пильовик; 16 - ведучий вал; 17, 18 - гайки; 19 - втулка; 20 - стакан; 22 - ведуча шестерня; 23 - ведений вал

Рисунок 1 – Схема кутового редуктора рульового керування

Попередній натяг конічних підшипників 11 ведучого валу 16 регулюється гайкою 18 (затягнути гайку до упору і відвернути до початку повертання валу в стакані 20).

Зазор та пляму контакту регулюють переміщенням шестерень. Переміщення веденої шестерні 8 здійснюється перестановкою регулювальних прокладок 7 або 25 під одну або під іншу кришки ведучої шестерні 22 - зміною товщини пакета регулювальних прокладок 21. Після регулювання момент обертання ведучого валу повинен бути не більше 3 Н·м, вал повинен повертатися плавно без заїдань.

ТО та регулювання маятникового важеля. При проведенні ТО-1 змастити маятниковий важіль мастилом «Літол-24» через маслянку до виходу свіжого мастила з контрольного клапана.

Під час проведення ТО-2 перевірити люфт підшипників маятникового важеля. При люфтах більше 0,15 мм необхідна перевірка стану та регулювання підшипників [2-3].

Для проведення регулювання підшипників зняти маятниковий важіль з опорою з автомобіля, закріпити його в лещатах та перевірити осьовий та радіальний люфт ведучого валу 2, а також легкість його обертання. Для проведення регулювання необхідно зняти кришку, вивернути на кілька обертів стопорний гвинт і відвернути на 1...2 обороту регулювальну гайку. Після цього затягнути гайку моментом сили 186...235 Н·м до тугого обертання валу, потім відвернути її на 60... 90° та перевірити легкість обертання валу в підшипниках; вал повинен обертатися без відчутного осьового люфту.

#### **Список використаних джерел:**

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
2. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніди, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.
3. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Триботехніка. Посібник до лабораторно-практичних робіт / Д.П. Журавель, О.Ю. Новик, А.М. Бондар, К.Г. Петренко // Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 136 с.

УДК 635.36

## ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ РУЛЬОВОГО МЕХАНІЗМУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

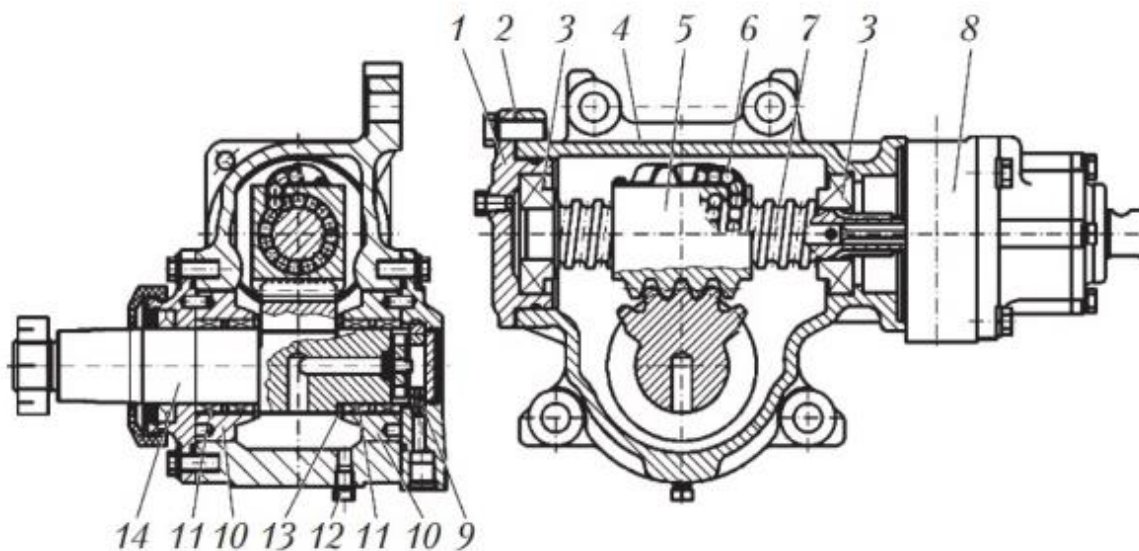
Парапанов А.М. студ.,  
Науковий керівник – к.т.н., ст.викл. Бондар А.М.

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

Регулювання кермового механізму включає регулювання підшипників гвинта 3, зачеплення зубчастого сектора 14 і гайки-рейки 5 (рис. 1) [1,2].

Послідовність виконання регулювання робіт:

- злити робочу рідину із гідросистеми;
- зняти рульовий механізм;
- злити остаточно робочу рідину з картера рульового механізму, відвернувши зливну пробку 12;
- закріпити рульовий механізм у лещатах за корпус в горизонтальному положенні вгору зубчастим сектором 14;
- поворотом вхідного валу встановити гайку-рейку та зубчастий сектор 14 в одне із крайніх положень (ліве або праве);
- визначити момент сили, необхідний для провертання вхідного валу у напрямку з крайнього в середнє положення (приблизно на кут  $30^\circ$ ). Якщо момент сили менше  $0,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$ , необхідно відрегулювати натяг в підшипниках 3, зменшивши кількість регулювальних прокладок.



1 - кришка; 2 - регулювальні прокладки; 3 - підшипники; 4 - корпус; 5 - гайка-рейка; 6 - кульки; 7 - гвинт; 8 - розподільник; 9 - клапан розвантаження; 10 - ексцентричні втулки; 11 - голчасті підшипники; 12 - зливна пробка; 13 - упорне кільце; 14 - зубчастий сектор

Рисунок 1 – Схема рульового механізму вантажного автомобіля:

Після регулювання момент сили, необхідний для провертання вхідного

валу, повинен бути  $0,9 \dots 1,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Для перевірки наявності люфту в зубчастому зачепленні сектор - гайка-рейка необхідно обертанням вхідного валу встановити гайку-рейку та зубчастий сектор у середнє положення (повне число оборотів вхідного валу ділиться навпіл) і встановити сошку на вал зубчастого сектора 14. Похитуванням сошки в обидва боки визначити наявність люфта (за наявності люфта чутний стукіт в зубчастому зачепленні і, крім того, вал зубчастого сектора повертається, а вхідний вал рульового механізму залишається нерухомим).

Наявність люфта можна також перевірити поворотом вхідного валу кермового механізму вліво та вправо до початку закручування торсіону, застопоривши при цьому вал зубчастого сектора.

Для регулювання зубчастого зачеплення необхідно зняти кришку 1 (рис. 1) і клапан розвантаження 9, повернути ексцентричні втулки 10 за годинниковою стрілкою на той самий кут (якщо дивитися з боку валу-сектора) так, щоб виключити зазор у зубчастому зачепленні. Установку кришок і корпусу клапана розвантаження роблять таким чином, щоб штифти увійшли в отвори ексцентричних втулок, розташованих в одній діаметральній площині з отворами різьбовими під кріплення кришок в корпусі. При незначному розбіжності отворів з отворами різьбовими корпусу слід повернути втулки в той чи інший бік до співпадиння найближчих отворів, при цьому простежити, щоб не було зазору в зубчастому зачепленні. Штифти повинні розташовуватися один проти одного на одній лінії [3].

Після встановлення кришки та клапана момент сили, необхідний для повертання вхідного валу в середньому положенні, має бути  $2,7 \dots 4,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ .

#### **Список використаних джерел:**

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
2. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніді, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.
3. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Триботехніка. Посібник до лабораторно-практичних робіт / Д.П. Журавель, О.Ю. Новик, А.М. Бондар, К.Г. Петренко // Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 136 с.

## УДК 621.1

**ПОТЕНЦІАЛ БІОГАЗУ ТА БІОМЕТАНУ НА ОСНОВІ ТРАДИЦІЙНИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ****Єсіпов О.В. к.т.н., доц., Бондар В.М.***Державний біотехнологічний університет*

*У встановленні теоретично можливого потенціалу біогазу та біометану беруться до уваги лише ті тварини, які мають найбільшу частку в загальному виробництві тварин у країні та можуть зробити значний внесок у виробництво біогазу.*

Сюди входять свині, корови та птиця. Для повноти в таблиці 1 також представлена кількість овець та кіз, яка не враховується при подальшому розрахунку енергетичного потенціалу.

Таблиця 1 – Кількість тварин в Україні

Вид тварин	Кількість тварин, млн.
Свині	7,48
Корови (велика рогата худоба)	2,59
Птиця	199,52
Вівці і кози	1,74

Далі визначається вихід гною для одного виду тварин. Якість та кількість гною залежать від віку тварин, а також від місцевих рамок умов. В деяких регіонах гній має високий вміст вільної води, що негативно впливає на вихід біогазу.

Таблиця 2 – Вихід гною на кожен вид тварин

Вид тварин	Кількість гною (м <sup>3</sup> /тварино місце x p)	Кількість гною (м <sup>3</sup> /100 тварино місце x p)
Свині	1,2-6,0	-
Корови (велика рогата худоба)	7,5-21,0	-
Птиця	-	7,5
Вівці і кози	-	-

В результаті обчислень отримуємо мінімальну і максимальну теоретично можливу загальну кількість гною на один вид тварин (Таблиця 3).

Таблиця 3 – Мінімальна і максимальна загальна кількість гною на один вид тварин

Вид тварин	Кількість гною (м <sup>3</sup> / p)	Максимальна кількість гною (м <sup>3</sup> / p)
Свині	8.976.000	44.880.000
Корови (велика рогата худоба)	19.425.000	54.390.000
Птиця	-	14.964.000
Вівці і кози	-	-

Дані про вихід біогазу і біометану використовуються для встановлення теоретично можливого потенціалу біогазу та біометану. Дані представлені в таблиці 4. Вихід біогазу може мати різне значення. Вирішальним фактором тут є вміст органічної сухої речовини. Часто вміст органічної сухої речовини набагато нижчий, ніж задані значення. Іншими причинами можуть бути різні якості корму та залежний склад субстрату.

Таблиця 4 – Середні показники залежного від субстрату виходу біогазу і біометану

Вид тварин	Вихід біогазу (Нм <sup>3</sup> /т)	Вміст метану (%)	Вихід метану (Нм <sup>3</sup> /т)
Свині	28	65	17
Корови (велика рогата худоба)	25	60	14
Птиця	140	64	90
Вівці і кози	-	-	-

На основі встановленої загальної кількості гною та з урахуванням субстрактно-залежного виходу біогазу та біометану встановлюються лише теоретично можливі потенціали біогазу та біометану (таблиця 5 і таблиця 6).

Таблиця 5 – Теоретично можливий біогазовий потенціал традиційних органічних добрив (гній, твердий гній тощо) в Україні

Вид тварин	Мін. вихід біогазу (млн. Нм <sup>3</sup> /т)	Макс. вихід біогазу гною (млн. Нм <sup>3</sup> /т)
Свині	251,33	1256,64
Корови (велика рогата худоба)	485,63	1359,75
Птиця	2094,96	2094,96
Вівці і кози	-	-
Загальний вихід	2831,91	4711,35

Теоретично можливий біогазовий потенціал органічних відходів тваринництва (рідкий гній, твердий гній тощо) знаходиться в межах між 2,8 і 4,7 млрд. Нм<sup>3</sup>/т (таблиця 5).

Таблиця 6 – Теоретично можливий біометановий потенціал традиційних органічних добрив (рідкий гній, твердий гній тощо) в Україні

Вид тварин	Мін. вихід біогазу (млн. Нм <sup>3</sup> /т)	Макс. вихід біогазу гною (млн. Нм <sup>3</sup> /т)
Свині	152,59	762,96
Корови (велика рогата худоба)	271,95	761,46
Птиця	1346,76	1346,76
Вівці і кози	-	-
Загальний вихід	1771,30	2871,18

Теоретично можливий біометановий потенціал органічних відходів (рідкий гній, твердий гній тощо) знаходиться в межах між 1,8 і 2,9 млрд. Нм<sup>3</sup>/т (таблиця 6).

Ще однією перешкодою для максимального використання потенціалу є погана або навіть відсутня інфраструктура.

Ще одним ускладненням є те, що багато невеликих ферм чи домогосподарств, у яких є худоба, не можуть зібрати необхідну кількість органічних відходів для виробництва біогазу. Частка таких підприємств становить близько 50 %. Отже, потенціал біогазу та біометану на основі традиційних органічних добрив буде зменшений приблизно на 50 % до близько 3,7 Нм<sup>3</sup>/т біогазу та 2,4 Нм<sup>3</sup>/т біометану. Для встановлення точних результатів необхідно визначити відповідні місця розташування виробництва і взяти до уваги місцеві рамкові умови.

Формування енергетичних кооперативів вимагає детального підходу до вивчення техніко-економічних особливостей впровадження біогазових установок в Україні [1]. На даний час біогазові установки привертають дедалі більше уваги інвесторів, адже за умови належного планування та розрахунків, можете досягти значного економічного ефекту за відносно короткий час. Тому доцільно створювати енергетичні кооперативи, які забезпечуватимуть необхідну кількість сировини для біогазової установки.

Для забезпечення вигідного виробництва електроенергії з біогазу на основі гною великої рогатої худоби, потрібно 2000 голів великої рогатої худоби (ВРХ), які дають 100 т/день гною. При недостатніх обсягах гною від великої рогатої худоби доцільно використовувати також інші види сировини або комбінувати їх, наприклад, свинячий гній, рослинні відходи агропромислового комплексу та інше [2].

Теплову енергію можна використовувати для обігріву сільськогосподарських приміщень, теплиць, для сушіння насіння та центрального опалення в селі [3]. Слід зазначити, що однією з переваг біогазових установок є виробництво органічних добрив в процесі анаеробного перетравлення біомаси на біогазовій установці.

### **Список використаних джерел:**

1. Л.М. Сакун, Л.В. Різніченко, Б.О. Велькін (2020) Економіка і організація управління [Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном]. Вінниця, 1(37), с. 160-170.

2. Б. О. Велькін, К.П. Мажаренко (2018) Матеріали Міжнародного форуму «Актуальні проблеми та перспективи розвитку національного господарства в умовах глобальної нестабільності». [Проблеми утилізації відходів на регіональному рівні]. Кременчук, С. 271–273.

3. Д. М. Поляшенко, С. О. Поляшенко, О. В. Єсіпов (2019). Інноваційні розробки в аграрній сфері : матеріали Міжнародна науково-практична конференція "Молодь і технічний прогрес в АПВ " [Отримання теплової енергії на основі біогазу]. м. Харків; Т. 2. - С. 49.



## УДК 621.1

# МОЖЛИВІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ УКРАЇНИ

Єсіпов О.В. к.т.н., доц., Ісагулов Б.Д.

*Державний біотехнологічний університет*

*Проблема ефективної переробки та утилізації відходів є однією з найгостріших у світі. За останні роки значно зросла увага до питань раціонального поводження з сільськогосподарськими відходами в Україні як з боку влади, так і з боку наукової спільноти. Вирішення проблеми можливо шляхом здійснення ефективних заходів для швидкої, безпечної переробки відходів та отримання позитивного економічного та екологічного ефекту від утилізації та повторного використання сировини.*

Застосування біогазу сприяє розвитку децентралізованого теплоенергопостачання. Біогаз, доведений до якості природного газу, може використовуватися як для виробництва електроенергії та тепла в приватному і промисловому секторі, так і в якості пального для автомобілів на природному газі. Таким чином, виробництво і використання біогазу може стати суттєвим внеском до зменшення енергоімпорту, а також до підвищення безпеки постачання [1].

Енергетичний потенціал біогазу та біометану складається з різних потенціалів.

Вони включають:

- Потенціал площ для вирощування енергетичних культур
- Теоретично можливий потенціал традиційних органічних добрив (твердий гній, гнійна рідота, курячий послід тощо)
- Потенціали переробної промисловості (органічні відходи)
- Потенціал для утилізації міських відходів
- Підвищення ефективності вирощування енергетичних культур на гектар площі
- Різні можливості використання біогазу, такі як виробництво чистої електроенергії, виробництво електроенергії і тепла (ТЕЦ) або використання як транспортного палива.

Крім того політична та законодавча база, а також існуюча інфраструктура відіграють вирішальну роль у розвитку біоенергетики і ефективному використанні існуючих потенціалів.

Виробництво електроенергії з біогазу відбувається за рахунок переробки тваринних або рослинних відходів, а також побутових відходів.

Це допомагає одночасно вирішити дві проблеми: зменшує негативний вплив відходів на навколишнє середовище; зменшені обсяги утворених відходів, що утилізуються у спеціальних місцях. Можливі напрями розвитку біогазових технологій в Україні представлені на рис. 1.



Рисунок 1 – Можливі напрями розвитку біогазових технологій в Україні

Висока початкова вартість інвестицій і досить довгострокова окупність (4-8 років) біогазових установок сприяє зменшенню кількості фактичних та потенційних інвесторів у ВДЕ.

Одним із рішень цієї проблеми є створення енергетичного кооперативу – добровільного об'єднання фізичних та/або юридичних осіб на пайовій основі для проведення спільної економічної діяльності у сфері енергоефективності або ВДЕ [2].

Для того, щоб розрахувати економічну вигоду від будівництва та експлуатації біогазової установки з переробки гною великої рогатої худоби в рамках енергетичного кооперативу, можна розрахувати вартість виробництва електроенергії та термін окупності інвестиційного проекту, якщо надлишок електроенергії буде продано (сума що перевищує потреби в електроенергії енергетичного кооперативу) за тарифами відповідно з чинним законодавством.

Вартість електроенергії, виробленої біогазовою установкою можна розрахувати за методом енергоспоживання (LCOE), який широко використовується Міжнародним агентством з відновлюваної джерел енергії для оцінки вартості електроенергії з відновлюваних та невідновлюваних ресурсів [3].

LCOE – це середня вартість виробництва електроенергії протягом життєвого циклу електростанції (включаючи всі можливі інвестиції, витрати та доходи) [4]. Іншими словами, це мінімальна ціна, за якою електроенергія, вироблена протягом життєвого циклу біогазової установки, повинна бути продана, щоб досягти своєї точки беззбитковості ( $NPV = 0$ ). Якщо  $NPV > 0$ , то грошових надходжень від проекту достатньо, щоб: окупити вкладений капітал і

забезпечити необхідну віддачу цього капіталу. В іншому випадку, якщо  $NPV < 0$ , проект буде збитковим для інвесторів.

#### **Список використаних джерел:**

1. О.В. Єсіпов, А.В. Пікалов (2019). Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [Використання біометану автомобільним транспортом]. С. 66.

2. Л.М. Сакун, Л.В. Різніченко, Б.О. Велькін (2020) Економіка і організація управління [Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном]. Вінниця, 1(37), с. 160-170.

3. Р. Шульц (2012) Виробництво і використання біогазу в Україні з.т. / Biogasrate.V. с. 74 .

4. Калетнік Г.М., Здирко Н.Г., Фабіянська В.Ю. (2018). Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. [Біогаз в домогосподарствах – запорука енергонезалежності сільських територій України]. № 8. С. 7-22. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp\\_2018\\_8\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efmapnp_2018_8_3).

#### **УДК 631.3.004.5**

### **СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ В ПІДПРИЄМСТВАХ АПК**

**Науменко О.А., професор, Блезнюк О.В., доцент, Шейко М.В., магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Визначена доцільність застосування системи діагностування з подальшим вдосконаленням системи технічного сервісу із задоволенням попиту власників зернозбиральних комбайнів з виконання діагностичних впливів у заданому регіоні з мінімальними витратами на підставі оптимізації співвідношення сервісних підприємств різної потужності.*

Функціонування системи технічного сервісу зернозбиральних комбайнів повинна реалізовуватися через концепцію профілактичного обслуговування та ремонту за фактичним технічним станом на базі діагностичної інформації отриманої за рахунок використання пересувних засобів технічного сервісу. Організація і оцінка використання даних засобів проводиться за допомоги моделей на основі порівняння різних варіантів формування та послідовного обліку складових параметрів функціонування структурної виробничої одиниці за техніко-економічними критеріями [1].

За такого підходу з'являються можливості ефективного використання високопродуктивного діагностичного обладнання, зниження виробничих витрат у результаті спеціалізації робочих місць та виробництва загалом, розширення раціональних виробничих зв'язків, а також технологічних форм. Це дозволяє більш продуктивно використовувати трудові ресурси, як у сфері технічного сервісу, так і у сфері експлуатації зернозбиральних комбайнів і, найголовніше,

на основі отриманої та накопиченої діагностичної інформації підвищувати надійність та ресурс за рахунок оптимізації процесів ремонтно-профілактичних впливів, що виконуються на одному з діючих спеціалізованих дилерських підрозділів. Завдяки такій взаємодії є можливим коригування періодичності контролю та обслуговування на основі прогнозу працездатності всього парку зернозбиральних комбайнів в регіоні [2].

Пропонована модель дозволяє обґрунтовано використовувати пересувні засоби технічного сервісу із оптимальним радіусом охоплення певної території регіону з урахуванням кількості, місць дислокації та маршрутів роботи зернозбиральних комбайнів [3].

Як критерій ефективності моделі системи технічного сервісу обрана сукупність приведених витрат  $\sum B$  на виконання одного діагностичного впливу:

$$\sum B = B_D + B_R, \quad (1)$$

де  $B_D$  – витрати на виконання діагностичного впливу, грн.;  $B_R$  – витрати на маршрут, грн./км.

$$B_D = \frac{1,237 \cdot B_{OB} \cdot T_D}{N_{O.K} \cdot L_P}, \quad (2)$$

де  $B_{OB}$  – вартість діагностичного обладнання, грн.; 1,237 – коефіцієнт амортизаційних відрахувань за використання обладнання,  $T_D$  – періодичність діагностування, (мото-год., фіз.га);  $N_{O.K}$  – облікова кількість комбайнів в регіоні обслуговування, од.;  $L_P$  – річний пробіг пересувного засобу технічного сервісу, км.

$$N_{O.K} = N_D + N_R, \quad (3)$$

де  $N_D$  – кількість комбайнів, що дислокуються на одній території з пересувним засобом технічного сервісу, од.;  $N_R$  – кількість комбайнів, що розташовані в межах радіуса обслуговування од.

При визначенні оптимального радіуса обслуговування зернозбиральних комбайнів враховується не лише відстань, а й маршрути руху пересувного засобу технічного сервісу з метою можливості його виїзду з економічно вигідною для власника точки.

З урахуванням цих особливостей витрати, пов'язані з пересуванням засобу технічного сервісу, визначаються як добуток середніх питомих витрат на переїзд засобу на їх кількість у регіоні. Кількість комбайнів  $N_R$ , що підлягають діагностуванню залежить від щільності їх розподілу  $\gamma$  комбайнів на території обслуговування:

$$N_R = \gamma \cdot S_{OB}. \quad (4)$$

Загальна кількість комбайнів, що обслуговується пересувним засобом технічного сервісу в зоні оптимального радіусу  $L_R$  визначається як:

$$N_R = \pi \cdot \gamma \cdot L_R^2. \quad (5)$$

З урахуванням (3) та (5) вираз (2) прийме вид:

$$B_D = \frac{1,237 \cdot B_{OB} \cdot T_D}{(N_D + \pi \cdot \gamma \cdot L_R^2) \cdot L_P}, \quad (6)$$

Складову  $B_R$  знаходимо, визначаючи спочатку витрати, пов'язані з переїздом засобу технічного сервісу «туди і назад» на відстань  $L_R$ :

$$B_{NR} = 4\pi \cdot B_{II} \cdot \gamma \cdot \int_0^{L_R} L_R^2 dl_R = \frac{4}{3} \pi \cdot B_{II} \cdot \gamma \cdot L_R^3, \quad (7)$$

де  $B_{II}$  – питомі витрати на переїзд пересувного засобу технічного сервісу, грн./км.

Витрати на переїзд пересувного засобу технічного сервісу, що дислокуються на території сервісної служби або на незначній відстані будуть мінімальними і тому в моделі не враховуються.

У результаті витрати на переїзд пересувного засобу технічного сервісу становитимуть:

$$B_R = \frac{B_{NR}}{N_R} = \frac{\frac{4}{3} \pi \cdot B_{II} \cdot \gamma \cdot L_R^3}{\pi \cdot L_R^2 \cdot \gamma} = \frac{4}{3} B_{II} L_R. \quad (8)$$

Відповідно до отриманих закономірностей (6) та (8) сумарні витрати складуть:

$$\sum B = \frac{1,237 \cdot B_{OB} \cdot T_D}{(N_D + \pi \cdot \gamma \cdot L_R^2) \cdot L_P} + \frac{4}{3} B_{II} L_R, \quad (9)$$

Критерієм оцінки ефективності функціонування моделі діагностування доцільно прийняти мінімум сумарних витрат на переїзди пересувного засобу технічного сервісу в межах радіуса обслуговування зернозбиральних комбайнів, тобто  $\sum B \rightarrow \min$ .

Умова отримання найбільшого сумарного економічного ефекту визначається впливом двох факторів – залучення додаткової кількості пересувних засобів технічного сервісу і зростання витрат за рахунок появи додаткових витрат на переїзд до зернозбиральних комбайнів що знаходяться на різних відстанях від сервісного центру.

Аналіз виразу (9) вказує на те, що перший доданок являє квадратичну гіперболу, а другий – лінійну функцію аргументу  $L_R$ . Сумарна крива  $\sum B$  має

яскраво виражений екстремум, що відповідає оптимальному значенню  $L_R^{opt}$  за яком ефективність системи – максимальна.

При  $N_D = 0$  можливе аналітичне знаходження  $L_R^{opt}$  шляхом розв'язання диференціального рівняння:

$$\frac{d\sum B}{dL_R} = 0 \quad (10)$$

Відповідно:

$$L_R^{opt} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 1,237 \cdot B_{OB} \cdot T_D}{2\pi \cdot \gamma \cdot L_P \cdot B_R}} \quad (11)$$

У разі якщо  $N_D \neq 0$ , визначення визначити  $L_R^{opt}$  можна аналітичним методом Декарта-Ейлера чи чисельним методом.

Для визначення ймовірності функціонування системи діагностування доцільно порівнювати криву сумарних витрат (9) з економічною ефективністю діагностування (рис. 1).

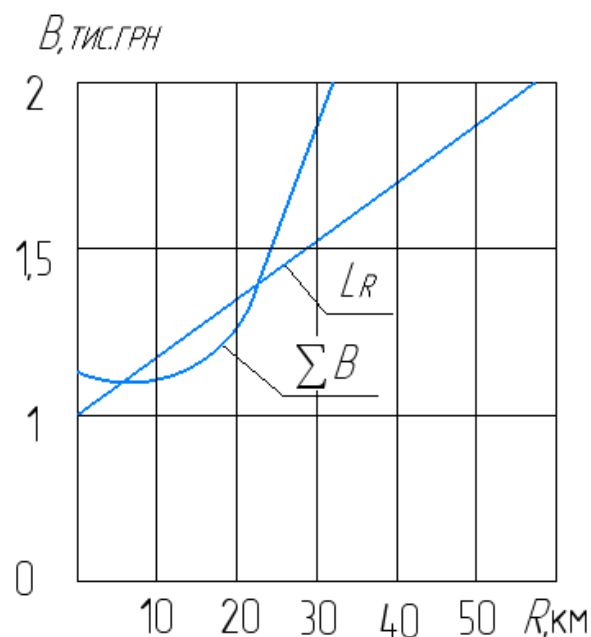


Рисунок 1 – Залежність сумарних витрат від радіусу обслуговування

При виборі комплектації пересувного засобу технічного сервісу, тобто його технічного забезпечення, повинно здійснюватися з урахуванням можливості задоволення попиту власників зернозбиральних комбайнів різних підприємств регіону, що знаходяться на економічно обґрунтованому радіусі обслуговування.

Якість роботи пересувних засобів технічного сервісу великою мірою залежить від ступеня завантаження. Розробка методики визначення оптимального завантаження пересувного засобу технічного сервісу при

технічному обслуговуванні зернозбиральних комбайнів дозволяє отримати максимальний економічний ефект від залучення даних засобів. Вихідними даними є марочний склад та напрацювання зернозбиральних комбайнів, що підлягають обслуговуванню, кількість щозмінних відмов, час усунення відмов, якість виконання та дотримання технології відновлювальних операцій, кваліфікація майстра-діагноста, тривалість збирання сільськогосподарських культур тощо. Врахувати подібні фактори, зміна яких носить випадковий характер, у нормативах до обслуговування зернозбиральних комбайнів, практично неможливо, що призводить до значних розбіжностей між нормами та реальними значеннями показників завантаженості засобів. Відповідно оптимальне завантаження майстра-діагноста, зайнятого технічним обслуговуванням, діагностуванням та усуненням відмов зернозбирального комбайна можна визначити використовуючи методи теорії масового обслуговування [4].

Таким чином, доцільність застосування запропонованої системи діагностування для подальшого вдосконалення системи технічного сервісу полягає у максимальному задоволенні попиту власників на виконання діагностичних впливів комбайнів у заданому регіоні з мінімальними витратами. При цьому слід зазначити, що одержана модель задовольняє виробленим принципам побудови системи технічного сервісу [5] і відповідає створенню системи з урахуванням оптимізації структури та встановлення оптимального співвідношення сервісних підприємств різної потужності, що забезпечує сталий розвиток системи.

#### **Список використаних джерел:**

1. Ільченко В.Ю. Проектування підприємств технічного сервісу: Навч. посіб. – Дніпропетровськ, 2004. – 368 с.
2. Думенко К.М. Вплив ефективності сфери технічного обслуговування на встановлення функцій готовності та відновлення зернозбиральної техніки / К.М. Думенко, А.І. Бойко //Техніка і технології АПК. Вип. 1(16), 2011. С.11-14.
3. Кобець А.С. Проектування технологічних процесів технічного обслуговування машин / А.С. Кобець, В.Ю. Ільченко, О.В. Козаченко, О.В.Блезнюк и др. – Дніпропетровськ: Свідлер, 2011. – 176 с.
4. Козаченко О.В. Теорія експлуатації машин та проектування технічних систем: навчальний посібник / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, С.П. Сорокін, О.В.Блезнюк. – Харків: ПромАрт, 2018. – 320 с.
5. Науменко О.А. Експлуатаційна надійність зернозбиральних комбайнів з огляду процесу доставки запасних частин / О.А. Науменко, О.В. Блезнюк, М.В. Шейко // Матеріали ХІХ міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в ХХІ столітті" (6-7 квітня 2023р.). Збірка матеріалів форуму. – Харків: ДБТУ. 2023. – С. 57.

УДК 635.36

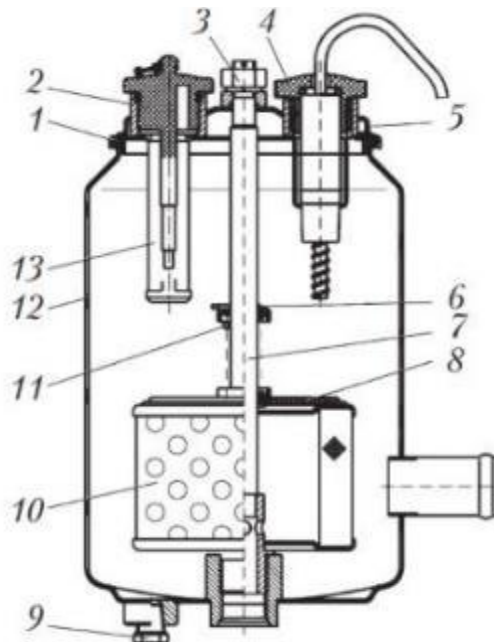
## ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОПІДСИЛЮВАЧА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ

Стеблюк В.Є.,

Науковий керівник - Бондар А.М. к.т.н., ст.викл.

*Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного*

При кожній заміні оливи (при проведенні ремонту) необхідно промити фільтруючий елемент 10 (рис. 1). Перед зняттям кришки 5 масляного бака необхідно ретельно очистити сам бак і розташовані поруч деталі, щоб виключити попадання забруднень в оливу. Фільтр промивають у гасі або дизельному паливі, а потім продувають фільтр стисненим повітрям зсередини та зовні. Сильно забруднений фільтр слід замінити [1,2].



1 - ущільнювач; 2 - заливна пробка з щупом; 3 - гайка; 4 - датчик рівня; 5 - кришка;  
6 - стопор; 7 - стрижень; 8 - запобіжний клапан; 9 - зливна пробка; 10 - фільтруючий елемент  
(фільтр); 11 - пружина; 12 - корпус; 13 - заливний фільтр

Рисунок 1 – Схема масляного бака гідропідсилювача рульового керування

Перевірка рівня робочої рідини та доливання її при необхідності проводиться при заглушеному двигуні та положенні коліс, що відповідає прямолінійному руху. Рівень робочої рідини в масляному баку повинен бути між нижньою та верхньою мітками щупа.

Замінювати оливу необхідно під час проведення першого ТО-2. У подальшому заміну рекомендується проводити після ремонту або заміни рульового механізму чи насоса. При цьому повинен бути промитий фільтр масляного бака та очищені трубопроводи.



Послідовність проведення зливу оливи:

- вивісити колеса передньої осі чи встановити колеса на поворотні кола;
- вивернути заливну пробку з щупом 2 (рис. 1) і зливну пробку 9 масляного бака, злити оливу з бака;
- від'єднати від розподільника рульового механізму шланги, що йдуть до силового циліндра, опустити їх в ємність і, повільно повертаючи кермо праворуч-ліворуч до упору, злити оливу з силового циліндра;
- зняти і промити фільтруючий елемент 10, продути його стисненим повітрям, при сильному забрудненні замінити. За наявності осаду на дні масляного бака його необхідно видалити.

Заправку оливи проводять у такій послідовності:

- приєднують шланги до рульового механізму, загвинчують зливну пробку масляного бака;
- заливають оливу в бак (при заправці порожньої гідросистеми доцільно знімати кришку масляного бака);
- запускають двигун і для заповнення гідросистеми оливою дають йому попрацювати на малих оборотах холостого ходу. В процесі цього рівень оливи в баку швидко падає, тому для запобігання всмоктуванню повітря необхідно постійно її доливати [3].

При заливці нової оливи необхідно повністю видалити повітря із системи. Для цього, після заливання масла в бак, повільно повертають кермо до упору праворуч-ліворуч, поки не припиниться виділення бульбашок повітря з масла в масляному баку. У кінцевих положеннях слід прикладати зусилля більшого, ніж необхідно для повороту рульового колеса. Після видалення повітря слід долити оливу до рівня між нижньою та верхньою мітками щупа.

### **Список використаних джерел:**

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
2. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніді, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.
3. Журавель Д.П., Бондар А.М. та ін.. Триботехніка. Посібник до лабораторно-практичних робіт / Д.П. Журавель, О.Ю. Новик, А.М. Бондар, К.Г. Петренко // Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2019. – 136 с.

УДК 662.767

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ З КОНЦЕНТРАТОРАМИ

Поляшенко С.О. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

Для підвищення ефективності перетворення сонячної енергії у роботі запропоновано та досліджено конструкцію сонячних концентраторних модулів із жалюзійними геліостатами із збільшеною тривалістю роботи, що встановлюються на фасади будівель. Конструкція модулів може вирішити проблему нестачі площі для розміщення об'єктів сонячної енергетики на території міста, а також забезпечити теплом та електроенергією споживачів житлового та громадського сектору.

Енергетична ситуація в усьому світі характеризується обмеженими запасами природного газу і нафти при їхньому споживанні і відчутному зростанні цін. Крім того, збільшення викидів CO<sub>2</sub> призводить до негативних змін клімату. Освоєння екологічно чистих відновлюваних джерел енергії є стратегічним завданням, що визначає перспективи сталого та енергонезалежного розвитку багатьох країн в умовах поступового виснаження дешевих запасів викопного органічного палива та загрози дедалі більшого антропогенного забруднення навколишнього середовища.

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.

На рисунку 1 представлено блок-схему комплексу моніторингу параметрів сонячної концентраторної установки.



Рис. 1 – Блок-схема системи автоматичної реєстрації параметрів сонячного концентраторного модуля

Система дозволяє отримувати інформацію про такі параметри, як струм короткого замикання  $I_{к.з.}$ , напруга холостого ходу  $U_{хх}$ , інсоляція: сумарна  $E_{\Sigma}$  і пряма  $E_{пр}$ , а також значення температури навколишнього повітря  $t_{зов}$ ,

температури води на вході  $t_{ex}$  і виході приймача  $t_{вих}$ . В ході експериментальних досліджень проведено аналіз електричних та теплових параметрів PVT-приймача концентратора сонячного модуля.

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 концентратора 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, що дає значний економічний ефект.

Тепловий ККД PVT-приймача знаходиться в межах 60...70%. При рівних значеннях інсоляції та температури навколишнього середовища виробництво електроенергії фотоелектричною панеллю PVT-приймача в середньому на 10-25% вище, ніж у PV-приймача.

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.

Таким чином, розроблена система автоматичного вимірювання основних параметрів сонячної концентраторної установки з фотоперетворювачами і тепловими приймачами є комплексом моніторингу, що дозволяє не тільки економити час при обробці інформації, але й отримувати більш достовірну інформацію про динаміку процесів. Такий комплекс забезпечує можливість отримувати точнішу інформацію про поведінку сонячної концентраторної установки в процесі роботи та на якісно новому рівні проводити оцінку її параметрів.

### **Список використаних джерел:**

1. Поляшенко С.О., Борко А.А. Підвищення ефективності використання сонячної енергії в енергетичних установках з концентраторами // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, – 2022 с.155

2. 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 662.767

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

Поляшенко С.О. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*На основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано основні параметри біоенергетичної установки. За результатами досліджень рекомендується психрофільний режим зброджування.*

Зростаючий дефіцит паливних ресурсів висуває на перший план гостру необхідність пошуку альтернативних джерел енергії, бажано, відновлюваних, до яких належить біогаз – суміш з 65% метану, 30% вуглекислого газу, 1% сірководню, а також домішок азоту, кисню, водню і чадного газу. В 1 м<sup>3</sup> біогазу міститься енергія, еквівалентна 0,6 м<sup>3</sup> природного газу, або 0,74 і 0,66 літри нафти чи дизельного палива, відповідно.

Сучасні методи дозволяють переробляти на біогаз будь-які види органічної сировини, від якої напряму будуть залежати його кількісно-якісні характеристики.

Специфіка процесу анаеробного зброджування відходів дозволяє розглядати формалізовані взаємозв'язки процесу, що протікає в робочому просторі метантенків, з особливостями властивостей необробленого і переробленого гною, конструктивними параметрами обладнання, а також їх вплив на якісні показники готового продукту - органічного удобрення.

Методологія формування показників якості залежить від специфічних особливостей процесу. Розробка ефективних технологічних ліній анаеробної утилізації органічних відходів з якісними показниками роботи обладнання, що відповідає вимогам державних стандартів, включає кілька технологічних підходів, а саме, розробку технологічних ліній і обладнання для отримання добрива з подальшим контролем готового продукту зброджування безпідстилкового гною шляхом застосування адаптованих метаногенних мікроорганізмів. На підставі апріорного ранжирування факторів, були обрані наступні найбільш значущі параметри, що впливають на обсяг добрива, що одержується ( $V_y$ ) та і задані рівні їх варіювання:

$$V_y = f(W, \tau, V_M), \quad (1)$$

де  $W$  - вологість гною, що зброджується;  $W = 90 \dots 98\%$ ;  $\tau$  – тривалість утримання субстрату у метантенку;  $\tau = 30 \dots 50$  днів;  $V_M$  – обсяг метантенка;  $V_M = 0,2 \dots 1,4$  м<sup>3</sup>.

Для визначення обсягу одержуваного добрива ( $V_y$ ) було проведено експеримент виду 2<sup>3</sup>.

Дане канонічне рівняння в геометричному образі можна подати у вигляді поверхні відгуку типу еліпсоїда обертання з певним екстремумом (рис. 1).

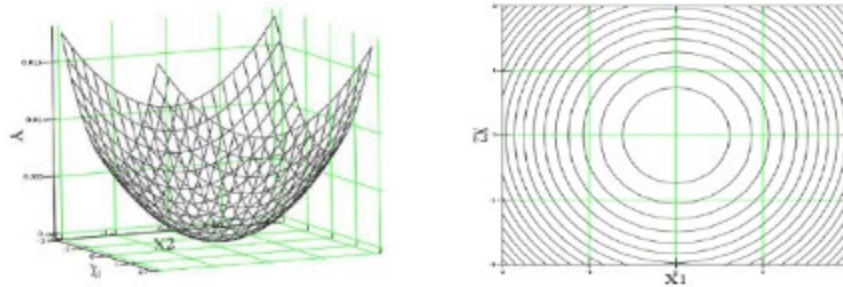


Рисунок 1 – Поверхня відгуку, що характеризує вихід добрива залежно від вологості гною  $W(x_1)$ , тривалості витримки субстрату  $\tau(x_2)$

Оптимальні значення факторів:  $x_1 = 88\% \dots 89\%$  - вологість гною;  $x_2 = 26 \dots 52$  дні - тривалість витримки.

У даному випадку, канонічне рівняння у геометричному образі можна подати у вигляді поверхні параболої. На рисунку 2 представлена поверхня відгуку, що характеризує ще вихід біогазу ( $y$ ) в залежності від температури зброджування  $t_{збр}$  ( $x_2$ ) і потужності пристрою, що перемішує ( $x_3$ ). Парабола витягнута по осі  $x_1$ , що отримані наступні оптимальні параметри: тривалість витримки субстрату - 26 ... 52 дні, обсягу метантенка - 0 ... 1,4 м<sup>3</sup>.

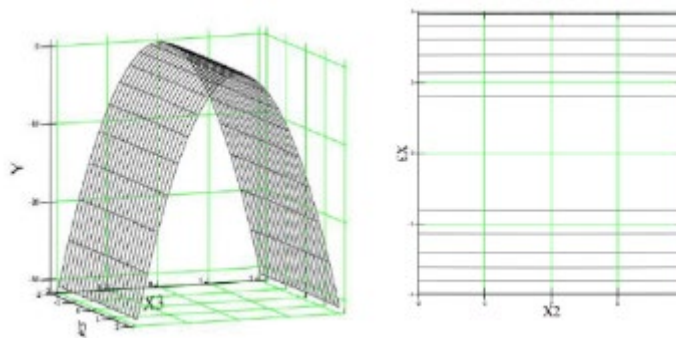


Рисунок 2 – Поверхня відгуку, що характеризує вихід біогазу в залежності від температури зброджування  $t_{збр}$  ( $x_2$ ) і потужності перемішуючого пристрою  $N_{пер}$  ( $x_3$ )

На основі теоретичних та експериментальних досліджень обґрунтовано наступні оптимальні значення факторів, що впливають на:

– виробництво добрива: вологість гною  $W$  в межах 89%...93%; тривалості витримки субстрату  $\tau = 24 \dots 26$  днів; об'єму метантенка  $V_M = 0,2 \dots 1,4$  м<sup>3</sup>;

– вироблення біогазу: кількості сухої речовини  $S = 1 \dots 11\%$ ; температура зброджування  $t_{сп} = 8 \dots 40$  °С; потужності пристрою, що перемішує  $N_{пер} = 1,4 \dots 3,8$  кВт.

#### Список використаних джерел:

1. Поляшенко С.О., Трусів С.О. Підвищення ефективності роботи біогазової установки у СФГ "Ревік" Зміївського району Харківської області // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» Харків: ДБТУ, 2022 с.153

УДК 631.372

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО АГРЕГАТУ

Поляшенко С.О. к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет

*Теоретичними дослідженнями обґрунтована ефективність застосування тягово-зчіпного пристрою плаваючого типу при режимі руху тракторно-транспортного агрегату.*

У сільськогосподарському виробництві для перевезення вантажів широко використовуються як автомобільний транспорт, і тракторні причепа і напівпричепа. Тракторний транспорт у агрегаті з причепами, напівпричепами чи в складі технологічних агрегатів використовується, зазвичай, на невеликих відстанях. Це в основному внутрішньосадибні, внутрішньогосподарські та технологічні перевезення, які доводиться здійснювати в дорожніх умовах, що різко змінюються. Ця обставина викликає необхідність застосовувати підвищені вимоги до тракторного транспорту, насамперед у сфері прохідності. За даними ряду дослідників, у складі тракторно-транспортних агрегатів (ТТА) більшою мірою (до 60% часу) задіяні колісні універсально-просапні трактори. Відомо, що одним із недоліків цих тракторів є підвищене буксування провідних коліс, що призводить до зниження завантаження тракторних двигунів за потужністю, а це, у свою чергу, викликає необхідність обмежувати вантажопідйомність причепів, що агрегуються з трактором, і призводить до зниження продуктивності ТТА.

Для оцінки ефективності тягово-зчіпного пристрою плаваючого типу у різних режимах експлуатації ТТА проведено теоретичні дослідження. На рисунку 1 наведено узагальнену схему сил, що діють на ТТА, обладнаний тягово-зчіпним пристроєм плаваючого типу.

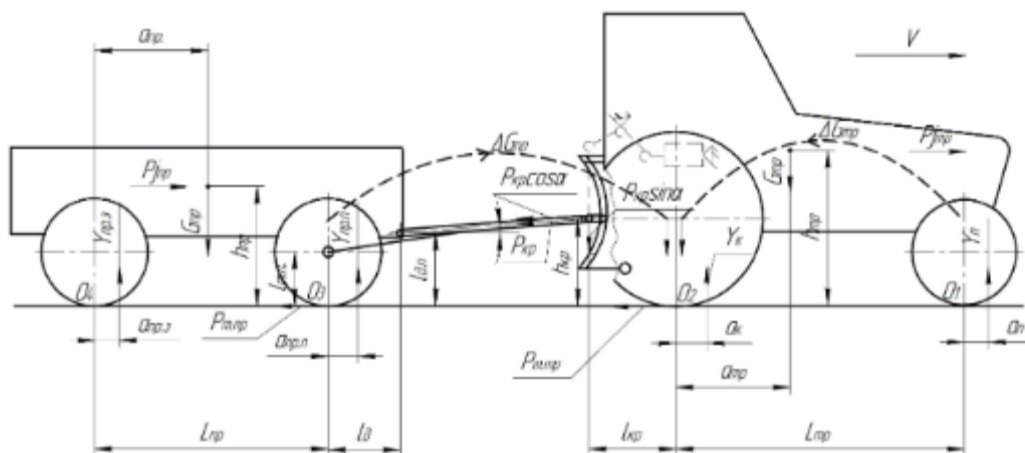


Рисунок 1 – Узагальнена схема сил, що діють на ТТА з тягово-зчіпним пристроєм плаваючого типу

Визначимо вагу, що припадає на задні  $G_{тр.з}$ . і передні  $G_{тр.п}$ . колеса трактора, а також на передні  $G_{пр.п}$ . та задні  $G_{пр.з}$ . причепа колеса. Для цього складемо рівняння моментів сил, що діють на аналізований ТТА (рис. 1), для визначення вертикальних реакцій ґрунту на задні колеса трактора та передні колеса причепа. З урахуванням того, що дія дорівнює протидії, шукані вирази в остаточному вигляді виглядають так:

$$G_{тр.з} = \frac{G_{тр} \cdot (L_{тр} - a_{тр}) + P_{кр} \cdot (\sin \alpha \cdot (L_{тр} + l_{кр}) + \cos \alpha \cdot h_{кр}) - P_{j.тр} \cdot h_{тр} + M_f}{L_{тр}}; \quad (1)$$

$$G_{пр.п} = \frac{G_{пр} \cdot a_{пр} - P_{кр} \cdot (\sin \alpha \cdot L_{пр} - \cos \alpha \cdot l_{т.п.}) + P_{j.пр} \cdot h_{пр} - M_f}{L_{пр}}; \quad (2)$$

$$G_{тр.п} = \frac{G_{тр} \cdot a_{тр} - P_{кр} \cdot (\sin \alpha \cdot l_{пр} + \cos \alpha \cdot h_{кр}) + P_{j.тр} \cdot h_{тр} - M_f}{L_{тр}}; \quad (3)$$

$$G_{пр.з} = \frac{G_{пр} \cdot a_{пр} - P_{кр} \cdot \cos \alpha \cdot l_{т.п.} - P_{j.пр} \cdot h_{пр} + M_f}{L_{пр}}. \quad (4)$$

Рішення виразів 1- 4 наведено рисунку 2 як залежності вертикальних навантажень на передні колеса причепа і задні колеса трактора, і навіть сумарного ваги трактора і причепа від кута нахилу дишла причепа.

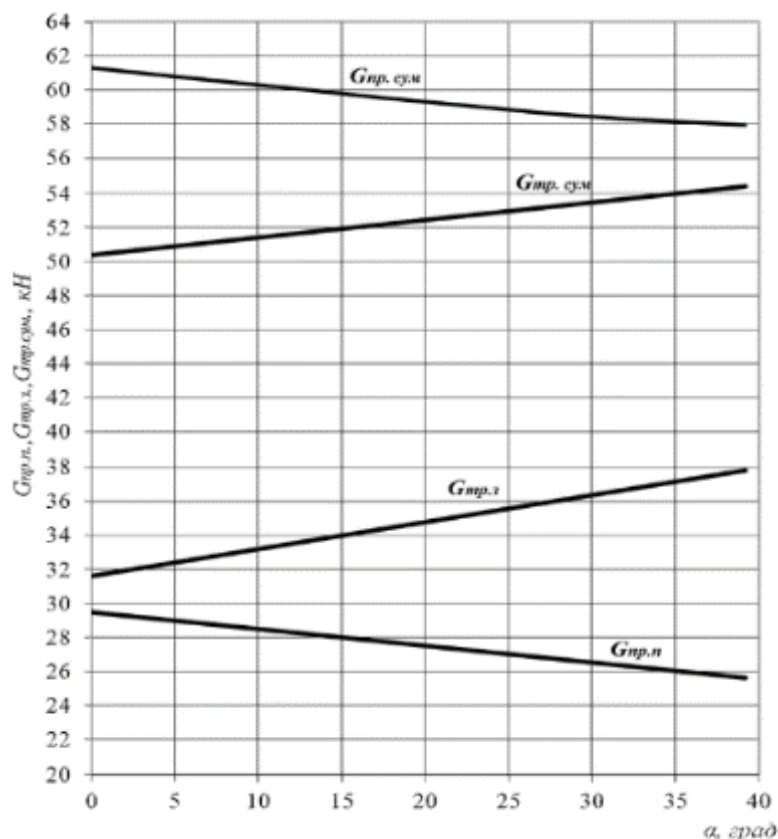


Рисунок 2 – Залежність вертикальних навантажень на передні колеса причепа та на задні колеса трактора, а також сумарної ваги трактора та причепа від кута нахилу дишла причепа

При побудові рисунка 2 сумарну вагу трактора і причепа визначали як суму ваг, що припадають на їх задні та передні колеса, визначені відповідно до виразів

1-4. З залежності, представленої на малюнку 3, видно, що зі збільшенням кута нахилу дишла причепа за допомогою тягово-зчіпного пристрою плаваючого типу передні колеса причепа Гпр.п. розвантажуються, а задні колеса трактора Стр.з. довантажуються, при цьому спостерігається зростання експлуатаційної ваги Стр.сум. трактори загалом.

Так, отримано, що при збільшенні кута нахилу дишла причепа від 0 до 40 градусів, навантаження на передніх колесах причепа знижується з 29,5 до 25 кН, при цьому навантаження на задніх колесах трактора збільшується з 31 до 38 кН. При цьому сумарна експлуатаційна вага трактора також збільшується з 50 до 55 кН.

Розрахунок проводився на прикладі трактора тягового класу 2 в агрегаті з двовісним причепом вагою 61 кН. Що стосується обмежуючих факторів у довантаженні провідних коліс трактора (керованість передніх коліс трактора та допустиме навантаження на задні колеса трактора), то перевищення допустимих навантажень не спостерігалось.

Таким чином, наведені результати показують, що оснащення тракторно-транспортного агрегату тягово-зчіпним пристроєм плаваючого типу дозволяє забезпечити регульоване коригування вертикальних навантажень на колеса агрегату (іншими словами, забезпечити регулювання тягово-зчіпних властивостей).

#### **Список використаних джерел:**

1. Поляшенко С.О., Єсіпов О.В. Дослідження стійкості руху двовісного причепа при роботі з бурякозбиральним комбайном // Зб. наук. пр., Вісник ХНТУСГ // «Механізація сільськогосподарського виробництва» Харків: ХНТУСГ, 2018. Вип. № 190 .

2. А.В. Ворохобин Результаты исследований усовершенствованной конструкции тягово-сцепного устройства трактора // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2016. – № 4 (51) с.129-139.

3. Поляшенко С.О., Єсіпов О.В. Дослідження малих коливань одновісного причепа // Зб. наук. пр., Вісник ХНТУСГ// «Механізація сільськогосподарського виробництва» Харків: ХНТУСГ, – 2016 Вип. № 169 с.150-156.

4. Є.І. Калінін, М.Л. Шуляк, Поляшенко С.О. Дослідження горизонтально-поперечних коливань напівпричепу // Зб. наук. пр. Вісник ХНТУСГ// «Механізація сільськогосподарського виробництва» Харків: ХНТУСГ, –2016. – Вип. 169.



•

Секція 2

||| СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ  
МАШИНИ ТА ІНЖЕНЕРІЯ  
ТВАРИННИЦТВА

УДК 631.333:631.6

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ФЕРТИГАЦІЇ В СУЧАСНИХ СИСТЕМАХ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Пастухов В. І., д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Технологія внесення мінеральних добрив з поливною водою має значні переваги в порівнянні з традиційними способами внесення сухих туків з агрономічної, економічної і екологічної точок зору. Для реалізації цього способу в університеті розроблені нові технічні засоби.*

Застосування добрив на зрошувальних землях має специфічні особливості і вимагає більш високих норм внесення при відповідному рівні вологості ґрунту. Однією з головних задач системи застосування добрив є забезпечення культурних рослин живильними речовинами у той період, коли вони особливо чутливі до їхнього недолику і у період найбільшої потреби.

На певному етапі розвитку сільськогосподарських культур запас елементів живлення в ґрунті виснажується, і заповнити дефіцит можливо в основному або з повітря, або з поливною водою. Дощування з позакореновими підживленням відкриває широкі можливості для керування ростом і розвитком рослин.

Практично реалізувати внесення добрив з поливною водою почали вивчати і застосовувати на початку 30-х років, у кінці 60-х – він отримав назву «фертигація» (від англ. fertilizer – добрива і irrigation – зрошування).

Вивчення взаємодії зрошення і добрив показує, що збільшення врожаю від спільного впливу води і живильних речовин перевищує суму збільшень від роздільної дії цих двох факторів. Звичайно при правильному поливному режимі і загальному високому рівні агротехніки, стосовно до різних ґрунтово-кліматичних умов і особливостей сільськогосподарських рослин, збільшення врожаю за рахунок добрив досягає 30-100% і більше відносно неудобреного контролю і значно перевищують їх дію у богарному землеробстві. Добрива дозволяють більш продуктивно поглинати вологу, тому що в широкому змісті ефективність споживання води при вирощуванні сільськогосподарських культур означає виробництво можливої кількості продукції на одиницю використаної води.

Крім агрономічної ефективності фертигації слід відзначити ще низку переваг перед іншими способами внесення добрив:

– відпадає необхідність застосування машинно-тракторних агрегатів (МТА), що веде до зниження кількості машин для внесення добрив (культиваторів-підживлювачів). Крім того, зменшується кількість проходів МТА по зволоженому полю і, таким чином, менше ущільнюється ґрунт; колії від МТА створюють умови для утворення струмків води під час зрошення, що є приводом до водної ерозії ґрунтів;

– фертигація дозволяє вносити добрив практично улюбий строк вегетації рослин, незважаючи на їх висоту і стан міжрядь;

– при внесенні добрив по принципу «мало і часто» рослини отримують

додатково в критичні періоди свого розвитку ті елементи живлення, які вони потребують в залежності від ступеню зволоження ґрунту і таким чином забезпечують більш повне використання добрив.

До переваг фертигації слід віднести і можливість розподілення добрив по глибині ґрунту в залежності від фаз розвитку рослин і глибини розташування кореневої системи. Змінюючи дози і час введення їх у поливний потік, можна керувати процесами переміщення елементів живлення в активному шарі ґрунту і тим самим сприяти ефективному використанню добрив рослинами.

З точки зору економічної ефективності фертигація обумовлена зменшенням витрат праці і засобів механізації за рахунок виключення ряду операцій, обов'язкових при звичайних механічних способах внесення добрив. В середньому витрати праці при внесенні одночасно зі зрошуванням знижуються до 80%.

Дуже ефективною є фертигація при застосуванні системи краплинного зрошення. Це обумовлюється окрім перелічених переваг ще й тим, що більшість елементів системи краплинного зрошення (СКЗ) виготовлена з полімерів, що усуває небезпеку їх руйнування внаслідок корозії при взаємодії з мінеральними добривами.

На сьогодні при використанні СКЗ для внесення добрив застосовується в основному три типи пристроїв: балонна система, яка діє по принципу давно відомого гідропідживлювача до «Волжанки» ГПД-50; інжектор «Вентурі»; пропорційний насос-дозатор типу MixRite. Всі ці пристрої можна віднести до безпривідних гідропідживлювачів. Окрім вище перелічених моделей можна застосовувати наші розробки, які діють по принципу витискання (мембранні баки).

Крім того, вважаючи, що СКЗ у більшості випадків застосовується на невеликих площах, тобто відстані до джерел напруги невеликі, замість застосування серійного інжектора Вентурі, що вимагає звужування потоку води, можна з успіхом використовувати насоси-дозатори, або просто насоси невеликої продуктивності: вібраційні насоси типу «Малиш», «Струмок».

Розроблена і перевірена конструкція насоса-дозатора, який працює на постійному току напругою 12В, тобто для його застосування достатньо автомобільної акумуляторної батареї. Таким чином, його можна підключити улюбій точці СКЗ. За даними дослідів, граничний вміст добрив у зрошувальній воді для сільськогосподарських культур концентрації добрив знаходяться в межах 0,2 – 0,3 %. Концентрації 0,3 – 0,6 % класифікуються як умовно допустимі, а вище 0,6 % - як недопустимі.

### **Список використаних джерел:**

1. Пастухов В.І. Перспективи розвитку промислового виробництва овочів в Харківському регіоні. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Вип. 124, Т.1. Харків. 2011. С.308-313.

УДК 621.929.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

Семенцов В.В. к.т.н., доц., Дубовик М.О., Заяц М.І., Мусатов М.А.

*Державний біотехнологічний університет*

*In the article are given the decisions of intensification of processes of dosing of friable materials and basic directions of their implementations.*

Важливою умовою високоефективного використання концентрованих кормів при виробництві продукції тваринництва є їх збагачення вітамінами, мікроелементами, амінокислотами та мінеральними речовинами (відповідно до запланованої продуктивності). Особливо це набуває значення при промисловому утриманні тварин і птиці, коли вони ізольовані від навколишнього середовища і корм стає головною ланкою, яке пов'язує тварин з навколишнім середовищем.

Тому виникає необхідність в створенні таких дозуючих пристроїв, які здатні працювати в широкому діапазоні зміни їх продуктивності при різних фізико-механічних властивості компонентів, відрізнятися простотою конструкції, високою технологічною надійністю, простотою настройки на задану продуктивність, мати невисоку вартість і головне низьку енергоємність.

В результаті виконаних аналітичних досліджень способів дозування сипких матеріалів і конструкцій дозаторів ми прийшли до висновку, що з метою зниження енергетичних витрат на процес дозування як джерело енергії можуть бути використані гравітаційні сили.

На наш погляд, з метою використання гравітаційних сил, при здійсненні процесу дозування, сипучому матеріалу потрібно надати такі властивості, які будуть спонукати його до закінчення і такого явища можна домогтися при його розрідження.

Базуючись на даній гіпотезі нами пропонується створити таку конструкцію дозатора в якій розрідження сипучого матеріалу буде відбуватися за рахунок руйнування склепінь, які утворюються над випускними отворами з діаметрами здатними створити склепіння, а витікання корму буде відбуватися за рахунок гравітаційних сил.

### **Список використаних джерел:**

1. В.В. Семенцов, В.І. Семенцов Визначення економічної ефективності використання гравітаційного дозатора преміксів / В.В. Семенцов, В.І. Семенцов // Вісник ХНТУСГ. - Випуск 183. Харків, 2017. - С. 53-57.

2. В.В. Семенцов. Теоретичне дослідження руху сипких матеріалів в бункерах Проблеми надійності машин/ Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. - Харків: ХНТУСГ, 2019. - Вип. 205. – С. 249-256.

УДК 628.9

## РЕГУЛЮВАННЯ МІКРОКЛІМАТУ В ПРИМІЩЕННІ ДЛЯ УТРИМАННЯ ПТИЦІ

Семенцов В.І. к.т.н., доц., Нагорний В.В., Сиволап В.О., Соколов Д.Д.

*Державний біотехнологічний університет*

*Shows the direction of reduction of electricity consumption through poultry farming the use of energy-saving technological methods in lighting systems.*

Високі витрати енергетичних і кормових ресурсів за експлуатації старого обладнання зумовлюють високу собівартість продукції птахівництва і низьку її конкурентоздатність. В цих затратах суттєву частку займають витрати електроенергії на технологічні процеси. Як відомо, у технологічному процесі виробництва харчових яєць на кожну тисячу отриманих яєць витрачається близько 11-20 кВт-год електроенергії, з них близько 50% - на освітлення, 45% - на вентиляцію, 3,5% - на роздачу корму, збір яєць та видалення посліду. Тому застосування енергозберігаючих технологічних прийомів в системах освітлення птахівничих приміщень суттєво вплине на зменшення витрат електроенергії і покращення технології вирощування і утримання птиці, при формуванні мікроклімату.

Одним із перспективних напрямів удосконалення систем освітлення, із метою зменшення витрат електроенергії, є використання сучасних джерел світла – світлодіодних ламп. Світлодіодна лампа – напівпровідниковий пристрій, випромінюючий некогерентне світло при пропусканні через нього електричного струму. Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить у вузькій ділянці спектру, а його колір залежать від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника. Сучасні світлодіоди можуть випромінювати на довжині хвилі від інфрачервоної до близького ультрафіолету. Світлодіодні лампи, якщо порівняти їх з іншими лампами, розраховані на 50-100 тисяч годин безперервної роботи, в той час, як для люмінесцентні на 10-13 тисяч годин, а звичайних ламп розжарювання - 750-1000 годин. Головною перевагою світлодіодні лампи є їх безпека. Вони на відміну від люмінесцентних ламп не містять парів ртуті й не піддаються механічним пошкодженням у тій мірі, як звичайні лампи розжарювання.

Але на сьогоднішній час, науковцями і спеціалістами, не досконало вивчено застосування світлодіодних джерел світла з використанням переривчастих режимів освітлення і впливу освітлення на продуктивні показники птиці.

### **Список використаних джерел:**

1. Семенцов В.І., Науменко О.А., Чигрин О.А., Палий А.П., Нагорний С.А. и др. Роботизированные системы в животноводстве. Навчальний посібник. Навчальний посібник. – Х.: «Міськдрук», 2015 р. – 172с.

УДК 631.362

## РЕЗУЛЬТАТИ ДООЧИЩЕННЯ ТА СОРТУВАННЯ НАСІННЯ АМАРАНТУ НА ВІБРОФРИКЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ

Михайлов А.Д., доц., Дьомін Т.Л., Шестов К.Г., студенти

*Державний біотехнологічний університет*

*Використовуючи віброфрикційний сепаратор для доочищення і сортування насіння амаранту є можливість із некондиційного насінневого матеріалу отримати 94,2% насіння основної культури з високими посівними якостями*

Одним із головних факторів, якій суттєво впливає на збільшення врожайності амаранту, є своєчасна та якісна післязбиральна обробка, тобто підготовка насіння з високими посівними показниками [1,2].

Вихідний насінневий матеріал амаранту був засмічений насінням бур'янів: лободою білою, щирцею звичайною і загнутою, пирієм повзучим, домішками та неповноцінним насінням основної культури.

Насіння амаранту було некондиційним і не відповідало показникам якості. Вміст насіння основної культури - 89,7%, всього насіння бур'янів - 8,2%, у тому числі насіння щирци звичайної - 2,6%, щирци загнутої - 2,0%, лободи білої - 3,6%, домішок - 1,3%, неповноцінного насіння основної культури - 0,8%.

Доочищення і сортування насінневого матеріалу амаранту на віброфрикційному сепараторі [3] показує, що до першої фракції потрапило 19,8% насіння основної культури, у якого вміст насіння амаранту, у порівнянні з вихідним матеріалом, збільшилось на 9,4%.

Насіння щирци звичайної та лободи білої до цієї фракції потрапило у рівних пропорціях і склало 0,2%. У два рази менше перемістилося насіння щирци загнутої у кількості 0,1%.

Пояснюється це тим, що насіння цих бур'янів близько співпадає за фізико-механічними властивостями із насінням амаранту.

У цю фракцію потрапили також у незначній кількості (0,2%) домішки та неповноцінне (0,2%) насіння основної культури.

Це не вплинуло на якість насіння амаранту і воно відповідало вимогам Державного стандарту [4].

Маса 1000 насінин амаранту фракції, у порівнянні з вихідним насінням, підвищилась на 0,26 г.

До другої фракції надійшло 36,3% насінневої суміші амаранту (від загальної маси), у якій чистота насіння основної культури також суттєво підвищилась, у порівнянні з вихідною, на 8,9%.

Сюди ж перемістилося у незначній кількості і насіння бур'янів: щирци звичайної, загнутої, лободи білої, відповідно, у кількості: 0,3%; 0,2% і 0,4%, домішок 0,3% та 0,2% щуплого, травмованого і недорозвиненого насіння амаранту.

Відбулося також підвищення на 0,24г маси 1000 насінин основної

культури, у порівнянні з вихідним.

Повноцінне насіння амаранту у кількості 22,7% (від загальної маси вихідної суміші) надійшло до третьої фракції.

За чистотою (98,1%) воно перевищує вихідну суміш на 8,4%. Вона містила у себе всього 1,2% насіння бур'янів, у тому числі, 0,5% і 0,4%, відповідно, насіння щиряці звичайної та загнутаї, насіння лободи білої - 0,3%. До неї також перемістилися разом з насінням бур'янів 0,5% домішок, що не вплинуло на якість насіння основної культури. Неповноцінне насіння амаранту знаходилось у межах 0,4%.

На 0,15г підвищилась маса 1000 насінин амаранту, у порівнянні з вихідним насінням.

При розподіленні вихідної суміші до четвертої фракції потрапив насіннєвий матеріал амаранту у кількості 15,4% (від вихідної загальної маси).

Як і у всіх попередніх фракціях чистота насіння також збільшилась і складає 96,3%, що на 6,6% перевищує вміст насіння основної культури вихідного суміші.

Кількість насіння бур'янів склало 1,4%. З них порівну 0,5% насіння щиряці звичайної і лободи білої та 0,4% насіння щиряці загнутаї.

Зменшилося кількість домішок і неповноцінного насіння амаранту, відповідно, на 0,5% і 0,3%, у порівнянні з вихідним насінням амаранту.

Маса 1000 насінин амаранту склала 0,87г, що на 0,5г більше аналогічного показника вихідного насіння.

Значна кількість насіння бур'янів, домішок і неповноцінного насіння амаранту перемістилося до п'ятої фракції.

При цьому вихід насіннєвої суміші склав 5,8% від загальної маси.

Вміст насіння амаранту дорівнювалося тільки 29,6%, що 70,4% нижче ніж у вихідного матеріалу.

Значна кількість насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння амаранту, яке сюди потрапило пояснюється тим, що воно менш пружне, відрізнялося фрикційними властивостями і формою від насіння амаранту. Надійшло насіння бур'янів у кількості 52,3%, у тому числі: щиряці звичайної - 21,6%, загнутаї - 20,9%, лободи білої - 9,8%.

Домішок і неповноцінного насіння основної культури у цієї фракції знаходилося, відповідно, 12,1% та 6,0%,.

У порівнянні з вихідним насіннєвим матеріалом маса 1000 насінин зменшилася у двічі і дорівнювалася 0,36 г.

Проаналізував проведені експериментальні дослідження та отримані результати посівних якостей насіння амаранту при сепарації його на віброфрикційному сепараторі можна зробити наступний висновок.

Суттєва різниця фізико-механічних властивостей компонентів насіннєвої суміші амаранту дозволяє на запропонованому сепараторі виконати якісне їх розділення.

Отримали 94,2% насіння амаранту з високими посівними якостями, які на 8,9% перевищують вихідну суміш.

Одночасно відбувається і сортування насіння амаранту за рахунок

видалення недорозвиненого, травмованого, щуплого насіння основної культури у відхід.

Використовуючи віброфрикційний сепаратор, є можливість виділити не тільки важковідокремлюване насіння бур'янів та домішки, а і суттєво підвищити масу 1000 насінин амаранту, тобто виконати сортування насінневого матеріалу.

#### **Список використаних джерел:**

1. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95 с.

2. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.

3. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.

4. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

**УДК 631.362**

### **ПІДВИЩЕННЯ ПОСІВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАСІННЯ ЛЬОНУ НА ВІБРАЦІЙНОМУ СЕПАРАТОРІ З БЛОЧНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ**

**Михайлов А.Д., доц., Челапко Д.О., Ігуменшев А.О., студенти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Використання вібраційного сепаратора для доочищення та сортування насінневої суміші льону дозволило із некондиційного вихідного матеріалу отримати 93,7% насіння основної культури з високими посівними показниками*

Рівень виробництва льону безпосередньо залежить від застосування інноваційних технологій підготовки насінневого матеріалу і сучасних технічних засобів для його післязбиральної обробки [1].

Насіння льону може мати наступні види бур'янів і засмічувачі: лободу білу, мишій, щиріцю, амброзію, просо куряче, осот польовий і жовтий, неповноцінне насіння основної культури, частини коробочок та ін.

В залежності від того яке насіння треба отримати за якістю і для якої мети воно буде використано проводили доочищення насіння льону.

На підставі складу, фізико-механічних властивостей, видів, кількості насіння бур'янів і домішок, вологості та інших показників вихідного насінневого матеріалу льону спочатку встановили конструктивно-кінематичні параметри вібраційного сепаратора [2].

Після цього у вихідному матеріалі льону були визначені види різних засмічувачів. У нашому випадку насіннева суміш льону мала наступне насіння бур'янів: лободу білу, мишій, осот жовтий. Також вона містила у себе щупле, травмоване, недорозвинене насіння основної культури та частини коробочок.



Згідно ДСТУ [3], насіння льону за посівними якостями повинно відповідати наступним показникам: сортова чистота насіння льону повинна бути не нижче 98,0%; мінімальний вміст насіння основної культури - 97,0%; максимальна кількість насіння культурних рослин - 40,0 шт./кг; насіння бур'янів - 500,0 шт./кг; мінімальна схожість - 80,0%; вологість - 12,0%.

За вмістом насіння основної культури вихідна насіннева суміш льону не відповідала вказаним критеріям і мала: чистоту насіння - 91,4%, наявність насіння бур'янів - 6,2%, у тому числі насіння лободи білої - 2,3%, осоту жовтого - 2,1%, мишію - 1,5%, а також вона містила неповноцінне насіння основної культури - 1,3% та частини коробочок - 1,1%.

Регульовальні параметри вібраційного сепаратора були прийняті наступними: амплітуда коливань - 1,1 мм, частота - 185,0 с<sup>-1</sup>, кути: спрямованості - 28,0°, поздовжній нахил робочого органу - 4,1°, поперечний - 2,2°.

Дуже важливо враховувати оптимальне співвідношення між якістю насіння льону і продуктивністю вібраційного сепаратора. Тому подача насінневої суміші льону на блочний робочий орган була прийнята 2,8 кг/год. на одну площину.

Компоненти насінневого матеріалу льону переміщувалися до п'яти приймальників.

На вібраційному сепараторі доочищення вихідної насінневої суміші льону відбувалось за один пропуск.

Розділення насіння льону від насіння бур'янів, неповноцінного (травмованого, битого, пошкодженого) насіння основної культури та частини коробочок показує, що до першого приймальника потрапило 4,2% насіння льону, у якого вміст насіння основної культури, у порівнянні з вихідною сумішшю, підвищилось на 7,8%.

Лише 0,6% насіння осоту жовтого потрапило у цей приймальник одночасно з насінням льону. Насіння лободи білої та мишію переміщувалося більше угору тому, що воно значно відрізняються від насіння льону за формою, фрикційними властивостями та пружністю. У цей приймальник потрапило також неповноцінне (1,3%) насіння основної культури і 1,1% частини коробочок. Але це не яким чином не вплинуло на якість насіння льону.

Маса 1000 насінин льону, у порівнянні з вихідним насінням, підвищилась на 0,98 г.

У другий приймальник надійшло 25,7% насінневої суміші льону (від загальної маси), у якої чистота насіння збільшилась, у порівнянні з вихідною, на 7,7%.

Так саме, як і у перший приймальник, до нього перемістилося тільки насіння осоту жовтого у кількості 0,5%. Насіння лободи білої та мишію сюди не потрапило - воно за тими ж причинами, як у першому випадку, рухалось у п'ятий приймальник. Також сюди перемістилося 0,3% травмованого насіння льону і 0,1% частини коробочок.

На 0,86 г у ньому збільшилася маса 1000 насінин основної культури, у порівнянні з вихідним насінням.

Кількість насіння льону третього приймальника склало найбільше

значення - 32,1% (від загальної маси вихідної суміші).

Його вміст за чистотою (98,7%) перевищує вихідну суміш на 7,3%. Вона містила у себе 0,9% насіння бур'янів, у тому числі, 0,2% насіння лободи білої, 0,4% осоту жовтого та 0,3% мишію.

Щупле насіння льону знаходилось у межах 0,3% та 0,1% частини коробочок.

На 0,67 г підвищилась маса 1000 насінин льону, у порівнянні з вихідним насінням.

Вихід якісного насінневого матеріалу льону (31,7% від загальної маси) знаходилося також і у четвертому приймальному. Вміст насіння льону у ньому перевищує вихідне насіння на 7,1%.

Загальна кількість насіння бур'янів як і попередньому приймальному було 0,9% (0,1%; 0,5%; 0,3%, відповідно, насіння: лободи білої, осоту жовтого, мишію).

У порівнянні з вихідною сумішшю, неповноцінного насіння основної культури і частини коробочок зменшилося на 0,8%.

Маса 1000 насінин льону цього приймального склала 4,75 г, що на 0,49 г більше маси вихідного насіння.

Значна кількість насіння бур'янів, неповноцінного насіння льону і частини коробочок перемістилося до п'ятого (останнього-верхнього) приймального. Вихід насіння склав 6,3% від загальної маси суміші.

Вміст насіння льону у ньому лише 35,3%, що на 56,1% менше ніж у вихідного матеріалу.

Насіння бур'янів надійшло у кількості 49,8%, у тому числі: лободи білої - 17,4%, осоту жовтого - 13,6%, мишію - 18,7%.

Значна кількість (7,6%) знаходилося у ньому неповноцінного насіння основної культури і 7,3% частини коробочок.

Що стосується маси 1000 насінин, то вона зменшилася на 1,35 г і дорівнювалася 2,91 г.

Аналіз отриманих результатів посівних показників насіння льону при доочищенні та сортуванні його на вібраційному сепараторі з блочним робочим органом дозволяє зробити наступний висновок.

Чим більша різниця фізико-механічних властивостей (фрикційних, пружних, форми) насіння льону, насіння бур'янів, неповноцінного насіння основної культури, частини коробочок тим, ступінь їх сепарації буде максимальною.

При цьому на 8,2% вдалося підвищити вміст насіння льону та отримати 93,7% насіння основної культури з високими посівними показниками.

Треба обов'язково підкреслити, що одночасно відбувається і сортування насіння льону за рахунок видалення травмованого, недорозвиненого, з низькою масою 1000 насінин, щуплого, битого насіння основної культури у відхід.

Багато дослідників рахують, чим вище маса 1000 насінин, тим насіння має більшу схожість та енергію проростання.

У нашому випадку, використовуючи вібраційний сепаратор, є можливість виділити не тільки важковідокремлюване насіння бур'янів, а і суттєво підвищити

масу 1000 насінин льону, тобто виконати і сортування насіння цієї культури.

### **Список використаних джерел:**

1. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95 с.
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. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

**УДК 631.362**

## **СЕПАРАЦІЯ НАСІННЕВОЇ СУМІШІ ОВОЧЕВОГО ГОРОХУ НА ВІБРАЦІЙНІЙ НАСІННЕОЧИСНІЙ МАШИНІ**

**Михайлов А.Д., доц., Челапко Д.О., Калина С.Ю., студенти**

*Державний біотехнологічний університет*

*Застосування вібраційної насіннеочисної машини для сепарації насінневої суміші овочевого гороху дає можливість із некондиційного вихідного матеріалу отримати 97,9% насіння основної культури з високими посівними властивостями*

Вирощування сільськогосподарських культур, у тому числі овочевого гороху, в Україні у теперішній час характеризується високою потенційною засміченістю насінням бур'янів та домішками насіння основної культури.

До насіння бур'янів посівного гороху відносяться наступні: амброзія полониста, щиріця звичайна, гірчак березкоподібний, жабрій звичайний, гірчиця польова, рутка лікарська та інші.

У зв'язку з цим, підвищення врожаю овочевого гороху та зменшення його втрат від бур'янів, хвороб та шкідників зараз має важливе значення і є актуальною задачею.

Тому своєчасна, якісна та правильна післязбиральна обробка насінневої суміші гороху овочевого (посівного), тобто підготовка висококондиційного насіння [1,2], також впливає на зменшення кількості насіння бур'янів, дозволяє зменшити норму висіву та підвищити врожайність.

Були проведені дослідження доочищення насіння овочевого гороху та видалення неповноцінного насіння основної культури на вібраційній насіннеочисній машині [4,5].

На підставі даних фізико-механічних властивостей компонентів насінневої суміші посівного гороху встановили конструктивно-кінематичні параметри машини [3].

Після цього у вихідної насінневої суміші овочевого гороху були визначені різні види насіння бур'янів та домішок. Це таке насіння: гірчак березкоподібний,

жабрій звичайний, гірчиця польова. Крім того насіннєвий матеріал посівного гороху містив інші домішки та неповноцінне насіння основної культури.

У відповідності до Державному стандарту України (ДСТУ 2240-93) [6] насіння гороху овочевого повинно мати наступні посівні показники: сортова чистота - 98,0%; вміст насіння основної культури мінімум - 97,0%; інших видів насіння культурних рослин максимум - 0,2%; максимальна кількість насіння бур'янів всього - 0,2%, мінімальна схожість - 85,0%; вологість максимум - 14,0%.

За вмістом насіння овочевого гороху вихідний насіннєвий матеріал був некондиційним та не відповідав показникам якості і мав: вміст насіння основної культури - 90,6%, насіння бур'янів - 6,8%, у тому числі насіння гірчака березкоподібного - 2,1%, жабрію звичайного - 2,7%, гірчиці польової - 2,0%, домішок - 1,4% та часток, половинок насіння основної культури - 1,2%.

Під час проведення дослідів на вібраційній насіннеочисній машині площини пакетів були облицьовані брезентом.

Установочні основні параметри вібраційної насіннеочисної машини були прийняті наступними: амплітуда коливань - 1,2 мм, частота коливань - 165,0 с<sup>-1</sup>, кут спрямованості - 29,0°, поздовжній кут нахил пакетів робочого органу - 2,8°, поперечний - 1,3°.

Продуктивність вібраційної насіннеочисної машини дорівнювалася 480,0 кг/год.

Доочищення вихідної насіннєвої суміші овочевого гороху на машині відбувалось за один пропуск.

Матеріал розділявся на фракції та потрапляв до п'яти приймачів.

Сепарація насіннєвої суміші гороху посівного на вібраційній насіннеочисній машині показує, що до першого приймача надійшло найбільша кількість (37,1% маса від загальної насіннєвої суміші) насіння основної культури, у якого вміст насіння гороху овочевого, у порівнянні з вихідним матеріалом, збільшилось на 8,7%.

Насіння гірчака березкоподібного та жабрію звичайного до нього потрапило у рівних частинах - по 0,1%, насіння гірчиці польової - 0,2%.

До цього приймача потрапило також у незначній кількості (0,3%) домішки та частки, половинки, щупле, невиповнене (0,1%) насіння основної культури.

Це не вплинуло на якість насіння овочевого гороху і воно відповідало вимогам ДСТУ [6].

Маса 1000 насінин визначалася для попередньої оцінки умов формування насіння та в залежності від цього для розрахунку норми висіву насіння гороху овочевого.

Визначення маси 1000 насінин посівного гороху проводилося також для з'ясування можливості видалення неповноцінної його частини на вібраційній насіннеочисній машині.

Маса 1000 насінин гороху овочевого першого приймача склала 242,6 г, що на 27,8 г більше, у порівнянні з вихідним насінням.

До другого приймача надійшло 29,8% насіннєвої суміші овочевого гороху (від загальної маси), у якої вміст насіння основної культури також значно підвищився, у порівнянні з вихідною сумішшю, на 8,1%.

До нього перемістилося у не значній кількості насіння бур'янів: гірчака березкоподібного, жабрію звичайного, гірчиці польової, відповідно, у кількості: 0,3%; 0,2% і 0,4%.

Домішок потрапило 0,3% та 0,1% часток і половинок насіння посівного гороху.

Збільшилася також на 26,1 г маса 1000 насінин основної культури, у порівнянні з вихідним насінням.

Кондиційне насіння гороху овочевого у кількості 24,6% (від загальної маси вихідної суміші) надійшло до третього приймача.

За чистотою (98,1%) воно перевищує вихідну суміш на 7,5%. Насіння містило у себе всього 1,1% насіння бур'янів, у тому числі: 0,4% гірчака березкоподібного, 0,3% жабрію звичайного, 0,4% гірчиці польової.

Сюди також перемістилися разом з насінням бур'янів у кількості 0,4% домішки, що не вплинуло на якість насіння основної культури - воно відповідає посівним вимогам.

Частки та половинки насіння гороху посівного знаходилось у межах 0,4%.

Підвищилась на 23,9 г маса 1000 насінин овочевого гороху, у порівнянні з вихідним насінням.

До четвертого приймача потрапив насінневий матеріал овочевого гороху у кількості 5,2% (від загальної маси вихідної суміші).

Вміст насіння посівного гороху також збільшився і складає 97,9%, що на 7,3% перевищує вміст насіння основної культури вихідного насіння.

Загальна кількість насіння бур'янів склало 1,2%. З них 0,5% насіння гірчака березкоподібного, лободи білої 0,3% жабрію звичайного, 0,4% гірчиці польової.

Зменшилося кількість домішок і неповноцінного насіння овочевого гороху, відповідно, на 0,9% і 0,8%, у порівнянні з вихідним насінням.

Маса 1000 насінин посівного гороху четвертого приймача склала 236,5 г, що на 20,8 г більше ніж у вихідного насіння.

Значна кількість насіння бур'янів, домішок, часток, половинок насіння посівного гороху перемістилося угору до п'ятого приймача.

Вихід насінневої суміші овочевого гороху складає 3,3% від загальної маси.

Вміст насіння основної культури при цьому складає лише 32,4%, що на 56,4% менше ніж у вихідного насінневого матеріалу.

Така кількість насіння бур'янів, домішок та неповноцінного насіння гороху овочевого, яке сюди потрапило свідчить про те, що воно відрізнялося фрикційними властивостями, формою, пружністю від насіння основної культури.

До п'ятого приймача потрапило насіння бур'янів у кількості 43,1%, у тому числі: насіння гірчака березкоподібного 19,2%, жабрію звичайного, 17,5% гірчиці польової 9,8%.

У ньому знаходилося домішок і неповноцінного насіння основної культури, відповідно, у кількості 6,4% та 16,2%.

У порівнянні з вихідним насінневим матеріалом маса 1000 насінин набагато зменшилася і дорівнювалася 187,3 г, що на 27,5 г нижче вихідного

насіння.

Аналіз проведених експериментальних досліджень та отримані результати посівних якостей насіння овочевого гороху при його доочищенні на вібраційній насіннеочисній машині свідчать про наступне.

Різниця пружних, фрикційних властивостей та форми компонентів насінневої суміші овочевого гороху дозволяє на вібраційній насіннеочисній машині виконати їх розділення.

При цьому є можливість отримати 97,9% насіння гороху посівного з високими посівними показниками, яке за вмістом насіння основної культури на 8,2% перевищує вихідну суміш.

Крім доочищення насіння разом відбувається і його сортування за рахунок виділення часток, половинок, щуплого насіння основної культури.

Застосування вібраційної насіннеочисної машини дає можливість виділити не тільки важковідокремлюване насіння бур'янів та домішки, а і суттєво підвищити масу 1000 насінин посівного гороху, тобто виконати сортування насінневого матеріалу.

Чим вище маса 1000 насінин гороху овочевого, тим насіння має більшу схожість, енергію проростання, що дозволяє зменшити його норму висіву та підвищити врожайність.

#### **Список використаних джерел:**

1. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машини, агрегати та комплекси для післязбиральної обробки зерна і насіння. - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95 с.

2. Михайлов А.Д. Підготовка до роботи спеціальних зерноочисних машин. Методичні вказівки до лабораторних робіт. - Харків: 2014. - 15 с.

3. Заика П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287с.

4. Заїка П.М., Бакум М.В., Михайлов А.Д. Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. с. 102.

5. 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.

6. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови. - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

УДК 631.316

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ

**Козаченко О.В., д.т.н., проф., Косачев Т.В, студент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто процес взаємодії з ґрунтовим середовищем робочого органу культиватора обладнаного елементами локального зміцнення леза.*

Зниження тягового опору та уповільнення швидкості зношування лап культиваторів можна здійснювати за рахунок обґрунтування раціональної форми та параметрів локального зміцнення по довжині леза. Лезо такої лапи при роботі приймає зубчастий профіль, який залежить від закону зміни кута розхилу, характеристик елементів локального зміцнення (твердість базового матеріалу та зміцнення, діаметр, крок розташування елементів зміцнення) та триботехнічних властивостей абразивного ґрунтового середовища. Підвищення ефективності робочих органів є можливим за умови створення математичних моделей взаємодії лап культиваторів з абразивним ґрунтовим середовищем.

Дослідженнями встановлено, що зменшення швидкості зношування в трибосистемі «лапа культиватора-ґрунт» зумовлюється мінімізацією нормальних напружень і рівномірних деформацій у всіх напрямках. При цьому процес руйнування ґрунту робочим органом доцільно виконувати за рахунок деформацій розтягу, зсуву та згину, що покладено в основу розробки критерія оптимізації цього процесу. Тому в результаті теоретичних досліджень необхідно визначити: геометричну форму поверхні лапи культиватора ( $F(x, y) = 0$ ) в залежності від фізико-механічних та реологічних властивостей ґрунту (коефіцієнт зчеплення  $k$ , кут внутрішнього тертя  $\rho$ , які залежать від вологості та щільності ґрунту  $\zeta$ ) і швидкості переміщення  $V$  та динаміку зміни геометричної форми поверхні леза лапи культиватора при зношуванні в залежності від параметрів періодичності ділянок локального зміцнення і швидкості переміщення  $V$ .

Згідно розроблених математичних моделей встановлена доцільність врахування основних вагомих триботехнічних характеристик ґрунтового середовища для обґрунтування раціональної форми леза та параметри локального зміцнення, що зумовлюють мінімізації швидкості зношування робочих органів та параметрів локального зміцнення леза лап культиваторів.

### **Список використаних джерел**

1. Козаченко О.В. Теоретичне обґрунтування раціональної геометричної форми лапи культиватора / О.В.Козаченко, В.С.Каденко, О.М.Шкрєгаль // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів. Вип.10/1 (29), 2016. С.48 - 52.

2. Козаченко О.В. забезпечення ефективності робочих органів культиваторів: монографія / О.В. Козаченко, О.М. Шкрєгаль, В.М. Каденко. – Харків, ПромАрт, 2021. 238 с.

УДК 631.316

## ДО ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРУЖНОЇ СТІЙКИ ДИСКОВОГО ЗНАРЯДДЯ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Рекута І.В., студент

*Державний біотехнологічний університет*

*Виконано моделювання процесу деформації пружної стійки дискового знаряддя, складено систему диференційних рівнянь в загальному вигляді та розроблено відповідний програмний код, який дозволяє визначити напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки.*

Сучасні технології виробництва сільськогосподарських культур передбачають широке застосування для поверхневого обробітку ґрунту знаряддя на основі дискових робочих органів із застосуванням індивідуального їх кріплення на пружних стійках, що зумовлює низку переваг щодо якості виконання та енергоємності технологічного процесу.

Метою роботи було дослідження процесу деформації пружної стійки, що розглянуто з урахуванням наступних припущень і спрощень: пружна стійка є абсолютно пружною, тобто її стан можна описати рівнянням рівноваги, рівняннями закону Гука і залежністю між компонентами тензора деформацій і компонентами вектора переміщення; процес деформації відбувається в двох напрямках, що дозволило розглядати плоску систему координат; пружна стійка має форму спіралі і може бути описана функцією в полярній системі координат [1, 2].

За результаті аналітичних досліджень динамічної моделі процесу деформації пружної стійки дискатора будь-якої форми складено систему диференційних рівнянь в загальному вигляді та розроблено відповідний програмний код в програмному пакеті Mathematica, який дозволяє визначити напруження, відносні і абсолютні деформації в кожній точці пружної стійки. Приймаючи форму пружної стійки дискатора за спіраль Архімеда, тобто функції її границь задані у полярних координатах, із параметри геометричної форми  $a$  (шаг спіралі),  $b$  (зміщення спіралі вздовж радіальної координати),  $h$  (товщина пружної стійки), визначено її еквівалентну фізико-математичну модель у вигляді жорсткого математичного маятника довжиною  $l$ , до вантажу якого закріплено дві пружини вздовж осей  $Ox$  і  $Oz$  із коефіцієнтами жорсткості  $k_x$  і  $k_z$  відповідно, які відхиляють його на кут  $\varphi$ . Встановлені залежності коефіцієнтів жорсткості  $k_x$  і  $k_z$ , довжини  $l$  і кута  $\varphi$  еквівалентної фізико-математичної моделі пружної стійки дискатора із параметри геометричної форми  $a = 0,8$  м,  $b = 0$  м,  $h = 0,01$  м від значень сил  $F_{ex}$  і  $F_{ez}$ , що діють на вільний кінець стійки вздовж осей  $Ox$  і  $Oz$ .

### Список використаних джерел:

1. Козаченко О.В. Динамічна модель процесу деформації пружної стійки дискатора / О.В. Козаченко, К.В. Седих // Техніка та енергетика. Київ: НУБіП, №11(3), 2020. С. 31-39.
2. Kozachenko O., Aliiev E., Sedykh K. Results of investigation of the spring shank disc harrow performance. U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 83, Issue 4, 2021. 123-140.



УДК 631.3.004

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ

Козаченко О.В., д.т.н., проф., Косачев В.Н., студент

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано методи енергетичної оцінки сільськогосподарського агрегату, встановлена залежність похибки визначення потужності для процесу з коливанням навколо середньої швидкості руху.*

Визначення комплексних показників енергетичної оцінки передбачає мінімізацію похибки вимірювань середніх значень потужності, що дозволяє вибрати найбільш раціональний варіант агрегату при порівняльних випробуваннях або при створенні нових зразків. При цьому показником ефективності приймають безрозмірний коефіцієнт, що є відношенням енергоємності технологічних процесів, що виконуються серійними і новими машинами, що є проблемним з точки зору точності отриманих результатів.

При моделюванні прийнято, що швидкість руху сільськогосподарського агрегату при виконанні технологічного процесу коливається навколо заданого середнього значення. При цьому рух агрегату можна розглядати як дві складові: переміщення агрегату із заданою постійною швидкістю  $V_0$ ; коливний рух відносно  $V_0$  на величину  $\Delta V$ .

При руху агрегату діюча в напрямку осі X сила  $P_X$  дорівнюватиме:

$$P_X = P \cdot \sin \omega t, \quad (1)$$

а закон руху точки по цій же осі має вигляд:

$$X = \frac{P}{m\omega^2} (\omega t - \sin \omega t). \quad (2)$$

З (2) можна отримати значення швидкості руху  $V_X$ :

$$V_X = \frac{P}{m\omega} (1 - \cos \omega t) = V_0 - \frac{P}{m\omega} \cos \omega t. \quad (3)$$

Визначимо в деякий довільний час  $t$  миттєву потужність  $N_t$  як:

$$N_t = P_t \cdot V_t, \quad (4)$$

де  $P_t$ ,  $V_t$  – миттєві значення сили  $P_t$  та швидкості  $V_t$ .

При цьому середнє значення потужності визначається залежністю:

$$\bar{N}_t = \bar{P}_t \cdot \bar{V}_t, \quad (5)$$

де  $\bar{P}_t$ ,  $\bar{V}_t$  – середні значення сили і швидкості.

Слід зазначити, що формула (5) є дійсною для випадку, коли  $P_t$  і  $V_t$  не є корельованими величинами. В протилежному випадку в рівняння (5) слід додати кореляційний момент  $K_{PV}$ , який визначається:

$$K_{PV} = M [(P_t - \bar{P}_t) \cdot (V_t - \bar{V}_t)]. \quad (6)$$

Формулу (6) можна також записати і для потужності, що визначається за пройденим шляхом. Визначивши середні значення сил і швидкостей за чверть

періоду, отримаємо середні значення потужності за часом і пройденим шляхом:

$$\begin{aligned}\bar{N}_t &= \frac{2P \cdot V_0}{\pi} \pm \frac{4P^2}{\pi^2 m \omega}; \\ \bar{N}_X &= \frac{2P \cdot V_0}{\pi} \pm \frac{P^2}{\pi m \omega}.\end{aligned}\quad (7)$$

Із (7) випливає, що середнє значення потужності включає складову, яка залежить від швидкості руху  $V_0$  і не залежить від  $t$  та  $X$ . Якщо  $\bar{N}_X$  взяти з позитивним знаком, тобто максимальне значення потужності, то похибка вимірювань  $\varepsilon$  визначається:

$$\varepsilon = \frac{4/\pi - 1}{2m\omega V_0/P + 1}.\quad (8)$$

Позначивши відношення  $\Delta V/V_0 = K$  формулу (8) можна представити у наступному вигляді:

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon_{\max}}{1/K + 1}.\quad (9)$$

Результати розрахунків похибки  $\varepsilon$  в залежності від  $K$  показали, що при  $K = 0$ , коли процес відбувається при постійній швидкості руху, різниця в оцінці середніх значень потужності за часом і пройденим шляхом відсутня. Другий граничний випадок, коли  $K = \infty$  і відбувається чисто коливний процес, призводить до отримання максимального значення похибки. Приймаючи до уваги коливання швидкості руху в межах 20-30%, середні значення оцінки потужності за часом і пройденим шляхом відрізнятимуться на 17-23 % від максимальної похибки чисто коливного процесу.

### Список використаних джерел:

1. Козаченко О.В. До методики визначення енергоємності сільськогосподарських агрегатів// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. Вип 103. С.244 - 249.
2. Козаченко О.В. Визначення енерговитрат основного обробітку ґрунту в умовах мостового землеробства / О.В.Козаченко, О.В.Блезнюк, В.М.Шкрегаль // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». Суми, 2010. Вип. 1(21) . С.29 – 33.
3. Козаченко О.В. Проблеми ресурсозбереження у сільськогосподарських агрегатах: наукове видання. Харків: Торнадо, 2008. – 272с.

УДК 631.362

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ВІБРО-ПНЕВМАТИЧНОГО СЕПАРАТОРА НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЙОГО РОБОТИ

Бакум М.В. к.т.н., доц., Крекот М.М., к.т.н., доц., Сіняєва О.В., ст. викл., Сільонов І.С. студ.

*Державний біотехнологічний університет*

*Досліджено вплив основних регульованих параметрів вібро-пневматичного сепаратора на масу 1000 насінин очищеної фракції, яку було отримано максимально 55,26 г при значенні для вихідної суміші 47,07 г.*

Очищення насіння різноманітних сільськогосподарських культур є обов'язковою операцією у всіх технологіях виробництва і переробки зернопродуктів, а забезпечення оптимальних режимів роботи сепараторів необхідне для забезпечення їх високої продуктивності і якості роботи.

Для проведення досліджень було взято насіння соняшнику сорту Титанік, вирощене на фермерських полях без внесення додаткових добрив і обробки необхідними пестицидами. Тому якість вихідного матеріалу була на низькому рівні. Оскільки вихідний зерновий матеріал в подальшому не використовувався з цілю посіву, то досліджуваним показником якості було взято масу 1000 насінин. Цей показник напряму пов'язаний з виповністю зернового матеріалу і чим він вище, тим якісніший матеріал для подальшої переробки. Відомо що маса 1000 насінин соняшнику варіюється в межах від 40 г до 80 г. Маса 1000 насінин вихідного матеріалу складала 47,07 г, що підтверджує його невисоку якість.

Дослідження виконували на лабораторній установці в якій змінювалися такі параметри як кут нахилу пластин, швидкість повітряного потоку, частота вібрації, амплітуда вібрації, відстань між робочими пластинами. Досліджувані параметри змінювалися в таких межах кут нахилу пластин  $\alpha$  від  $40^\circ$  до  $90^\circ$ , швидкість повітряного потоку  $V$  від 1 м/с до 7 м/с, частота коливань  $\omega$  від  $100 \text{ с}^{-1}$  до  $200 \text{ с}^{-1}$ , амплітуда коливань  $A$  від 1 мм до 5 мм, відстань між робочими пластинами  $h$  від 5 мм до 15 мм.

Як окремий випадок було прийнято очищеною фракцією вважати вміст перших двох приймачів. Для проведення експерименту була побудована план матриця експерименту на двох рівнях за формулою  $2^5=32$ .

В результаті проведених експериментів було визначено що при  $\alpha = 40^\circ$ ,  $V = 7 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ ,  $A = 5 \text{ мм}$ ,  $h = 15 \text{ мм}$  у очищену фракцію виділиться насіння з найнижчою масою 1000 насінин рівною 37,36 г. При встановленні параметрів сепаратора  $\alpha = 40^\circ$ ,  $V = 7 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$ ,  $A = 5 \text{ мм}$ ,  $h = 15 \text{ мм}$  та  $\alpha = 90^\circ$ ,  $V = 7 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$ ,  $A = 5 \text{ мм}$ ,  $h = 15 \text{ мм}$ , також була отримана зернова суміш низької якості з масою 1000 насінин відповідно 39,94 г та 41,45 г.

Найкращі результати були отримані при встановлених параметрах  $\alpha = 90^\circ$ ,  $V = 1 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$ ,  $A = 1 \text{ мм}$ ,  $h = 15 \text{ мм}$ , а саме маса 1000 насінин 55,26 г. Також достатньо високу якість можна отримати при налагодженні сепаратора з такими параметрами  $\alpha = 40^\circ$ ,  $V = 1 \text{ м/с}$ ,  $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$ ,  $A = 1 \text{ мм}$ ,

$h = 15$  мм та  $\alpha = 90^\circ$ ,  $V = 1$  м/с,  $\omega = 100$  с<sup>-1</sup>,  $A = 1$  мм,  $h = 15$  мм маса 1000 насінин при таких параметрах буде складати відповідно 53,32 г та 51,72 г.

Таким чином можна стверджувати що при встановлені оптимальних значень регульованих параметрів сепаратора можна отримати очищений матеріал більш високої якості, так найбільша маса 1000 насінин буде становити 55,26 г при  $\alpha = 90^\circ$ ,  $V = 1$  м/с,  $\omega = 200$  с<sup>-1</sup>,  $A = 1$  мм,  $h = 15$  мм.

#### **Список використаних джерел:**

1. Дослідження ефективності пневматичного сепаратора з нахиленим каналом на підготовці посівного матеріалу сафлору [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Крекот, М. М. Абдуєв, А. Д. Михайлов, М. М. Майборода, О. С. Чалая, В. В. Безпалько, О. В. Сіняєва, А. П. Горбаньов, О. С. Вотченко, А. Кузьоменський // Вісник Львів. нац. аграр. ун-ту. Агроінж. дослідж. Машина та робочі процеси агропром. вир-ва. - Львів : ЛНАУ, 2021. - Вип. 25. - С. 177-186

2. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами [Текст] / 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. - 2022

**УДК 631.362**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СЕПАРАЦІЇ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ НА ВІБРО-ПНЕВМАТИЧНОМУ СЕПАРАТОРІ**

**Завгородній О.І. д.т.н., проф., Крекот М.М., к.т.н., доц.,  
Сіняєва О.В. ст. викл., Герман М.І., ст.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Досліджена робота вібро-пневматичного сепаратора при оптимальних параметрах, та виявлені параметри при яких можливо виділити з матеріалу найкраще насіння з масою 1000 насінин 73,1 г і найгірше насіння з масою 1000 шт. 19,6 г.*

Якість роботи сепараторів зернових матеріалів в значній мірі залежить від тих режимів на які вони налагоджені. Тому дослідження впливу регульованих параметрів на якість роботи сепаратора являється актуальною задачею яку необхідно вирішувати в умовах лабораторій і впроваджувати ці результати на виробництві.

Дослідження процесу сепарації насіння на вібро-пневматичному сепараторі та впливу його основних параметрів на якість сепарації виконувалося на насінній суміші соняшнику сорту Форвард попередньо очищеному на серійних решітних сепараторах. При проведенні досліджень контрольованим параметром процесу сепарації була маса 1000 насінин, яка визначалася для вмісту всіх приймачів продуктів розділення лабораторного сепаратора. Маса 1000 штук насінин соняшнику вихідного матеріалу становила 56,59 г.

Основними параметрами які регулювалися в вібро-пневматичному

сепараторі були кут нахилу бокових пластин робочого каналу, швидкість повітряного потоку в каналі, частота коливань бокових пластин робочого каналу, амплітуда коливань бокових пластин робочого каналу, відстань між робочими пластинами. Шляхом проведення багатофакторного експерименту були визначені оптимальні значення регульованих параметрів вібро-пневматичного сепаратора.

В результаті виконаних досліджень було отримано в перший приймач продуктів розділення найкращій зерновий матеріал з масою 1000 насінин рівною 69,61 г. В другий приймач потрапив матеріал теж високої якості з масою 1000 насінин 69,54 г що лише на 0,07 г менше ніж у першому приймачі. До третього приймача виділився насінневий матеріал явно гіршої якості з масою 1000 насінин 66,95 г що менше ніж у перших двох приймачах але все ж на 10,36 г більше ніж у вихідному матеріалі. До останнього, четвертого приймача виділився матеріал най нижчої якості з вагою 1000 штук насінин 20,26 г що значно нижче ніж у всіх попередніх приймачах продуктів розділення і також на 36,33 г нижче ніж у вихідному матеріалі.

Також в ряді проведених експериментів були виявлені окремі варіанти налагодження вібро-пневматичного сепаратора при яких можливо отримати в третьому приймачі очищений матеріал з масою 1000 насінин 73,1 г, це можливо з такими параметрами як кут нахилу робочих площин:  $40^\circ$ , швидкість повітряного потоку 7 м/с, частота коливань робочих площин  $100 \text{ с}^{-1}$ , амплітуда коливань робочих площин 1 мм, відстань між робочими площинами 15 мм. Також можливо встановити режими роботи сепаратора при якому до четвертого приймача відокремиться найгірший матеріал з масою 1000 насінин 19,6 г, для цього регульовані параметри необхідно встановити з такими значеннями кут нахилу робочих площин:  $90^\circ$ , швидкість повітряного потоку 7 м/с, частота коливань робочих площин  $200 \text{ с}^{-1}$ , амплітуда коливань робочих площин 5 мм, відстань між робочими площинами 5 мм.

Таким чином при оптимальних параметрах сепаратора можливо отримати очищений матеріал у перших двох приймачах, а за необхідності можливо виділити з матеріалу найкраще насіння з масою 1000 насінин 73,1 г і найгірше насіння з масою 1000 шт. 19,6 г.

#### **Список використаних джерел:**

1. Підвищення якості сепарації пневматичними сепараторами [Текст] / 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. - 2022

2. Напрямки покращення конструкцій пневматичних сепараторів [Текст] / М. М. Крекот, О. В. Сіняєва, І. С. Сільонов, Д. О. Ткаченко // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 25-26 листоп. 2021 р. - Харків : ДБТУ, 2021. - С. 331-332.

УДК 635.1/8

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬЧІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Пастухов В. І., д.т.н., проф., Аленін Е.Ю., Бабич В.К.

*Державний біотехнологічний університет*

*Серед факторів впливу на врожайність сільськогосподарських культур вагому роль відіграють кліматичні умови. Глобальне потепління клімату – величезна загроза для людства і в тому числі для сільського господарства - галузі, яка забезпечує населення продуктами харчування. Пошук нових технологій гарантованого отримання запланованих врожаїв сільськогосподарських культур – першочергова задача як агрономів, так і агроінженерів. Одним із напрямів вирішення проблеми – мульчування ґрунту за допомогою органічних матеріалів.*

Серед багатьох причин, які стримують виробництво овочів в Україні є одна з найвагоміших - зміна клімату. Національна метеослужба Великої Британії шляхом взаємодії з Урядом України у 2021 році підготувала звіт «Вплив зміни клімату в Україні» [1]. У висновках звіту відмічається: «Очікується, що прогнозоване підвищення температури, нестача води й екстремальні погодні явища збільшать попит на енергію та поставлять під загрозу її постачання через навантаження на інфраструктуру». «Через зміни клімату на тлі зростання середньорічних температур і зміни просторового розподілу опадів, збільшується частота екстремально високих температур на сході Центральної Європи, включаючи Україну, а частота екстремальних холодів зменшується» Це призводить до збільшення тривалості періодів спеки, кількості випадків нестачі води та пов'язаних із погодою. За останнє двадцятиліття кожен рік в Україні був теплішим, ніж середньостатистичні показники за довготривалий період, і 2020 рік став найспекотнішим роком у Європі та Україні, перевищивши на 2,8°C середній показник.

Високі температури повітря та недостатня кількість опадів наприкінці травня-початку червня та з середини липня до середини серпня, що мало місце в останні роки, призвело до різкого зниження урожайності сільськогосподарських культур, особливо овочевих, які є найбільш вимогливими до вологості ґрунту.

Питання створення умов для формування високих урожаїв якісної сільськогосподарської продукції в останні роки стає дедалі актуальнішим [2]. Одним із ефективних є спосіб застосування укритих та мульчувальних матеріалів органічного та неорганічного походження (солома злакових культур, скошена трава, листя дерев, кора хвойних дерев, пластикові матеріали, плівка та інші). М мульча дозволяє покращити фізичні-технологічні властивості орного шару ґрунту, змінювати мікроклімат в насадженнях та сприяти як формуванню урожаю сільськогосподарських культур, так і зменшенню енергоємності їх вирощування [3].

Встановлено, що денна температура поверхні ґрунту під шаром соломи

товщиною в середньому 20 см у весняно-літній період знаходилася в межах 15,5...20,5°C, що відповідає діапазону оптимальної температури для вегетації сільгоспкультур.

Польові дослідження показали, що відносна вологість повітря змінюється, як впродовж доби, так і впродовж вегетації картоплі в широких межах. Вона в значній мірі залежить від температури навколишнього середовища, хмарності, вітряності і кількості опадів. Так, при зміні температури від 22°C вночі до 34°C опівдні відносна вологість повітря над соломою зменшилась майже в три рази. За таких же умов відносна вологість повітря під шаром соломи товщиною 20 см теж змінювалась, але значно в менших межах. Так, на 8 годину ранку вона становила 90,2 %, з 14 до 18 години трималась на рівні 70 %, а потім збільшилась навіть швидше, ніж над соломою. Таким чином, під шаром соломи в жаркий сонячний день відносна вологість повітря не знижувалась нижче 70 %.

Запаси вологи у ґрунті за відсутності штучного зрошення поповнюються за рахунок опадів та конденсації з повітря. Експериментальними дослідженнями встановлено, що вагова вологість ґрунту впродовж весняно-літнього періоду, тобто періоду вегетації культурних рослин, у досліджуваних варіантах практично не зменшувалась, навіть за відсутності дощів.

Таким чином, підтверджується гіпотеза формування більш сприятливих умов для розвитку картоплі під шаром соломи не тільки за рахунок зменшення випаровування вологи з ґрунту, а і її накопичення в наслідок конденсації з повітря під час зміни денної і нічної температури.

Результати польових досліджень показали, що навіть тонкий шар соломи (8...10 см), яким накривалась висаджена на поверхню ділянок картопля, забезпечив підвищення врожайності на 7,35%. Збільшення шару соломи до 12...15 см забезпечило підвищення врожайності порівняно з першими ділянками на 12...24%, а з контролем – на 20,48%.

### **Список використаних джерел:**

1. Вплив зміни клімату в Україні. Звіт Національної метеорологічної служби Великої Британії [https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina\\_klimatu/2021/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82.pdf](https://mepr.gov.ua/files/docs/Zmina_klimatu/2021/%D0%97%D0%B2%D1%96%D1%82.pdf).

2. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum1, O. Melnyk, I. Grabar, R. Kyrychenko1, M. Krekot1, H. Tesliuk, V. Boiko, 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.].

3. Вплив мульчування на якість посадкового матеріалу картоплі. В.М. Булгаков, В.Г. Присяжний, А.М. Борис, В.І. Пастухов - Механізація та електрифікація сільського господарства №1, 2015, с. 61-67.

4. Патент України № 81963, МПК А01С 9/00. Спосіб механізованого вирощування картоплі на поверхні поля /Пастухов В.І., Бакум М.В., Могільна О.М.. та ін. Опубл. 10.07.2013. Бюл. № 13.

УДК 631.362

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРОПНЕВМОСЕПАРАТОРА

**Завгородній О.І. д.т.н., проф., Бакум М.В. к.т.н., доц.,  
Крекот М.М. к.т.н., доц., Сіняєва О.В. ст. викл.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Представлені особливості конструкції вібропневмосепаратора і можливості його використання на очищенні та сортуванні насінневих сумішей сільськогосподарських культур.*

Україна є однією з найпотужніших аграрних країн Європи. Аграрний сектор України інтенсивно розвивається, тому в цьому напрямку для забезпечення зростаючих вимог споживачів виникає потреба у вирішенні проблем виробників сільськогосподарської продукції. Країна кожного року експортує досить великі об'єми зерна. Однією з гострих проблем, для забезпечення зростаючих об'ємів виробництва є проблема використання якісного посівного матеріалу. Цю проблему можливо вирішити за допомогою зернових сепараторів. Одним з таких сепараторів є вібропневмосепаратор. Завдяки роботі сепараторів які працюють за рахунок вібрації та повітряного потоку, можна найбільш ефективно розділяти насінневий матеріал і отримувати насіння з високими посівними якостями.

Експериментальний зразок вібропневмосепаратора було розроблено і досліджується на кафедрі математики та фізики Державного біотехнологічного університету. Конструкція даного сепаратора є унікальною, принцип його роботи ґрунтується на використанні дії вібрації і повітряного потоку на насінневий матеріал. За рахунок такої комбінації можливо отримати якісний насінневий матеріал. Даний сепаратор має невеликі енерговитрати на свою роботу, є економічним у виробництві і обслуговуванні. А проведені лабораторні дослідження підтверджують можливість отримання достатньо високих показників якості роботи сепаратора на різних насінневих матеріалах. Саме такий посівний матеріал необхідний для отримання високих врожаїв та якісного зерна.

Розроблений сепаратор складається з пакету вертикальних пластин, нерухомої рами, пружинної підвіски, завантажувального бункера, регульованої заслінки, вібратора, регулятора амплітуди та напрямку коливань, вентилятора, регулятора зміни повітряного потоку, електродвигуна, фіксатора, ділільних вічків, пристосування для збору продуктів розділення.

При роботі сепаратора вихідний матеріал з бункера, через дозувальну заслінку потрапляє в робочу зону між пластинами. Далі частки матеріалу здійснюють рух під дією сили тяжіння і за рахунок впливу повітряного потоку і коливань з боку пластин, рухаються по необхідній траєкторії. При цьому пил, легкі домішки і частки з високим коефіцієнтом парусності переміщуються за рахунок повітряного потоку і збираються в периферійній частині пристосування для збору продуктів розділення. Таким чином, наявність регуляторів амплітуди та напрямку коливань вібратора і регулятора зміни сили повітряного потоку, а



також механізмів зміни кута нахилу пластин в вертикальній площині і відстані між ними дає можливість забезпечувати необхідну якість розділення. За рахунок вибору оптимальних режимів роботи сепаратора для різних сипких матеріалів можна забезпечити високу продуктивність і також отримувати високу якість розділення і сепарації насіння.

#### **Список використаних джерел:**

1. Особливості підготовки насіння сафлору на пневматичному сепараторі [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Кречот, О. В. Сіняєва, О. С. Чалая, І. С. Красільник, О. Б. Козій, М. М. Абдуєв // Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 24-25 листоп. 2022 р. - Харків: ДБТУ, 2022. - С. 199-201.

2. Дослідження ефективності пневматичного сепаратора з нахиленим каналом на підготовці посівного матеріалу сафлору [Текст] / М. В. Бакум, М. М. Кречот, М. М. Абдуєв, А. Д. Михайлов, М. М. Майборода, О. С. Чалая, В. В. Безпалько, О. В. Сіняєва, А. П. Горбаньов, О. С. Вотченко, А. Кузьоменський // Вісник Львів. нац. аграр. ун-ту. Агроінж. дослідж. Машини та робочі процеси агропром. вир-ва. - Львів : ЛНАУ, 2021. - Вип. 25. - С. 177-186.

**УДК 621.929.7**

### **ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЗАТОРІВ МОБІЛЬНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ**

**Нанка О.В., професор, Сиромятніков П.С., доцент, Бейник Д.В., магістрант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Зниження енергоємності приготування кормів і дозування їх компонентів у тваринництві є пріоритетом сьогодення. Запропоновано дозатори, які найбільше пристосовані для роботи в умовах мобільного агрегату. Застосування вібраційних рухів компонентів кормових сумішей, підвищується продуктивність дозуючого-транспортуючого пристрою, зменшуються енерговитрати машини при збереженні початкової продуктивності.*

На сьогоднішній день стан механізації галузі тваринництва в Україні досить об'єктивно відображає загальний рівень механізації сільського господарства в цілому. Продуктивність тварин, отримання високоякісної продукції і зниження її собівартості залежить від повнорацийного годування тварин.

Аналіз основних напрямів розвитку техніки кормоприготування у тваринництві показав, що в даний час найбільш перспективним напрямом є зниження енергоємності приготування кормів а також і дозування компонентів кормів [1-3]. Дослідження існуючих конструкцій дозаторів показав, що в малогабаритних агрегатах для приготування кормів в фермерських господарствах найбільш раціональним є застосування вібраційного дозатора початкових зернових компонентів кормових сумішей[4].

Застосування вібраційних рухів компонентів кормових сумішей, можна або підвищити продуктивність дозуючого-транспортуючого пристрою, або

понижити енерговитрати машини при збереженні початкової продуктивності.

Основний робочий орган вібраційного дозатора – це плоский вібраційний лоток, встановлений під певним кутом до горизонту [5]. Матеріал переміщується по лотку за рахунок його коливань в подовжньому напрямі. За рахунок високої частоти коливань несучого органу, дозатор такого типу отримує достатньо високу продуктивність при відносно невеликих енерговитратах.

Класична схема вібраційного дозатора має досить обмежену область застосування, а остання з перерахованих особливостей повністю виключає його використання на мобільних агрегатах.

Запропоновано дозатори, які найбільше пристосовані для роботи в умовах мобільного агрегату. Ці дозатори розташовані в нижній частині бункера, і, отже, постійно завантажені матеріалом, крім того, вони не чутливі до невеликих нахилів корпусу. Для усунення подібного недоліку пропонується виключити безпосередній тиск матеріалу з бункера на затвор дозатора. Це може бути досягнуто винесенням шлюзу вперед щодо бункера, таким чином, перед корпусом дозатора утворюється так звана стабілізаційна камера, яка забезпечує просування матеріалу, що дозується, до затвора дозатора, але тиск на затвор чинить тільки незначний шар матеріалу.

На підставі проведеного аналізу і з урахуванням існуючих конструкцій дозаторів розроблена конструктивно-технологічна схема вібраційного дозатора з пониженим тиском матеріалу на робочий орган[6].

#### **Список використаних джерел:**

1. Міщенко О.І. Нове обладнання для виробництва комбікормів. // Хранение и переработка зерна. – 2003. - №3. – С. 61-62.
2. 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.
3. 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
4. Семенов В.В., Бойко І.Г., Нанка О.В. Методика та результати досліджень механіко-технологічних властивостей преміксів// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 119. 2011. – С. 227-213.
5. S.Kharchenko, O.Nanka, V.Sementsov, V.Sementsov, M.Abdujev Intensification of the process of dosing bulk concentrated feeds by sieve hopper. - Eastern-European Journal of Enterprise. Engineering technological systems. – 2019 – 2/1(98) - P. 14-20.
6. Нанка О.В., Ієвлев І.І., Семенов В.І. та ін. // Про рівняння рівноваги і динаміки зернистого тіла. - Вісник ХНТУСГ ім.П.Василенка. Технічні науки. – Харків : ХНТУСГ, 2020. – Вип.209: Інноваційне, технічне та технологічне забезпечення галузі тваринництва. – С.31-45.

УДК 631.331

## ОСОБЛИВОСТІ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Кириченко Р.В., к.т.н., доцент, Лебідь В.О., Письмак В.В., магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуте питання ефективності внесення мінеральних добрив для підвищення родючості ґрунтів, врожайності сільськогосподарських культур та покращення якості продукції рослинництва при зберіганні*

В сучасному землеробстві, за науково-обґрунтованим використанням, добрива є найефективнішим засобом підвищення родючості ґрунтів, врожайності сільськогосподарських культур та покращення якості продукції рослинництва при зберіганні. За строками внесення розрізняють удобрення допосівне (основне), припосівне (одночасно з висівом насіння чи посадкою саджанців) і післяпосівне (підживлення) [1].

Найбільш поширеним способом виконання допосівного удобрення є рівномірне розсіювання добрив по поверхні поля з послідуною їх заробкою у глибокий, більш вологий шар ґрунту. При заробці їх основна кількість розміщується в ґрунті на глибині 10...20 см, тому вони малодоступні для рослин на початку вегетації.

Перспективним способом допосівного удобрення є локальне внесення мінеральних добрив безпосередньо у ґрунт, з утворенням глибше основного обробітку гнізд, стрічко- або кротоподібних осередків ґрунтового середовища пролонгованої (на 2...5 років) дії (осередки ґрунту перемішаного з добривами) розташованих один від одного на відстані 35...50 см. Такий спосіб дозволяє зменшувати в 4...5 разів дози внесення добрив, а врожаї не зменшуються, при відповідному розміщенні посівів. Наприклад, коефіцієнт використання фосфору з суперфосфату в рік його внесення при допосівному застосуванні врозкид під оранку становить 10...15 %, а при рядковому внесенні зростає до 25...27 %. Заміна розкидного удобрення локальним (за однакової дози внесення) підвищує врожайність зернових на 2...5 ц/га, кукурудзи – на 5...8 ц/га, картоплі, коренеплодів, овочів – на 20...40 ц/га.

Азотні добрива в амідній (карбамід) та рідкій аміачній формах (безводний аміак), а також фосфорні, калійні та комплексні добрива (що містять NPK) доцільно вносити локально. При сучасних технологіях точного землеробства це можливо зробити з осені, розташовуючи добрива стрічкою нижче за глибину загортання насіння.

Припосівне внесення добрив виконують одночасно з посівом чи садінням сільськогосподарських культур і розраховане на забезпечення потреб рослин у перший період їх розвитку, поки їх коренева система досягне добрив внесених при допосівному удобренні. При цьому гранульовані добрива вносять у ґрунт методом «5 x 5» (5 см вниз і 5 см у бік), тобто відокремлюють їх прошарком ґрунту, щоб під час проростання молоді пагони, які чутливі до підвищеної концентрації солей, не контактували з добривами. Припосівне внесення добрив особливо ефективно в холодному ґрунті – в умовах, коли поглинання утруднене

через низьку доступність елементів живлення. У припосівному внесенні фосфор є основним поживним елементом, оскільки він практично нерухомий у ґрунті, а при температурі менше 14°C майже не засвоюється, але саме фосфор вкрай необхідний для зростання коріння.

Післяпосівне внесення добрив - підживлення доповнює допосівне удобрення в період максимального використання певного елементу живлення добривами, які легко засвоюються рослинами для підсилення живлення в критичні фази розвитку рослин і покращення якості сільськогосподарської продукції. Різна інтенсивність перемішування добрив з ґрунтом забезпечує і різну рівномірність їх розподілу в шарові ґрунту, який обробляється. Це суттєво впливає на рівномірність родючості ґрунтів, а значить на однаковість умов, в яких розвиваються рослини, причому на протязі декількох років.

Рівномірність локального внесення добрив залежить лише від якості роботи машин, якими їх вносять (сівалки, культиватори-підживлювачі та інші) [2]. При цьому в кореневмісному шарові ґрунту утворюються дуже удобрені прошарки у вигляді стрічок або осередків. Якщо це не основне удобрення, то воно діє короткочасно, на певному періодові (фазі) вегетації рослин, і на ґрунтову родючість, при обґрунтованих нормах внесення, практично не впливає. Якщо основне удобрення виконане локально, то родючість ґрунту зміниться, причому більш зросте у шарів ґрунту розташованих ближче до осередків добрив і менше – у віддалених. Для створення на таких полях однакових умов для розвитку сільськогосподарських рослин їх посіви кожного року (дії добрив) розміщують певним чином відносно стрічок або осередків внесених добрив. Недотримання таких вимог створює неоднакові умови для використання рослинами поживних елементів. Ця різниця в більшій мірі характерна для фосфорних, дещо меншій – для калійних і найменшій – для азотних добрив, які зразу після внесення (нітратні форми) або після нітрифікації (амонійні форми) здібні до швидкого переміщення в ґрунті.

Різна забезпеченість рослин поживними речовинами призводить до нерівномірного їх розвитку, а це впливає і на якість продукції і на якість збирання врожаю. Пригнічуються ті рослини, які ростуть як за умов дефіциту поживних елементів так і за умов перенасичення одним з елементів живлення. Лише вирощування при збалансованому і нормованому живленні здатне забезпечити реалізацію біопотенціалу сільськогосподарських культур і одержання високих врожаїв екологічно чистої продукції.

Тому актуальним є питання підвищення ефективності внесення мінеральних добрив як до агрономічного, так і до економічного критеріїв, тобто отримання максимальної економічної віддачі від вкладення коштів в добрива.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Машини для внесення добрив / [Бакум М.В., Бобрусь І.С., Михайлов А.Д. та ін.]; за ред. М.В. Бакума. – Харків: ХНТУСГ, 2008 – Т. 1 - 285 с.

2. Сільськогосподарські машини. Частина 3. Машини для внесення добрив / [Бакум М.В., Бобрусь І.С., Михайлов А.Д. та ін.]; за ред. М.В. Бакума. – Харків: ХНТУСГ, 2008 – Т. 2 - 288 с.

УДК 631.31

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

**Борак К.В. д.т.н.**

*Житомирський агротехнічний фаховий коледж*

*В роботі наведено аналіз процесу зношування робочих органів ґрунтообробних машин та процесів, які протікають у зоні фрикційного контакту. Проаналізовано вплив різних факторів на інтенсивність процесу абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин.*

Підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин можливе тільки за умови всебічного розуміння процесу їхнього зношування. Під час експлуатації ґрунтообробних машин робочі органи піддаються інтенсивному зношуванню в агресивній абразивній масі (ґрунті), унаслідок чого в зоні контакту одночасно протікають механічні, фізичні та хімічні процеси. Співвідношення між інтенсивністю протікання цих процесів визначають механізм і характер абразивного зношування.

Зрозуміти механізми зношування будь-якого елемента трибосистеми неможливо без розуміння механізмів тертя. Перші спроби пояснення механізмів тертя зробив Леонардо да Вінчі у подальшому процесі, що відбуваються під час тертя, вивчали Г. Амонтон, Дж. Т. Деагюльє, Б. Томсон, Дж. П. Джоуль, У. Хардлі, Я. І. Френкель, Л. Прандтль, Дж. Томлінсон, Б. В. Дерягін, Г. Тейлор, Ф. Боуден, Д. Тейбор, І. В. Крагельський, Б. І. Костецький, Дж. Персон та ін. На сьогодні домінують в усьому світі стала «адгезійно-деформаційна» або «молекулярно-механічна» теорія, базована на працях Ф. Боудена, Д. Тейбора, І. В. Крагельського та ін. На думку деяких авторів дана теорія розглядає тільки макроскопічні аспекти механізмів тертя і не спроможна відповісти на фундаментальні питання трибології. Основним її недоліком є неврахування атомних зв'язків як в елементі трибосистеми так і взаємодія атомів різних елементів трибосистеми. В умовах абразивного зношування переважною складовою механізмів тертя і зношування буде саме механічна та молекулярна складова, тому взаємодією між атомами можна знехтувати.

У сучасному розумінні абразивне зношування (abrasive wear) – це механічне зношування внаслідок різальної або дряпальної дії твердих тіл або частинок, які знаходяться в закріпленому або вільному стані. У сільськогосподарській техніці абразивному зношуванню найбільше піддаються робочі органи посівних і ґрунтообробних машин. Тому забезпечення зносостійкості зазначених деталей на стадії проектування – актуальне завдання сільськогосподарського машинобудування, вирішення якої можливе лише на основі адекватних уявлень про механізм абразивного зношування.

Стандартно абразивне зношування поділяють на зношування закріпленими частинками (two-body abrasive wear) та зношування незакріпленими частинками (three-body abrasive wear). Перший процес відбувається, коли абразив ковзає вздовж

поверхні (grooving abrasion), другий – коли тверда частинка вільно перекачується між двома поверхнями, що знаходяться у відносному русі (rolling abrasion). Це так зване закрите абразивне зношування (closed abrasion), на відміну від відкритого процесу (open abrasion), коли потік незакріплених абразивних частинок переміщується по твердій поверхні.

На мою думку та думку деяких таких поділ абразивного зношування можна вважати неповним. Зокрема у праці Добровольського А. Г. зазначено, що тертя робочих органів у ґрунті є результатом взаємодії поверхні робочих органів із твердими частинками «зчепленими в нежорстку масу». Тобто абразивні частинки можуть знаходитися в закріпленому та вільному стані, але в процесі тертя можуть змінювати свою зв'язаність, як у напрямку збільшення, так і зменшення. У дослідженнях В. М. Бобрицького та В. В. Ауліна такий стан абразивної маси названий «напівзакріплений абразив». У дослідженнях А. Г. Добровольський, посилаючись на ГОСТ 23.002-78 дав таке визначення абразивного зношування – це механічне зношування матеріалу внаслідок загалом різальної або дряпальної дії на нього твердих частинок, що знаходяться у вільному, напівзакріпленому або закріпленому стані. У ГОСТ 23.002-78 слово «напівзакріпленому» відсутнє, але в третьому розділі праці А. Г. Добровольський розглядається «Стійкість матеріалів у процесі зношування нежорстко закріпленими абразивними частинками». Піддаються такому виду абразивного зношування ґрунтообробний інструмент, інструмент дорожніх та будівельних машин, ковші екскаваторів і канавокопачів. Механізм зношування напівзакріпленим абразивом відбувається переважно завдяки пластичному відтискуванню і меншою мірою шляхом мікрорізання. Підтвердженням можливості одночасного протікання двох видів абразивного зношування є наявність на поверхні робочих органів ґрунтообробних машин слідів мікрорізання та полірованої поверхні (рис. 1).

В праці К. Хокірігави та К Като зазначається, що існують три різні режими абразивного зношування (рис. 2).



Рис. 1 – Типова поверхня тертя робочих органів ґрунтообробних машин (робочі органи фірми «Веднар FMT», напрацювання агрегату 130 га, Попільнянський район Житомирська область)

Режими зношування, представлені на рис. 2, належать до зношування закріпленими абразивними частинками й не можуть повною мірою описати складні механізми абразивного зношування, що відбуваються під час зношування сталльної поверхні в ґрунті. Абразивна частинка в ґрунті, яка взаємодіє з поверхнею робочого органу, може бути закріплена з одного, двох або

трьох боків, тобто мати різні ступені свободи, що істотно впливає на механізми, які протікають на поверхні тертя.

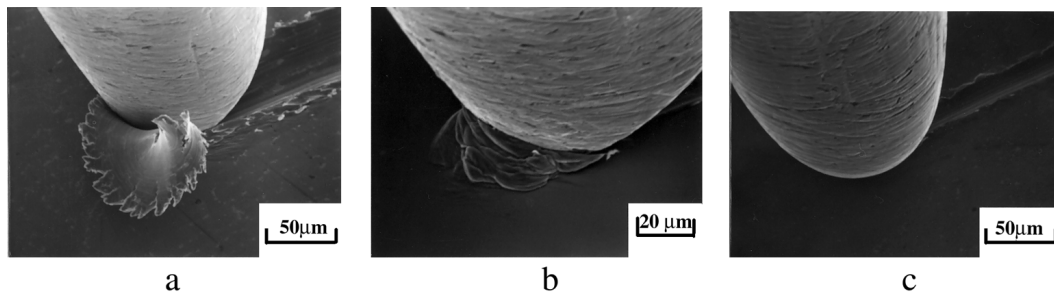
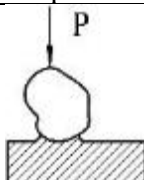
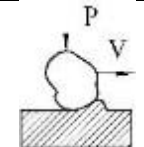
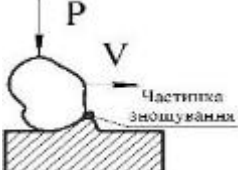


Рис. 2 – Три різні режими абразивного зносу, що спостерігаються за допомогою SEM: режим різання (а), сталевий штифт на латунній пластині; клиноутворювальний режим (б), сталевий штифт на пластині з нержавійної сталі; режим оранки (с), сталевий штифт на латунній пластині.

Характеристика зв'язаного стану частинок – це як відомо ступінь закріпленості абразиву, що в низці випадків є провідним фактором зношування. Наприклад, у важких дискових боронах передній ряд дисків зношується в 1,5...2 рази швидше, ніж задній, що, найімовірніше, пов'язане зі зменшенням ступеня закріпленості абразивних частинок у ґрунті, який обробляється заднім рядом дисків, оскільки інші фактори зношування для обох рядів дисків однакові. Для визначення ступеня закріпленості абразиву необхідна відповідна шкала, яка на сьогодні не розроблена.

Відповідно до «молекулярно-механічної» теорії механізм абразивного зношування складається з 3 етапів, представлених у табл. 1.

Таблиця 1 – Принципова схема руйнування матеріалів у процесі абразивного зношування

Етапи руйнування поверхні		Процеси
1. Проникнення абразивної частинки		1. Взаємодія абразивної частинки з поверхнею. 2. Локальне пружно-пластичне відтискування поверхневого шару металу з утворенням навалок.
2. Переміщення абразивної частинки		1. Зародження і збільшення мікротріщин. 2. Зародження і збільшення мікротріщин. 3. Відрив поверхневого шару від основної частини металу.
3. Відокремлення частинки зносу		1. Утворення валика з деформованого матеріалу. 2. Пластичне відтискування валика абразивною частинкою. 3. Зріз металу й утворення частинки зносу.

Викликає сумнів окреме протікання першого та другого етапів руйнування матеріалів у процесі абразивного зношування робочих органів у ґрунті. Більш імовірним під час зношування робочих органів, які працюють у ґрунті, є одночасне протікання першого та другого етапів, де процес проникнення і

переміщення відбувається одночасно, про що може свідчити зміна ширини й глибини одиничної канавки на поверхні робочих органів.

У процесі абразивного зношування робочих органів ґрунтообробних машин перед виникненням першого етапу можливе протікання й інших етапів, які можуть як зміцнювати робочу поверхню (наклеп частинками, що не проникають у поверхню через різні фактори), так і знижувати абразивну зносостійкість (взаємодія з патокою коріння, яка містить гліцин та аспірин, які сприяють окислювальному розчиненню сталі). Тому цю схему руйнування матеріалів під час процесу абразивного зношування робочих органів у ґрунті (табл. 1) можна зарахувати тільки до одного окремого випадку.

Механізм зношування робочих органів ґрунтообробних машин прямо залежить від розміру абразивних частинок у ґрунті та ступеня їхнього закріплення, на що яскраво вказує зміна шорсткості поверхні лемеша плуга в процесі експлуатації на ґрунтах із різним середнім розміром абразивних частинок. Зокрема, під час експлуатації лемешів на ґрунтах які містять більше дрібних абразивних частинок, показники шорсткості становили  $R_a=0,8$  мкм,  $R_t=6,86$  мкм,  $R_v=4,78$  мкм,  $R_p=2,32$  мкм, а при збільшенні відсотка крупних фракцій абразивних частинок  $R_a=1,13$  мкм,  $R_t=10,50$  мкм,  $R_v=7,60$  мкм і  $R_p=2,74$  мкм.

Під час експлуатації робочих органів ґрунтообробних машин у ґрунті шорсткість металевої поверхні змінюється й прагне до певного стабільного значення. Інколи поверхня робочого органу буде вигладжуватися, а інколи вихідна гладка поверхня ставатиме шорсткою, що зі свого боку буде залежати від переважальних механізмів зношування (полідеформаційного руйнування чи зняття мікростружки). У процесі експлуатації робочих органів у ґрунті зношування їхньої поверхні відбувається за наявності двох механізмів зношування поверхні, наведених вище. Переважання одного з двох механізмів зношування залежить від характеристик абразивної маси (розмір абразивних частинок, коефіцієнт форми абразивних частинок, ступінь закріплення абразивних частинок, вологість тощо), з якою взаємодіє кристалічне тіло, від умов експлуатації (швидкість відносного переміщення та тиск на поверхні тертя) та фізико-механічних властивостей кристалічного тіла. Абразивна маса так само змінює геометричні параметри абразивних частинок, зокрема після циклічної взаємодії абразивних частинок із поверхнею кристалічного тіла частинки округлюються, що призводить до зменшення коефіцієнта форми абразивних частинок.

Кількість вакансій (точкових дефектів) під час тертя в тонкому приповерхневому шарі (кристалічного тіла) доходить до  $2,5 \times 10^{21}$  атомів/см<sup>3</sup>. У звичайних умовах не більше  $10^{18}$ - $10^{19}$  атомів/см<sup>3</sup>. Вплив наявності вакансій на процес зношування залишається не вивченим до цього часу, адже більшість дослідників приділяють увагу аналізу впливу лінійних та об'ємних дефектів на процеси тертя і зношування. Виникнення лінійних дефектів (дислокацій) суттєво впливає на механізм зношування. У процесі тертя в поверхневому шарі наявність дислокацій невелика, основне їх скупчення відбувається на певній глибині від поверхні. Велике їх скупчення призводить до утворення тріщин, які розміщені паралельно до поверхні зношування. Коли тріщини досягають критичного значення, відбувається відокремлення продуктів зношування.



УДК 638.145.52

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ СУЦІЛЬНОЇ ОБРОБКИ ҐРУНТУ

Сиром'ятніков П.С. доцент, Геворкян Г.Л., магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Прогресивним напрямком у розвитку засобів механізації передпосівного обробітку ґрунту є використання агрегатів, які дозволяють в одному технологічному процесі об'єднувати виконання декілька операцій.*

Предметом дослідження є енергетичні показники роботи культиватора з комбінованими робочими органами [1,2]. Об'єктом дослідження є культиватор ОКП-7Н, призначений для передпосівної та інших видів обробки на глибину від 3 до 15 см. При виконанні роботи використовували експериментальні дослідження з використанням взаємодії робочих органів із ґрунтом. Обробку ділянки поля проводили на II, III та IV передачах трактора за максимальної подачі палива. Швидкість руху агрегату на зазначених передачах визначали у триразовій повторності, глибину обробітку ґрунту підтримували постійною на рівні- 0,15 м.

Актуальність полягає в тому, що при розблокуванні навісного пристрою культиватора з механізмом стеження та коливальної стійкою створюються умови копіювання рельєфу поля та зменшення тягового опору культиватора [3,4]. При роботі агрегату на IV передачі трактора спостерігався режим перевантаження двигуна, тому швидкість руху агрегату зменшувалася навіть проти швидкості на III передачі, а тяговий опір культиватора було на тому ж рівні [5]. Шарнірне з'єднання навішування культиватора без блокатора забезпечує поздовжнє копіювання поверхні поля окремо трактора, і окремо культиватора, як наслідок, зменшується тяговий опір культиватора на 8...10%, швидкість руху агрегату підвищується на 31%, при роботі трактора в режимі номінального навантаження.

### Список використаних джерел:

1. Pashchenko V. F. et al. The influence of local loosening of the soil on soybean productivity //Traktory i sel hozmashiny. – 2019. – Т. 86. – №. 5. – С. 79-86.
2. Syromyatnikov Y. Design parameters of the rotor of a tillage loosening and separating machine //Agriculture. – 2019. – Т. 2. – С. 7-27.
3. Syromyatnikov Y. N. et al. Вплив безперервної традиційної обробки ґрунту в овочево-кормовій сівозміні на щільність чорнозему //Vegetable and Melon Growing. – 2021. – №. 70. – С. 66-79.
4. Syromyatnikov Y. et al. Influence of local soil loosening on soy yield //Știința Agricolă. – 2019. – №. 1. – С. 117-124.
5. Syromyatnikov, Y., Orekhovskaya, A., Klyosov, D., ...Syromyatnikov, P., Sementsov, V. Field tests of the experimental installation for soil processing. Journal of Terramechanics. Journal of Terramechanics.– 2022.– Т.100. – С. 81-86.

УДК 631.348

## СПОСОБИ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ І МАШИНИ ДЛЯ ЇХ РЕАЛІЗАЦІЇ

**Грабра І.Г. д.т.н., професор, Божок А.В.**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Існує кілька методів внесення рідких добрив, таких як поверхневе внесення і внутрішньо ґрунтове. При внутрішньогрунтовому внесенні добриво подається безпосередньо в кореневу систему, що сприяє швидкому засвоєнню поживних речовин рослинами. Внесення рідких добрив у ґрунт можна проводити різними способами.

1. Добрива вносять під час обробітку ґрунту ґрунтообробним агрегатом з одночасним загортанням у ґрунт.

2. Добрива вносять під час посіву разом із посівними комплексами.

3. Точкове внесення рідких мінеральних добрив. При точковому внесенні можливість механічного ушкодження рослини робочим органом агрегату мала, а витрата рідини невелика, тому цей спосіб перспективний.

Внесення рідких мінеральних добрив дає змогу якнайповніше задовольнити потребу в елементах живлення рослин за рахунок пролонгованої дії по вегетації. Унаслідок цього виникає потреба розроблення агрегатів для комбінованого їх внесення як спільно з сівбою, так і окремо.

Нині промислові підприємства пропонують різні комплекси машин для внесення рідких мінеральних добрив. Проаналізуємо основні з них.

Агрегат для внесення аміачної води (рис. 1) поєднує основний і передпосівний обробіток ґрунту із внесенням добрив. Агрегат для внесення аміачної води (рис. 1) поєднує основний і передпосівний обробіток ґрунту із внесенням добрив. Агрегат призначений для внесення рідких добрив за одночасного загортання в ґрунт.



Рис. 1 – Агрегат для внесення аміачної води АВА-8

У разі використання рідких добрив знижуються витрати на придбання добрив, а ефективність засвоєння азоту рослинами підвищується на 10-20 %

порівняно з твердими добривами.

Причіпний універсальний агрегат (рис. 2) призначений для внесення рідких комплексних добрив і КАС-32 у процесі сівби та обробітку ґрунту за допомогою посівних і ґрунтообробних агрегатів різних виробників.

Причіп рідин густиною 4000, 6000 і 8000 літрів. Ємність спеціально розроблена для рідин густиною до 1,44 г/см<sup>3</sup>. Норма внесення 60-250 л/га.

Насос приводиться в дію гідравлічним, опціонально механічним приводом (ліниве колесо). Система працює спільно з комп'ютером Bravo 180. Висока точність дозування ( $\pm 1\%$  від бажаної норми) незалежно від швидкості руху.

Алтайська техніка ВЖУ агрегується з усією лінійкою посівної техніки: Amazone, John Deere, Horsch, може використовуватися з культиваторами для внесення ґрунтового гербіциду.

Дає змогу одночасно з посівом, вносити в ґрунт гранульовані та рідкі мінеральні добрива (рис. 2-3).



Рис. 2 – Причіпний універсальний агрегат для внесення рідких добрив (ВРД)

Коефіцієнт засвоєння поживних речовин вищий від 0,8, ніж у сухих добрив до 0,4. Заощаджуйте 50% наявних витрат з такою ж ефективністю. Рідкі добрива рівномірно розподіляються в шарах ґрунту, маючи більш засвоєвані для рослини форми. Рідке добриво проникає в ґрунт, навіть у суху погоду. Рідкі добрива вносяться в посівне ложе і стають більш доступними для рослин.

Обприскувач застосовується для захисту рослин від хвороб і шкідників, а також внесення невеликих доз добрив у рідкому вигляді (підживлення "по листу"). Усе обладнання розміщене на окремій рамі з двома колесами. Обприскувачі бувають самохідні, причіпні та навісні. Причіпний обприскувач переміщується за допомогою трактора. Приводиться від вала відбору потужності трактора. При цьому можливо вносити добрива разом із хімікатами розпиленням через форсунки під тиском.



Рис. 3 – Модернізована сівалка EDX-6000, обладнана для внесення рідких добрив

Нині під час вирощування сільськогосподарських культур застосовуються комбіновані агрегати, коли рідкі та гранульовані добрива вносяться одночасно. Під час посіву використовується універсальний причіп для внесення рідких добрив разом із посівним комплексом. У результаті підвищується врожайність оброблюваних культур за рахунок кращого використання вологи та поживних речовин.



Рис. 4 – Обприскувач причіпний "Амазоне"

Принцип роботи причіпного обприскувача: з бака рідина подається у форсунки за допомогою насоса, через фільтр. Насос приводиться в дію валом відбору потужності трактора або мотопомпою. Під час обприскування рослин рідина в ємності перемішується гідравлічним насосом. Завдяки цьому робочий розчин зберігає ту саму концентрацію.

УДК 621.7.024

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ МИТТЯ ПОВЕРХОНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Білецький В.Р. к.т.н., доцент, Криворучко В.І.**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

Миття – це технологічний процес, що забезпечує видалення забруднень із поверхонь машин шляхом їхнього руйнування (подолання сил міцності та когезійних сил) з їхнім подальшим видаленням (подолання утримуючих адгезійних сил).

За способом видалення забруднень (рис. 1) усі наявні мийно-очисні технології умовно поділяють на механічні, принцип дії яких ґрунтується на видаленні бруду за допомогою струменів води під високим тиском або ручним способом (металевими щітками, скребками), та фізико-хімічні, які дають змогу видаляти забруднення шляхом розчинення та змивання в процесі протікання хімічних реакцій.

Очищення забрудненої поверхні технологічних машин шляхом впливу фізико-хімічної енергії охоплює такі основні процеси: емульгування, розчинення, молекулярні перетворення, диспергування, хімічне травлення оброблюваної поверхні та низку інших процесів. Дана енергетична дія створюється завдяки використанню мийних засобів, які поділяються на органічні та емульгуючі розчинники, кислотні розчини та синтетичні мийні засоби. Найвищий ступінь очищення дають змогу досягти синтетичні мийні засоби, в яких містяться поверхнево-активні речовини, що активно руйнують осередки забруднень на оброблюваній поверхні. Ключовими недоліками цієї технології миття, що обмежують її практичне застосування, є негативний вплив на навколишнє середовище і шкода, заподіяна здоров'ю оператора хімічними компонентами, що входять до складу мийного засобу.

Механічна енергія потрібна для руйнування забруднень і видалення їх з поверхні, що очищається, шляхом створення нормальних і дотичних напружень. Механічне видалення забруднень може здійснюватися зішкрібанням (рис. 2) або з використанням водяних струменів високого тиску, що створюються за допомогою спеціальних пристроїв, які називаються сопла.

Зішкрібання одна з найбільш широко застосовуваних технологій очищення при технічному обслуговуванні та ремонті машин. Способи виконання цієї операції можуть бути різними.

Зішкрібання з використанням ручного інструменту характеризується найнижчою продуктивністю порівняно з вищенаведеними способами, який здійснюється як із застосуванням механічного, так і електричного інструменту і застосовується в тих випадках, коли використовувати високопродуктивне обладнання і технології недоцільно або не є можливим.

Галтування і віброабразивне очищення використовуються для очищення деталей від забруднень на спеціалізованому обладнанні, і, отже, дана технологія не може бути застосована для зовнішнього очищення, і в нашій роботі вона не

розглядається.

До недоліків технологій зішкрібання належать низька продуктивність і висока трудомісткість, а також необхідність застосування спеціалізованого інструменту.

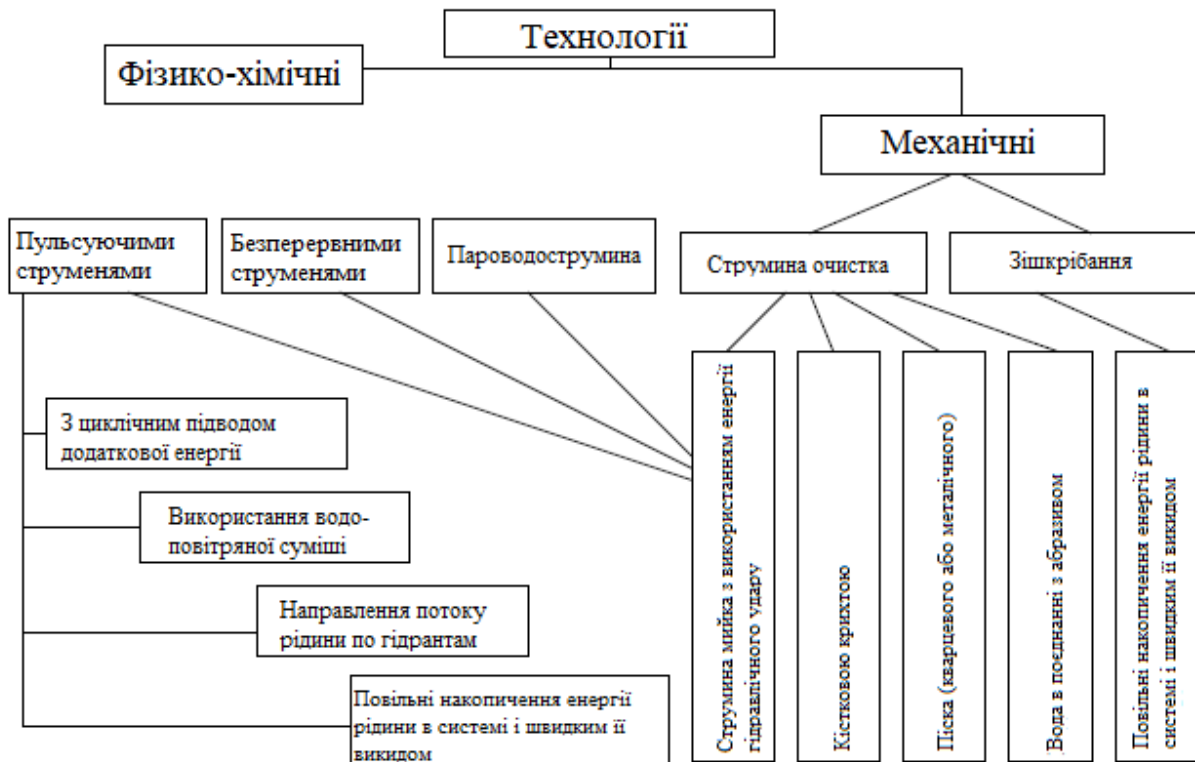


Рис. 1 – Технології видалення забруднень з поверхні машин



Рис. 2 – Способи зішкрібання забруднень

У сільськогосподарському виробництві для очищення машин від забруднень найширше застосування знайшли технології з використанням сухих і водяних струменів, класифікація яких представлена на рис. 3.

Процес видалення забруднень за допомогою кісткової крихти полягає у впливі на оброблювану поверхню шкаралупи або кісточок, попередньо подрібнених до дрібнодисперсних фракцій, які під тиском від 3 до 5 МПа (залежно від ступеня забруднення і його виду) подаються стисненим повітрям до об'єкта очищення. Цей спосіб характеризується високим ступенем очищення за мінімальних витрат, не чинить руйнівної дії на поверхню, що очищається, і може бути використаний для очищення деталей з алюмінієвих сплавів. Негативним

моментом використання кісточнової крихти є високий вміст пилу в повітрі робочої зони під час очищення, що істотно погіршує умови праці оператора і вимагає застосування додаткових засобів індивідуального захисту або встановлення витяжної вентиляції. Істотним недоліком даної технології є складність використовуваного обладнання, високі витрати при застосуванні установок з ручним керуванням струменевими соплами.



Рис. 3 – Струменеві технології очищення

Застосування піскоструминної технології очищення доцільне для видалення середньо- і сильно зв'язних забруднень (залишків лакофарбового покриття, продуктів корозії). Ця технологія полягає в обдуванні поверхонь, що очищаються, металевим або кварцовим піском. За такого способу видалення забруднень оброблювана поверхня, крім очищення, додатково набуває рівномірної шорсткості, що значно покращує процес нанесення фарби, протикорозійного оброблення та низки інших операцій. Під час очищення за допомогою кварцового піску відмічається підвищений вміст пилу в повітрі, що негативно впливає на здоров'я оператора, а тому найкращим способом є застосування в якості компонента для очищення металевих піску (дробу, виготовленого з металу). Технологія дробоструминного очищення є більш витратною порівняно з піскоструминною, що пояснюється високою вартістю металевих пісків, навіть за умови, що витрата дробу менша в 4 рази. Недоліком дробоструминних технологій є виникнення електрохімічного корозійного процесу під час очищення деталей, виготовлених із кольорових металів.

Для очищення машин за гідроабразивної технології використовується кварцовий пісок, карбіди кремнію, окиси алюмінію. Сутність цієї технології полягає в різкому викиді гідроабразивної суміші за допомогою стисненого повітря на оброблювану поверхню. Очищувальний ефект залежить від відсоткового вмісту абразиву в суміші, однак при його збільшенні виникають труднощі в доставці водно-абразивної емульсії до об'єкта, а низький вміст абразиву призводить до погіршення якості видалення забруднень. Найбільше застосування в гідроабразивній технології очищення отримав кварцовий пісок.

За водоструминної технології очищення як механічний фактор, що руйнує забруднення, застосовується енергія гідравлічного удару. Принцип дії гідравлічного струменя на забруднену поверхню показано на рис. 4.

Кавітаційне очищення вирізняється низькою продуктивністю і підвищеною складністю в управлінні процесами кавітації, що істотно обмежує

діапазон його застосування. При цьому способі очищення виникає потреба чіткого виконання розрахункових параметрів, що забезпечують схлопування кавітаційних бульбашок безпосередньо біля забрудненої поверхні.

Проведений аналіз наявних технологій очищення засвідчив, що найперспективнішим для видалення забруднень із поверхні техніки є водоструменеве очищення, яке дає змогу підвищити рівень механічної дії шляхом застосування додаткової енергії, якою може слугувати енергія струменя, що обертається. Отже, для поліпшення якості миття забруднених поверхонь сільськогосподарських машин потрібно розробити конструкцію пристрою, що дає змогу формувати обертовий струмінь і впливати ним на оброблювану поверхню.

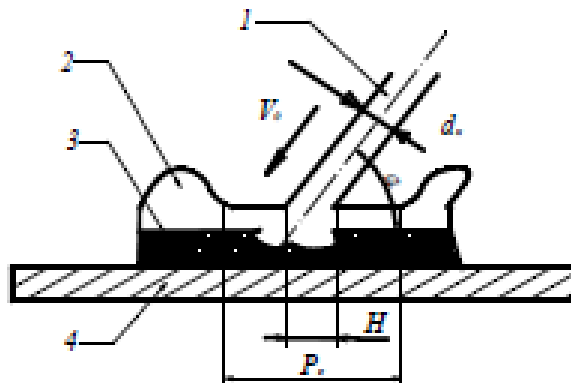


Рис. 4 – Схема впливу струменя на поверхню, що омивається: 1 – потік рідини, що розтікає; 2 – гідралічний стрибок потоку; 3 – забруднення; 4 – поверхня, що очищається;  $V_0$  – швидкість струменя;  $\alpha$  – кут нахилу (атаки) струменя;  $P$  – сила впливу струменя на забруднену поверхню;  $N$  і  $T$  – нормальна і тангенціальна складові сили впливу струменя на забруднену поверхню;  $d_n$  – діаметр струменя

Застосування гідравлічного струменя для видалення слабозв'язних і середньозв'язних забруднень дає змогу забезпечити високий ступінь очищення.

Застосування водоструминних технологій для видалення середньо- і сильнорозв'язних забруднень обмежене через різке збільшення тиску подачі мийного розчину, що тягне за собою зростання споживання електроенергії.

З метою виключення цього недоліку запропоновано спосіб гідродинамічного кавітаційного очищення.

Сутність цього способу полягає в ерозійному впливі кавітаційних бульбашок, згенерованих у спеціальному соплі, які посилюють ступінь руйнівного впливу струменя води на об'єкт очищення. Технології кавітаційного очищення є найперспективнішими, оскільки дають змогу підвищити механічний вплив за рахунок додаткової енергії, отримати якісне очищення за мінімальних витрат.



УДК 631.674

## ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

**Савченко В.М. к.т.н., доцент, Міненко С.В. к.т.н., доцент, Борисюк М.А.**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

*Представлено переваги крапельного зрошення, темпи його розвитку. Наведено дані щодо виробництва комплектувальних виробів систем крапельного зрошення або їх відсутності. Показано необхідність розширення подальшого інформаційного забезпечення споживчого ринку даного товару та його стандартизації.*

Крапельний полив за використанням зрошувальної води вважається найбільш водозберігаючим та екологічно безпечним способом зрошення, а за своєю технічною реалізацією найбільш автоматизованим.

Можливість підтримання оптимального рівня вологості ґрунту і рівномірного постачання поживними елементами сприяє підвищенню врожайності зрошуваних культур за краплинного зрошення від 20 до 100 %.

Настільки висока різниця в урожаї альтернативних варіантів зумовлена безстресовим комплексним впливом зрошення на ґрунт, рослини і приземний шар повітря. Аналогічні висновки отримано і при проведенні малоінтенсивного зрошення за інших способів поливу, наприклад, синхронно-імпульсного дощування.

Важлива перевага створення локальних систем краплинного зрошення полягає в коротких термінах проведення будівельно-монтажних робіт і низьких витратах праці на поливі – 64...71 % порівняно з дощуванням.

Системи крапельного зрошення застосовні й адаптовані під різні розміри площі ділянок від найменших до сотень гектарів. У країнах розвиненого зрошувального землеробства для реалізації заходів економії зрошувальної води в господарствах малих форм земельної власності організовано випуск проектних і найдешевших систем крапельного зрошення дрібноконтурних ділянок, що не перевищують 1...2 га. У США такі системи у вигляді поливних комплектів застосовуються на площі понад 250 тис. га.

Популярність крапельного зрошення зростає і вимагає стандартизації підходів для поліпшення розвитку власного виробництва. З асортименту обладнання для систем крапельного зрошення в країні виробляється всього лише тонкостінний тип крапельної стрічки малого терміну служби. Щорічна потреба в ній понад 1173 млн. погонних метрів. Практично всі комплектуючі систем завозяться в Україну з-за кордону. Цим займається близько 2 тисяч малих і середніх дилерських фірм. При цьому ціна виробів зростає в 2-3, а то й 4 рази через недосконалість логістики цього товару, а сам перелік обладнання не відповідає якісному підбору для базової комплектації систем крапельного зрошення, що відповідає вимогам технологічного процесу. Для успішного розвитку крапельного зрошення на даному етапі бракує доступного і зрозумілого для споживача інформаційного та методичного забезпечення, особливо це

стосується низового споживача. Відсутня комплексна інформація формування систем крапельного зрошення. Капітальні витрати на влаштування систем крапельного зрошення із зарубіжного обладнання, залежно від виду зрошуваних культур, становлять 2,2...3,5 тис. доларів на гектар.

Створення систем крапельного зрошення на базі вітчизняного обладнання поки що перебуває на стадії освоєння. На внутрішньому ринку з'явилася низка вітчизняних виробників, які почали освоєння виробництва окремих елементів обладнання систем краплинного зрошення, переважно це тонкостінні стрічки краплинного зрошення (0,15...0,3 мм) діаметром 16 мм.

Устаткування для комплектації систем крапельного зрошення (клапани, контролери, фільтри, фітинги, ПВХ-шланги (LayFlat), дозатори добрив тощо) вітчизняна промисловість практично не випускає, що стримує розвиток на пряму та розширення площ цього виду зрошення.

Системи крапельного зрошення залежно від їхнього призначення, типу водовипусків (крапельниць) можна адаптувати до зрошуваних агроландшафтів із різними ґрунтово-топографічними умовами, конфігурації ґрунтових ділянок і виду зрошуваних культур. Однак при цьому необхідно дотримуватися низки умов, що визначають ефективність застосування систем краплинного зрошення, зокрема вибір конструкції залежно від виду сільськогосподарських культур, якості зрошувальної води та її підготовки до поливу, проведення поливу заданими поливними нормами для підтримання оптимального рівня вологості ґрунту.

Оскільки рекомендований діапазон зміни вологості ґрунту під час краплинного зрошення досить вузький, а норми, що подаються, невеликі та за величиною співставні з нормами евапотранспірації, то будь-яка відмова на системі, пов'язана зі скороченням або припиненням подачі зрошувальної води, призведе до непоправної втрати врожаю. Таким чином, профілактика проведення виникнення відмов і скорочення часу на їх усунення визначають надійність експлуатації систем крапельного зрошення. Одними з найпоширеніших помилок під час використання та експлуатації систем краплинного зрошення залишаються неправильний підбір обладнання та недотримання технологічних вимог (регламенту) в період експлуатації.

Зазвичай обладнання систем краплинного зрошення має складатися з насосної станції, фільтростанції, вузла підготовки та внесення добрив, магістрального та розподільчих трубопроводів, регуляторів тиску, клапанів випуску повітря, сполучної та запірної арматури, ліній краплинного зрошення - поливних трубопроводів (стрічок або трубок краплинного зрошення) та контрольно-вимірювальних приладів і систем управління поливом.

З насосного обладнання для систем краплинного зрошення найдоцільніше застосовувати низьконапірні відцентрові насоси та насоси консольного типу. Нестачі в пропозиції такого обладнання як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва немає. Головним критерієм оцінки є їхня продуктивність, економічність і надійність. Продуктивність обраного насоса повинна відповідати потребі ділянки у воді і визначається залежно від розмірів ділянки, кліматичних умов і культури. Рекомендується вибирати насос із 10 %-им запасом

продуктивності. Водозабірний патрубок насосної станції має бути обладнаний фільтром грубого очищення і сміттєзатримувальними пристроями.

Фільтраційне обладнання для систем крапельного зрошення представлено практично повністю від зарубіжних виробників. Вітчизняна промисловість випускає фільтри грубого і тонкого очищення виключно для потреб питного водопостачання та комунального господарства. Вони відрізняються від фільтрів для зрошення ступенем очищення, продуктивністю, типорозмірним рядом і мають високу вартість.

Залежно від якості використовуваної води на системі може передбачатися встановлення фільтрів грубого, основного, тонкого очищення або їх поєднання, а для підвищення продуктивності групування фільтрів у блоки.

Для попереднього очищення води з вмістом важких частинок (пісок та інше) використовують фільтри-відстійники або гідроциклони. У разі присутності у воді водоростей та іншої органічної й неорганічної суспензії використовують засипні гравійно-піщані фільтри. Вони покликані фільтрувати частинки з розмірами понад 80 мкм. Фракційний склад гравійно-піщаного наповнювача має відповідати розмірам частинок від 0,5 до 2,8 мм, причому велика фракція (1,2...2,8 мм) засипається знизу, а дрібна (0,5...0,8) засипається зверху.

Для задоволення потреб фільтрації води на системах краплинного зрошення, з їхньою різноманітністю розмірів ділянок і типів краплинного обладнання, типорозмірний ряд фільтраційного обладнання має бути представлений розмірами від 1/2" до 12". За ступенем фільтрації зрошувальної води для потреб краплинного зрошення фільтри мають відповідати параметрам фільтрації в інтервалі від 80 до 155 mesh або 0,178-0,104 мм. Вони мають витримувати робочий тиск від 6 до 8 атм. Вхідний тиск не має бути меншим за 3 атм, тому що за нижчого тиску знижується ефективність промивання наповнювача зворотним струмом. Перепад тиску на фільтрах не повинен перевищувати 0,3 атм. За брудної води необхідність промивання фільтрів становить не рідше ніж 1 раз на годину, а за чистої води не менше ніж 2 рази на добу. Тому для зручнішої роботи фільтри оснащують ручною, напівавтоматичною або автоматичною системою промивання, що працює за перепадом тиску. Зазвичай за фільтрами розташовується лічильник води і регулятор тиску для підтримки постійного заданого тиску в системі. Регулятори тиску для потреб зрошення не випускаються. Вони розробляються інститутом комунального господарства і не придатні для сільськогосподарського використання. Їх типорозмірний ряд також широкий – 1/2" - 12".

Для введення розчинів добрив з поливною водою вітчизняною промисловістю нині обладнання також не випускається. У зв'язку з цим існує необхідність освоєння випуску засобів пропорційного введення розчинів добрив із заданими параметрами концентрації в поливній воді. Найприйнятнішим варіантом може слугувати насос-дозатор, що працює від енергії потоку води з мінімальними втратами його витрати і тиску.

Магістральні та розподільні трубопроводи системи краплинного зрошення можуть бути виконані в двох варіантах: з поліетиленових труб або з м'якого плоскозгорнутого ПВХ-шланга. Пластикові трубопроводи зазвичай

використовують на стаціонарних системах із заглибленням їх у землю нижче орного горизонту (0,5...0,7 м) і виводами на поверхню в місцях підключення дільничних трубопроводів. Асортимент пластикових трубопроводів і сполучних елементів до них, що випускаються в країні, повністю задовольняє потреби в цій продукції. Для сезонно-стаціонарних систем найкращим варіантом може слугувати використання як транспортувальних і розподільних трубопроводів м'який ПВХ-шланг або LAY FLAT (LFT) з ПВХ просоченням армований синтетичною ниткою (поліестер і поліамід). Шланг не деформується від температури і стійкий до ультрафіолетових променів. У складі відсутні хлор та інші агресивні хімічні елементи, що негативно діють на рослини. Використання м'якого шланга дає змогу проходженню колісної техніки при знятті тиску в мережі. Він зручний в експлуатації та зберіганні. Служить до 5...7 років. Випускається у відрізках 50...100 м діаметрами від 1" до 8" і більше з робочими тисками від 2 до 16 атм. Пропускна спроможність плоскозгорнутого ПВХ шланга, за умови забезпечення 90 % рівномірності поливу, становить для Ø 150 мм – 150 м<sup>3</sup>/год, Ø 100 мм – 70 м<sup>3</sup>/год, Ø 75 мм - 30 м<sup>3</sup>/год. Для з'єднання шлангів і під'єднання крапельних ліній передбачено широкий асортимент з'єднувальної та запірної арматури. Щорічна потреба в такому шлангу з урахуванням кількості введення нових площ становить близько 600 тис. погонних метрів.

Для нормальної роботи системи під час її запуску та зупинки необхідно оснащувати її клапанами для випуску та впуску повітря, щоб уникнути защемлення повітря та довгої його вигонки під час запуску, що призводить до нерівномірності розподілу витрат та утворення вакууму в системі й засмоктування бруду під час зупинки системи, що призводить до швидкого засмічення крапельниць, а також постачання закритих ємностей для запобігання утворенню в них вакууму. Типорозмірний ряд повітряних клапанів від 1/2" до 2". Клапани подібного типу у нас не виробляються.

Найважливішим елементом технологічного процесу під час краплинного зрошення є поливні трубопроводи. Поливні трубопроводи представлені на ринку в трьох видах: стрічки краплинного зрошення, трубки краплинного зрошення і зовнішні крапельниці, які монтують на сліпому трубопроводі, для краплинного зрошення з різними аксесуарами. Стрічки крапельного зрошення являють собою плівковий трубопровід діаметром від 6 до 25 мм з товщиною стінки від 0,15 мм до 0,45 мм (6-18 mil) з інтегрованими в стінку трубопроводу водовипусками. За конструкцією стрічкові трубопроводи можуть бути лабіринтового, щілинного та емітерного типів. У лабіринтового типу стрічки на поверхні тонкостінної трубки розташовано спеціальний зигзагоподібний канал у формі лабіринту, який отримують шляхом склеювання країв плівки з тисненням лабіринту.

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОЛИКОВОГО СЕПАРАТОРА ВІДДІЛЕННЯ ЦИБУЛИН ВІД ГРУНТОВИХ ДОМІШОК

**Куликівський В.Л. к.т.н., доцент, Станкевич І.В.**

*Поліський національний університет, м. Житомир*

*Для підтвердження теоретичних досліджень і перевірки отриманих залежностей розроблено програму експериментальних досліджень технічних засобів для збирання цибулі-сіянки. Виготовлено дослідні зразки розроблених технічних засобів для збирання цибулі-сіянки відповідно до розрахункових та обґрунтованих конструктивними параметрами.*

Методику експериментальних досліджень машини для збирання цибулі-сіянки з роликівим сепаратором відокремлення цибулин від ґрунтових домішок було розроблено на основі методик випробувань машин для збирання овочевих і баштанних культур, а також на основі приватних і загальних методик проведення експериментальних досліджень.

Виробничі дослідження роликівого сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок проводилися відповідно до ДСТУ.



Рис. 1 – Загальний вигляд машини для збирання цибулі-сіянки, оснащеної роликівим сепаратором відділення цибулин від ґрунтових домішок (вигляд збоку).



Рис. 2 – Загальний вигляд машини для збирання цибулі-сіянки, оснащеної роликівим сепаратором відділення цибулин від ґрунтових домішок (вигляд ззаду)

Експериментальна машина для збирання цибулі-сіянки (рис. 4) складається з рами 1, підкопувального лемеша 2, ходових коліс 3, гвинтового механізму 4 регулювання глибини підкопування, дискового ножа 5, основного 6 і допоміжного 7 сепарувальних елеваторів, ботвопротягувальних 8 і підтримувальних 9 роликів, роликового сепаратора 10, лотка звужувального 10, лотка, що звужує, 11, валкоутворювача 12, ботвовидаляча 13 рослинних домішок, редуктора 14 привода робочих органів.

Машину оснащено еліптичними струшувачами 15 на основному 6 і допоміжному 7 сепарувальних елеваторах, і встановленим на рамі 16 лотком 17 сходження домішок та котком-ложеутворювачем, що складається зі спірального 18 і гладкого циліндричного 19 вальців. Привід активних вальців 18 і 19 здійснюється через гідромотори 20 і 21.

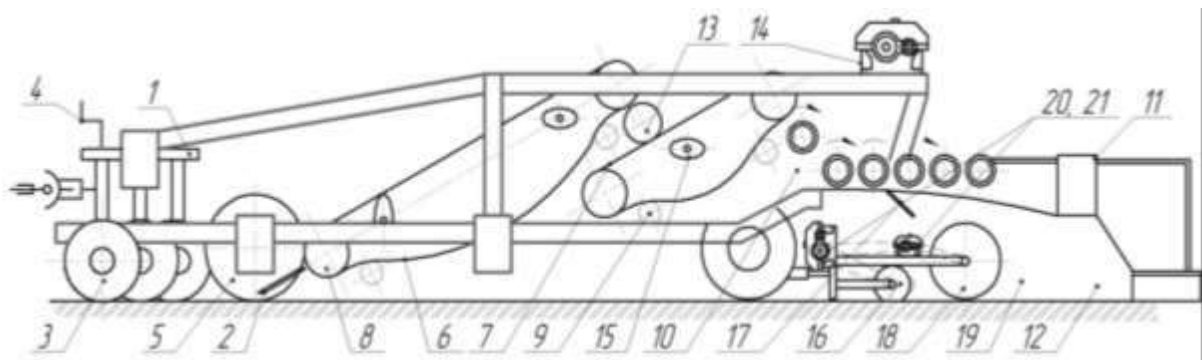


Рис. 3 – Конструктивно-технологічна схема машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – рама; 2 – леміш; 3 – колеса ходові; 4 – механізм регулювання глибини підкопування; 5 – ніж дисковий; 6, 7 – основний і допоміжний сепарувальні елементи; 8, 9 – ботвопротягувальний і підтримувальний ролики; 10 – роликовий сепаратор; 11 – лоток звужувальний; 12 – утворювач валка; 13 – ботвоудаляювач; 14 – редуктор; 15 – струшувачі еліптичні; 16 – рама котка-ложеутворювача; 17 – лоток сходження домішок; 18, 19 – спіральний і циліндричний вальці; 20, 21 – гідромотори приводу вальців котка-ложеутворювача.

Перед початком проведення виробничих досліджень склали повну характеристику ділянки та культури відповідно до ДСТУ.

Довжина облікової ділянки щонайменше 10 м відзначалася встановленими по краях ділянки вішками. Оцінювання якості виконання технологічного процесу збирання цибулі-сіянки сорту "Штутгартер Різен" здійснювалося за такими показниками:

- пошкодження цибулин цибулі-сіянки;
- кількість ґрунтових домішок у прибраній купі цибулі-сіянки;
- втрати цибулин цибулі-сіянки.

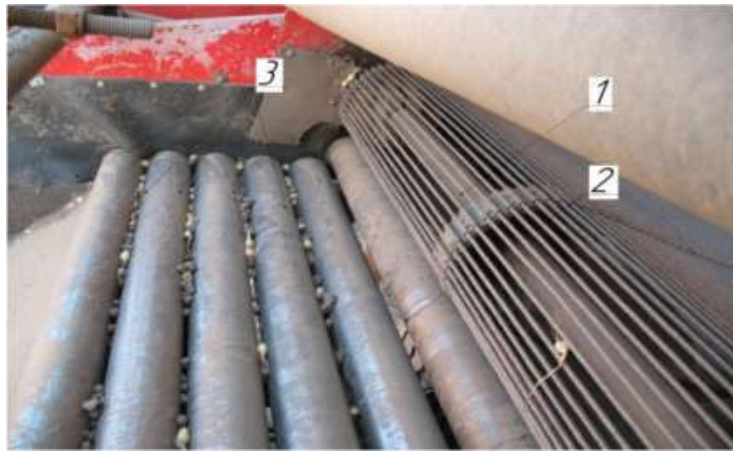


Рис. 4 – Загальний вигляд роликового сепаратора відділення цибулин від ґрунтових домішок машини для збирання цибулі-сіянки: 1 – елеватор прутковий; 2 – валець приймальний; 3 – вальці

Для визначення якісних показників сепарації купи цибулі-севка закріплювали брезент безпосередньо в машині для збирання цибулі-севка сіянки машиною для збирання цибулі-сіянки закріплювався брезент безпосередньо під роликовим сепаратором 10 і під утворювачем валка 12, в який збиралася вся прибрана маса.

Якісні показники збирання цибулі-сіянки визначали відбором проб із поверхні брезенту після проходу облікової ділянки.



Рис. 5 – Агрегат для збирання цибулі-сіянки: 1 – трактор John Deer; 2 – машина для збирання цибулі-сіянки "Амас D - 2"; 3 – роликовий сепаратор відділення цибулин від ґрунтових домішок; 4 – звужувальний лоток; 5 – утворювач валка.

УДК 631.3

## ОСОБЛИВОСТІ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ ПОЛІССЯ З ВИКОРИСТАННЯМ МІСЦЕВИХ ДОБРИВ

Дідух В.Ф., д.т.н., Цизь І.Є., к.т.н., Тарасюк В.В., к.т.н., Данилюк В. М.,  
Тарасюк Д.В.

*Луцький національний технічний університет*

*Наведено особливості удосконаленої технології вирощування картоплі для умов Полісся. Описано експериментальні дослідження складових вказаної технології та особливості використання органічних добрив на основі місцевих сировинних ресурсів.*

У процесі вирощування сільськогосподарських культур рослинами споживається певна частина поживних елементів із ґрунту, які виносяться за межі поля із зібраним врожаєм. Винесені із врожаєм елементи живлення компенсуються шляхом внесення підвищених доз мінеральних добрив. У наслідок цього порушується рівновага і саморегуляція процесів накопичення і перетворення органічних сполук, тобто процеси розкладання (мінералізації) починають переважати над процесами гуміфікації. Має місце явище, так званої, дегуміфікації внаслідок якого послаблюються відтворювальні властивості, протиерозійна стійкість та протидія хіміко-техногенному впливу. Без внесення органічних добрив сукупність цих факторів викликає зниження родючості ґрунту. На даний час, ця проблема набула світового значення, але особливо актуальною вона стала для України. Ґрунти всіх ґрунтово-кліматичних зон України відзначаються дефіцитом поживних елементів та наявністю ознак деградації. Оновлені дані досліджень науковців вказують на зниження середнього вмісту гумусу у ґрунтах України до 3,0% та нижче. Ще гірша ситуація спостерігається у ґрунтах Північно-Західного Полісся. Як показує статистика рівень вмісту гумусу по окремих територіях даної зони впав менше 1,5 % на гектар. У той же час головними умовами, які визначили специфічні риси сучасного виробничого потенціалу Полісся, виступають, по-перше, особлива структура природно-ресурсного потенціалу, у якій домінує частка сільськогосподарських ресурсів, по-друге, довготривала аграрно-промислова спеціалізація господарства регіону.

Тому метою дослідження є удосконалення технологій вирощування картоплі шляхом раціонального використання органічних добрив та збереження і відтворення родючості ґрунту.

Картопля є культурою пухкого ґрунту та потребує обов'язкового внесення великої кількості органічних добрив, які створюють не тільки умови живлення рослинам, але затримують вологу. Вказане є важливим в умовах глобального потепління та аномального надходження вологи до ґрунту.

Аналіз відомих світових технологій вирощування картоплі показує, що її максимальна продуктивність досягається при застосуванні принципів покладених у «голландській технології», основою яких є створення пухких



гребенів з ґрунту. Це досягається 3-4 разовим нагортанням фрезерованого у міжряддях ґрунту.

Відповідно наша пропозиція щодо удосконалення технології вирощування картоплі, полягає у наступних діях: створення у ґрунті локальних (смугами) ефективних зон живлення для рослин з органічних добрив. Такі зони живлення можна створювати осінню із наступною весняною посадкою картоплі Або одночасно із посадкою весною. Все залежить від типу ґрунту. Тому проводяться дослідження на двох типах ґрунтів: глинистих і піщаних.

Вважаємо, що осіннє закладання підходить для чорнозему і має перевагу: не потрібно готувати органічні добрива. Для цього достатньо зимового періоду. Весняне формування зон живлення потребує підготовки органічних добрив. Але принцип однаковий: добрива закладаємо на глибину 15-20 см, закриваємо шаром ґрунту 5-6 см на рівень поля. Відповідно над смугами розкладається насіння картоплі та формується гребінь. Протягом вегетаційного період проводиться 3-4 нагортання гребенів.

Відповідно до даної технології пропонуються варіанти технічного забезпечення: це універсальна машина для вирощування органічної картоплі (рис.1) і машина для осіннього внесення органічних добрив смугами (рис.2).

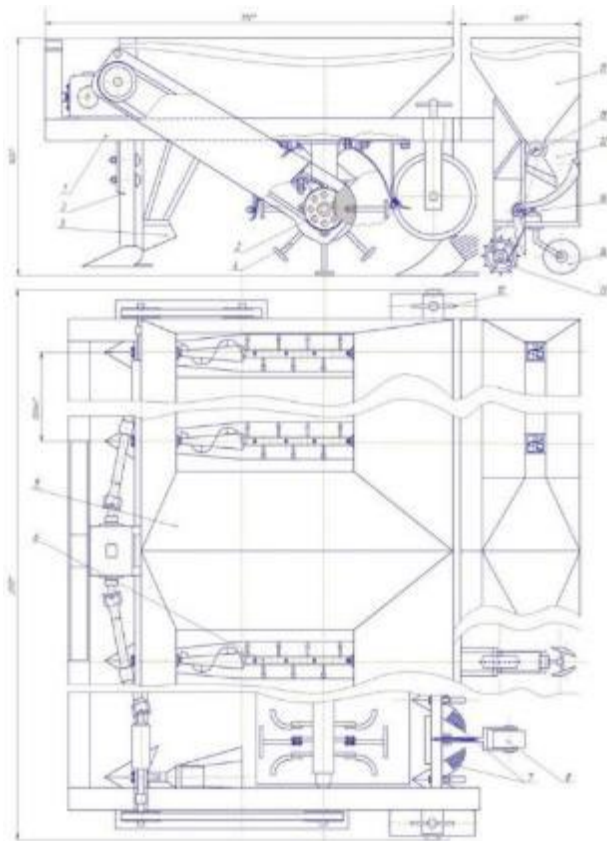


Рис. 1 - Універсальна машина для вирощування органічної картоплі: 1- рама; 2 – фреза; 3 – сошники; 4 – ножі; 5 – труба; 6 – механізм подачі добрив; 7 – підгортач; 8 – ущільнювач; 9 – бункер добрив; 10 - опорне колесо; 11 – бункер картоплі; 12 – садильний апарат; 13 – загортач; 14 – мірне колесо; 15 – дозатор; 16 - катушка

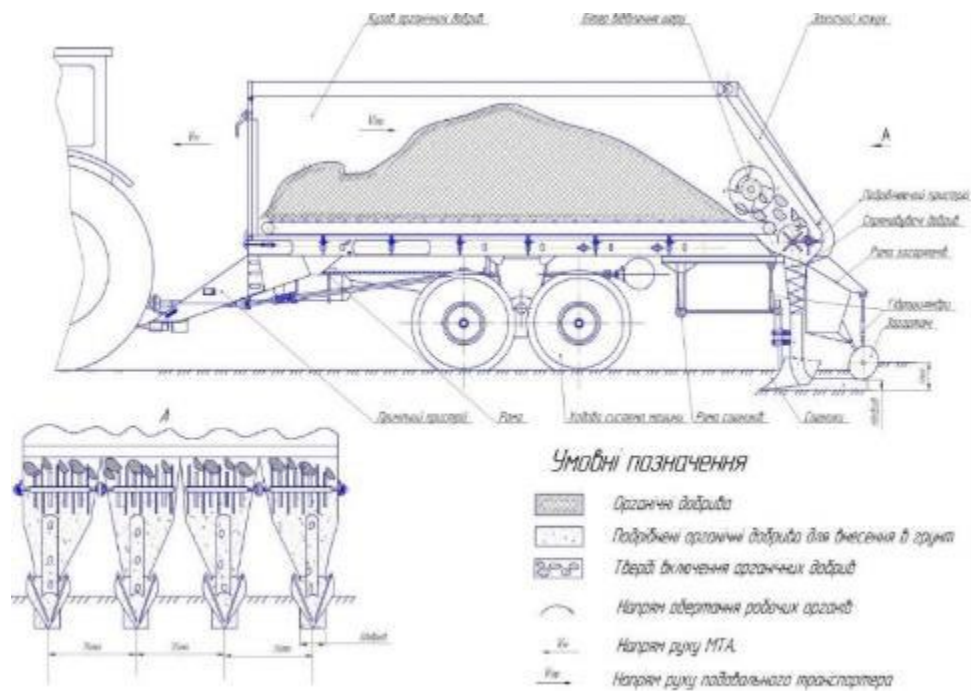


Рис. 2 - Функціональна схема машини для внесення твердих мінеральних добрив смугами

З метою перевірки ефективності запропонованої технології цієї весни проведено закладання виробничих дослідів на обох ґрунтових фонах (рис. 3).

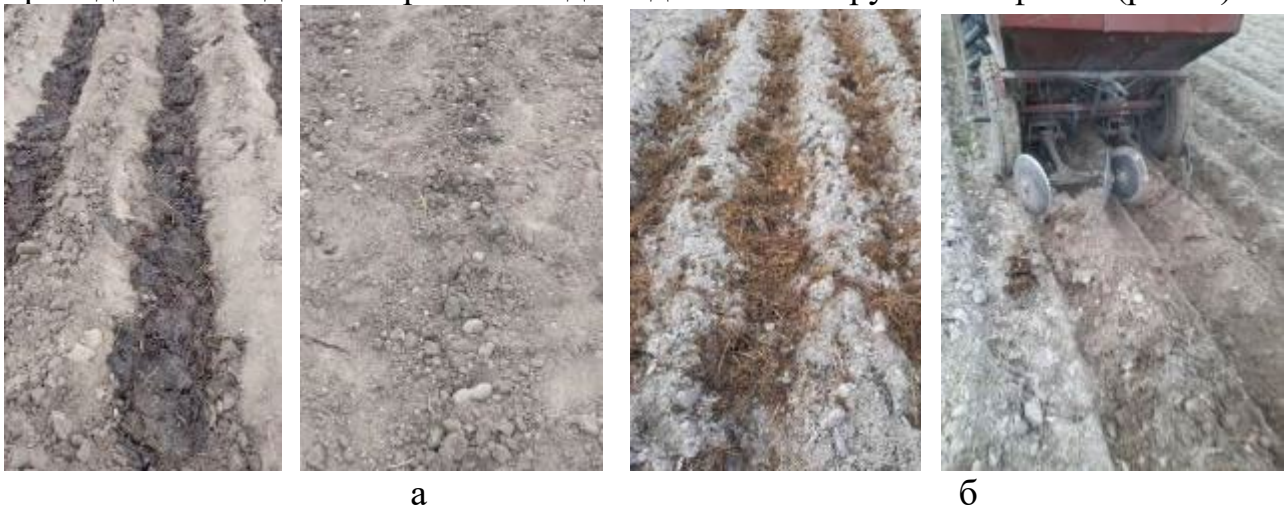


Рис. 3 – Закладання експериментів на глинистих (а) та піщаних ґрунтах (б)

Ведуться також дослідження з пошуку високоефективних твердих органічних добрив на основі місцевих сировинних ресурсів. До таких ресурсів у першу чергу належать озерні сапропелі. Закладені експерименти у таких варіантах поєднання із сапропелем: стебла злакових культур, льону, тирса. Добрива закладені у ґрунт минулої осені а цієї весни здійснено по цьому фоні посадку картоплі (рис .4).



Рис. 4 – Фото закладання експериментів із дослідження впливу варіантів органічних добрив на ріст картоплі

Ефективність впливу сапропелю у чистому вигляді на врожай сільськогосподарських культур доведена багатьма дослідниками, особливо на дерново - підзолистих ґрунтах, характерних для Полісся, в тому числі і нами. Виробництво органічних добрив із сапропелю шляхом компостування проводились лише на рівні лабораторних досліджень. Об'єм покладів сапропелю вказує на перспективу виробництва органічних добрив на основі цих місцевих сировинних ресурсів.

Таким чином відпрацювання та створення технічного забезпечення для запропонованої удосконаленої технології вирощування картоплі забезпечить можливість стабілізації родючості особливо піщаних ґрунтів Полісся, отримання гарантованих врожаїв за умов екстремальних опадів та використання значного об'єму місцевих ресурсів органічних добрив на основі сапропелю.

#### **Список використаних джерел:**

1. Fertilizer use by crop in Ukraine. (2005). Published by FAO, Rome.
2. Hartati, S. (2015). The balance of organic and inorganic fertilizers to nutrient limiting factors, soil fertility and maize (*Zea Mays L*) yield on paddy soil of excavated (Galian C). *Sains Tanah - Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 11 (2), 122-129.
3. Балюк, С.А., Медведєв, В.В., Воротинцева, Л.І. & Шимель, В.В. (2017). Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. *Вісник аграрної науки*, № 8. 5-11.
4. Медведєв, В.В. (2004). Проблеми охорони ґрунтів (Problems of soil protection). *Вісник аграрної науки*, №1, 53-57.
5. Potato growth in moisture deficit conditions. O V Pastukhov, O Mogilnay, M Vakum, I Grabar. *Ukrainian Journal of Ecology*, 1844-1900
6. Dvořák P., Tomášek J., Kuchtová P., Hamouz K., Hajšlová J., Schulzová V. (2012). Effect of mulching materials on potato production in different soil-climatic conditions. *Romania agricultural research*, 29, 201-209.

•

Секція 3

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ  
МАШИННО-ТРАКТОРНОГО  
ПАРКУ**

## УДК 631.5

### ПОЄДНАННЯ КУКУРУДЗИ ТА СОЇ В ПОСІВАХ: СТІЙКИЙ ТА ПРИБУТКОВИЙ ПІДХІД

**Станіславенко А.В., Зеленський О.П., Зеленський А.П. аспіранти  
Науковий керівник – Мельник В.І. д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У цій статті обговорюються переваги та проблеми спільного посіву кукурудзи та сої. Змішування цих двох культур може збільшити врожайність, покращити здоров'я ґрунту та зменшити витрати. Однак фермери повинні уважно розглянути місцеві умови, ресурси та ринки, перш ніж приймати рішення про змішування культур.*

Сільське господарство є важливою галуззю, яка відіграє значну роль у прогодунанні зростаючого населення світу. Зі зростанням попиту на продовольство та обмеженою доступністю орних земель фермери стикаються з проблемою підвищення врожайності сільськогосподарських культур, одночасно зменшуючи вплив на навколишнє середовище. Одним із рішень, яке набуло популярності в останні роки, є поєднання кукурудзи та сої в посівах. Цей стійкий і прибутковий підхід пропонує численні переваги для фермерів і навколишнього середовища.

– Переваги поєднання кукурудзи та сої [2, 3].

Поєднання кукурудзи та сої в посівах є практикою, відомою як спільна культура. Змішування культур передбачає висаджування двох або більше культур на одному полі з метою підвищення врожайності, поліпшення здоров'я ґрунту та зменшення потреби в добривах і пестицидах. Кукурудза та соя — це дві культури, які особливо добре підходять для спільного посіву, оскільки вони мають взаємодоповнюючі моделі росту та потреби в поживних речовинах.

Однією з головних переваг поєднання кукурудзи та сої є підвищення врожайності. Дослідження показали, що змішані культури можуть підвищити врожайність на 20% порівняно з монокультурою (вирощування однієї культури). Таке підвищення врожайності пояснюється взаємодоповнюваністю кукурудзи та сої. Кукурудза є сильним джерелом азоту, а соя – азотфіксаторами. Висаджуючи їх разом, соєві боби можуть забезпечувати кукурудзу азотом, який, у свою чергу, забезпечує тінь і підтримку сої.

Ще однією перевагою поєднання кукурудзи та сої є покращення стану ґрунту. Кореневі системи кукурудзи та сої є взаємодоповнюючими, причому кукурудза має глибокий стрижневий корінь, а соя має неглибоку кореневу систему. Це допомагає зменшити ущільнення ґрунту та покращити структуру ґрунту, забезпечуючи кращу інфільтрацію води та поглинання поживних речовин. Крім того, відомо, що соєві боби збільшують вміст органічної речовини в ґрунті, що може покращити родючість ґрунту та зменшити ерозію.

Проміжне вирощування також зменшує потребу в добривах і пестицидах. Здатність сої до азотфіксації означає, що для кукурудзи потрібно менше азотних

добрив. Крім того, спільні посіви можуть зменшити кількість шкідників і хвороб, оскільки наявність різних культур може порушити життєвий цикл шкідників і зменшити їхню популяцію.

– Економічні вигоди від поєднання кукурудзи та сої

Окрім екологічних переваг, поєднання кукурудзи та сої також може бути економічно вигідним для фермерів. Змішування культур може зменшити витрати на виробництво, збільшити врожайність і підвищити прибутковість.

– Зменшені витрати на виробництво.

Проміжне вирощування може зменшити витрати на виробництво за рахунок зменшення потреби в добривах і пестицидах. Висаджуючи сою з кукурудзою, зменшується потреба в азотних добривах. Крім того, наявність кількох культур може зменшити кількість шкідників і хвороб, зменшуючи потребу в пестицидах.

– Підвищена врожайність [3].

Як зазначалося раніше, спільне вирощування може збільшити врожайність на 20% порівняно з монокультурою. Це підвищення врожайності може призвести до збільшення прибутку для фермерів.

– Підвищення рентабельності [3].

Поєднання зниження витрат на виробництво та підвищення врожайності може підвищити прибутковість для фермерів. Крім того, використання спільного посіву може допомогти зменшити ризик, оскільки наявність кількох культур може допомогти зменшити втрати через погодні умови чи хвороби.

– Вибір культур і терміни [4].

Не всі культури підходять для спільного посіву, тому час посіву та збору врожаю необхідно ретельно узгоджувати, щоб забезпечити успіх проміжного посіву. Крім того, вибір культур і терміни посадки та збору врожаю залежатимуть від місцевого клімату, типу ґрунту та інших факторів.

– Праця та управління.

Вирощування спільних культур вимагає додаткової праці та управління, оскільки фермери повинні ретельно обробляти різні культури та гарантувати, що кожна культура отримує відповідні ресурси та догляд. Це може бути проблемою для фермерів з обмеженими ресурсами, оскільки спільні культури можуть бути більш трудомісткими, ніж монокультури.

– Маркетинг і переробка [3].

Іншим фактором є маркетинг і переробка врожаю. Фермерам може знадобитися знайти нові ринки збуту або переробні потужності, обладнані для обробки різних культур, вирощених за допомогою спільного посіву.

Незважаючи на те, що проміжне посівництво може надати численні переваги, це не універсальне рішення. Фермери повинні ретельно проаналізувати свої місцеві умови, ресурси та ринки, перш ніж прийняти рішення про спільний посів кукурудзи та сої.

– Практичний приклад: дослідницька ферма Університету штату Айова.

Переваги спільного посіву кукурудзи та сої були продемонстровані численними дослідженнями та на багатьох фермах. Одним із яскравих прикладів є дослідницька ферма Університету штату Айова (ISU), де дослідники вивчають

переваги спільного вирощування з 2003 року.

На дослідницькій фермі ISU дослідники виявили, що спільні культури можуть збільшити врожайність, зменшити використання добрив і покращити стан ґрунту. Зокрема, вони виявили, що проміжне посівство збільшило врожайність кукурудзи на 10% і врожайність сої на 14%, а також скоротило використання азотних добрив на 32%. Крім того, вони виявили, що спільні культури покращують здоров'я ґрунту, включаючи збільшення органічних речовин у ґрунті та зменшення ерозії ґрунту [1].

Таблиця 1 – Результати змішування культур на дослідній фермі ISU

	Урожайність кукурудзи (бушелі/акр)	Урожайність сої (бушелі/акр)	Використання азотних добрив (фунтів/акр)
Монокультура	214	57	219
Проміжні культури	235	65	148
Покращення	10%	14%	32%

Змішування посівів кукурудзи та сої забезпечує численні переваги для фермерів і навколишнього середовища, включаючи підвищення врожайності, покращення здоров'я ґрунту та зниження витрат на ресурси. Хоча існують проблеми та міркування щодо проміжного посіву, переваги можуть переважити витрати за умови належного управління. Дослідницька ферма Університету штату Айова є лише одним із прикладів успіху спільного вирощування культур, і багато інших фермерів і дослідників продемонстрували потенціал цього сталого та прибуткового підходу.

#### Список використаних джерел:

1. "Intercropping Corn and Soybean for Sustainable Agriculture," Iowa State University Extension and Outreach, <https://ir.library.illinoisstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2376&context=etd>
2. "Intercropping Corn and Soybeans: An Overview," University of Nebraska-Lincoln Extension, <https://cropwatch.unl.edu/2023/farm-reseach-early-season-interseeding-corn-and-soybean-results-2019-2022>
3. "Intercropping Corn and Soybeans: A Sustainable Practice," University of Illinois Extension, [https://extension.illinois.edu/sites/default/files/iah\\_-\\_cropping\\_systems\\_and\\_alternative\\_crops.pdf](https://extension.illinois.edu/sites/default/files/iah_-_cropping_systems_and_alternative_crops.pdf)
4. "Intercropping Corn and Soybeans: A Synergistic Approach," Michigan State University Extension, <https://www.canr.msu.edu/news/corn-and-soybean-planting-considerations>.

420УДК 631.331

## ЧИСЛОВЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕРОЗРАХУНКОВИХ ПРОЦЕСІВ У ВІДЦЕНТРОВОМУ РАДІАЛЬНОМУ ВЕНТИЛЯТОРІ

Мельник В. І., д.т.н., проф., Зеленський О. П., Зеленський А. П.,  
Станіславенко А. В., аспіранти

*Державний біотехнологічний університет*

**Анотація.** Ця стаття знайомить нас з чисельним моделюванням нерозрахункових процесів у відцентровому радіальному вентиляторі за допомогою сучасних програмних продуктів. Показує перевагу чисельних експериментів у сучасному проектуванні.

Широкого застосування у пневматичній системі сівалки набули відцентрові радіальні вентилятори (ВРВ), які створюють перепад тиску, близько 5 000 Па [1,2]. В ході роботи, пневматична система сівалки може працювати не стабільно, про це свідчить не постійне захоплення висівним диском насіння в висівному апараті, а також високий шум роботи ЦРВ і т.д.

Виготовлення нового ЦРВ, що створює необхідний перепад тиску та успішну роботу пневматичної системи, вимагає чіткого розуміння фізики процесу, що протікає в самому вентиляторі та системі.

На сьогоднішній день чисельні експерименти є найперспективнішими засобом здійснення проектувальних, перевірочних та організаційних робіт.

Для моделювання процесів доцільно використовувати сучасні CAD/CAM/CAE системи, які дають можливість моделювати рух потоку повітря у трубопроводах та агрегатах пневматичної системи сівалки.

Одним з таких програмних забезпечень є ANSYS CFX [3], цей програмний продукт, заснований на методі кінцевих елементів (KE). Розглянемо чисельне моделювання процесів у ВРВ за допомогою програмного забезпечення ANSYS CFX Рис. 1.

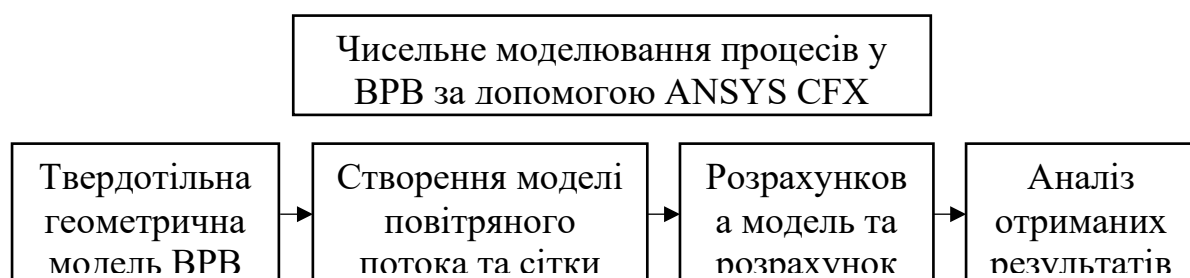


Рисунок 1 – Чисельне моделювання процесів у ВРВ

На першому етапі підготовки вихідних даних для моделювання перебігу повітряного потоку в пневматичній системі сівалки, створюється твердотільна геометрична модель ВРВ, що імітує обсяг повітря, всередині якого відбувається перебіг досліджуваного потоку. Елементи проточної частини відцентрового радіального вентилятора є пристрій, який подає повітряний потік через разтруб, до трубопроводу, потім на робоче колесо, а далі відбувається відведення повітряного потоку через равлик, який має дуже складну форму [4]. Створення



геометричної твердотільної моделі є неординарним завданням, тому проводиться спрощування моделі ВРВ, 3D модель створюються у пакеті САЕ моделювання Solid Works Рис.2 (а). Використовуючи додатковий інструмент Space Claim Geometry у програмному комплексі ANSYS [5] на базі єдиної робочої платформи, створюємо твердотільну модель потоку повітря ЦРВ Рис. 2 (б).

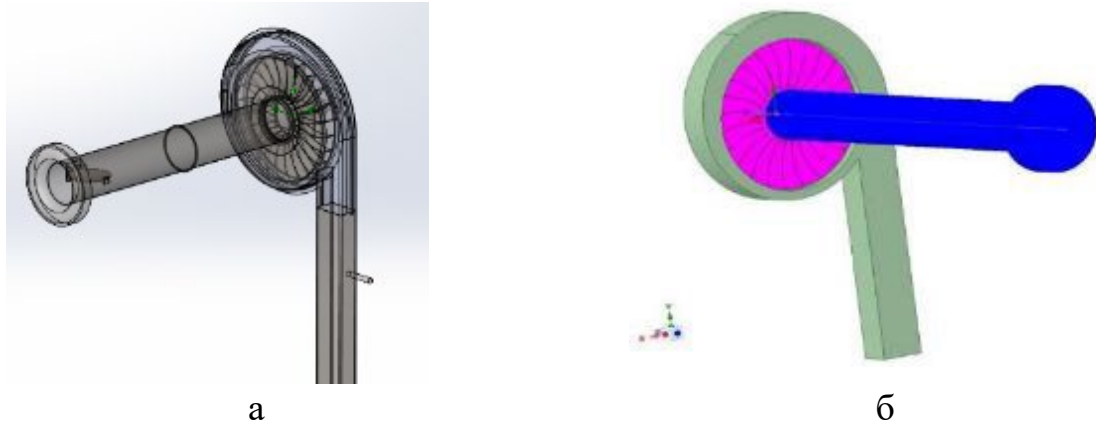


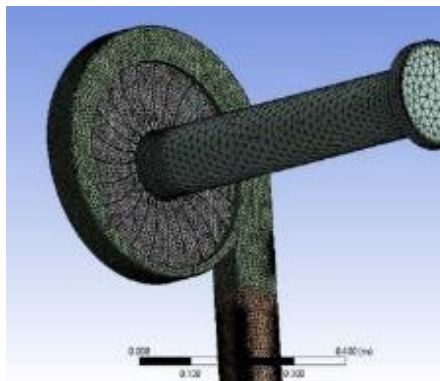
Рисунок 2 а – геометрична твердотільна модель ВРВ, б - твердотільна модель потоку повітря ВРВ.

Далі проводимо спрощування САЕ моделі, видаляємо зазори, позбавляємося зайвих вузлів, бо при створенні сітки (Mesh), постобробки моделі буде відбуватися гальмування процесу створення, із-за завантаженості оперативної пам'яті комп'ютера, що призведе до ускладнення створення розрахункової сітки. Забираємо з розрахунку місця застою повітряного потоку. Далі для коректного розрахунку 3D САЕ моделі створюємо вхідний патрубок завдовжки не менше п'яти вхідних діаметрів вентилятора, та вихідний не менше десяти вихідних трубопроводів для того, щоб уникнути рециркуляції потоку повітря, бо це може призвести до проблем з масовим балансом. Використовуючи модель потоку повітря ВРВ, будуємо гексагональну сітку кінцевих елементів (СКЕ) [6]. В результаті чого отримуємо тривимірну СКЕ з кількістю елементів не менше п'ятиста тисяч шт та близько мільйона шт вузлів для задовільного розрахунку. Отримана тривимірна СКЕ зображена на Рис.3 (а). Для проведення розрахунків у блоці Setup платформи Fluid Flow(CFX) необхідно для сіткової моделі ВРВ задати основні параметри робочого процесу. Розрахункова модель ВРВ надана Рис.3 (б). До основних параметрів робочого процесу ВРВ входять такі параметри:

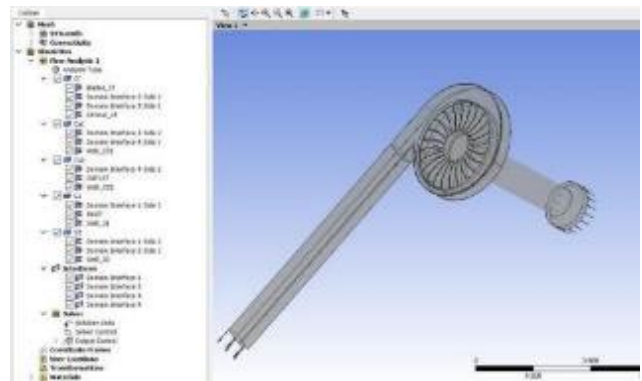
область розрахунку – текуча область (Fluid Domain); робоче тіло – ідеальний газ (Air Ideal Gas); варіант – безперервна рідина (Continuons Fluid); відносний тиск (тиск навколишнього середовища), що становить 101325 Па; варіант теплообміну – з повної енергії (Total Energy); варіант турбулентності – модель турбулентності  $k - \epsilon$  чи  $k - \omega$  [4].

Далі потрібно задати граничні умови (ГУ) потоку повітря на вході та на виході з ВРВ: вхідна поверхня (Inlet): задаємо значення вхідного тиску (Total Pressure), що становить 101325 Па та вхідну температуру (Total Temperature), що становить 288.15 К; вихідна поверхня (Outlet): задаємо значення середнього

статичного тиску (Average Static Pressure), що становить 0 Па.



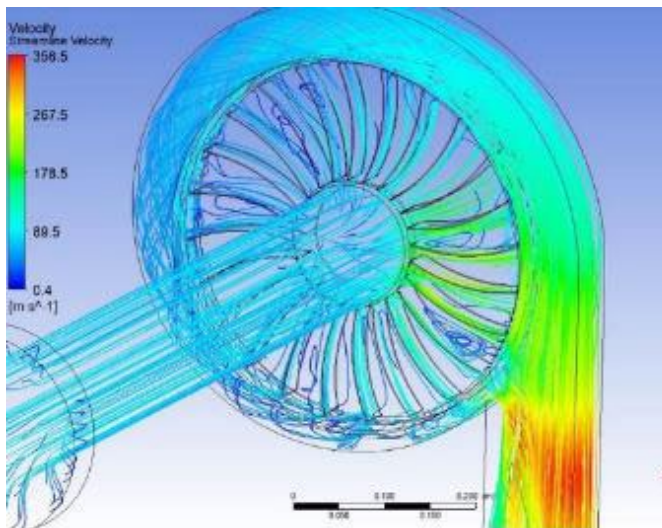
а



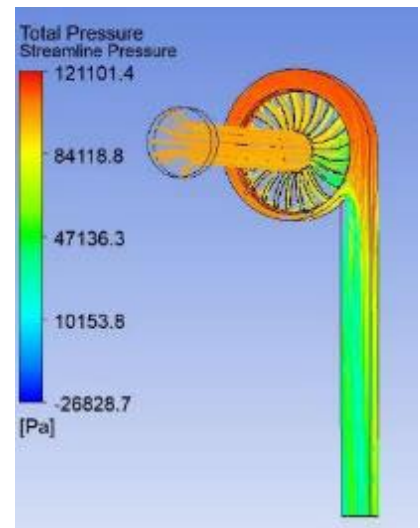
б

Рисунок 3 а - сітка кінцевих елементів моделі ВРВ, б – розрахункова модель ВРВ

В результаті розрахунку та моделюванні процесів, які відбуваються в проточній частині ВРВ отримуємо великий масив даних. Використовуючи результати розрахунків маємо можливість вивчити та проаналізувати процеси, що відбуваються всередині проточної частини ВРВ, а також зробити зміни до моделі вентилятора, якщо це потрібно. Далі проводимо аналіз результатів дослідження: розглянемо Рис.4 (а), де зображено лінії струму, що відображають напрямок і значення швидкостей, за фарбуванням ліній та шкалою зліва на малюнку ми можемо мати уяву про величину швидкості.



а



б

Рисунок 4 а – лінії струму швидкості, б – лінії струму тиску.

Крім значень швидкостей важливе значення має тиск потоку повітря всередині ВРВ Рис.4 (б). Також можна отримати для аналізу тиску на лопатках РК вентилятора. Далі проводимо ретельний аналіз поведінки потоку повітря в проточній частині вентилятора, а також аналіз роботи ВРВ що до отримання потрібних нам параметрів та стійкої його роботи. В свою чергу, також є графічна інтерпретація зв'язків між основними параметрами вентилятора, що називають

характеристикою вентилятора. Користуючись характеристикою вентилятора [1], легко вибрати відповідний вентилятор з певними геометричними розмірами. Повна характеристика вентилятора виражає залежність тиску, потужності та ККД вентилятора від його продуктивності (витрати повітря).

Характеристику вентилятора ми можемо отримати завдяки множинному повторенню стаціонарних розрахунків, змінюючи граничні умови. Результати розрахунків зводяться до масиву усереднених даних, та згідно з якими і будується характеристика вентилятора. На вісі абсцис відображає  $G_v$ , а на осі ординат (наприклад) може бути створюваний тиск вентилятором  $P_v$ . Також за отриманими результатами оцінюють якість проектування самого відцентрового колеса, кутів установки, розмірів, товщини, кількості лопаток, шуму та факторів безпеки. Дослідження показують, що досягнення прийнятного рівня значення параметрів можуть бути досягнуті шляхом ретельного профілювання та впровадження нових конструкційних рішень під час проектування ВРВ. Рекомендується використовувати як моделювання газодинамічних характеристик перебігу повітря в проточній частині пневматичної системи САЕ пакетів програм на основі методів CFD.

#### **Список використаних джерел:**

1. О. Бак, Проектування та розрахунок вентиляторів. Переклад з німецької. ГНТІ у гірничій справі. 1961-362с.
2. Г.М. Абрамович Прикладна газова динаміка - М.: Наука, 1991. - Ч. 1. - 597 с
3. П.В. Пугачов Розрахунок та проектування лопатевих гідромашин. Розрахунок в'язкої течії в лопатевих гідромашинах з використанням пакета ANSYS CFX: навч. посібник/П.В. Пугачов, Д.Г. Свобода, А.А. Жарківський. – СПб.: Вид-во Політехн. ун-ту, 2016. -120 с.
4. H. Schlichting, K. Gersten Boundary-Layer Theory. Ninth Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017-805 p.
5. М.В. Мурашов, С.Д. Панін Розв'язання задач механіки суцільного середовища у програмному комплексі ANSYS. М.: Видавництво. 2009 – 40 с.
6. М.Ю. Анісімов, В.В. Бірюк, О.О. Горшкальов Створення кінцево-елементної сітки циліндропоршневої групи ДВС. С.: Електронний навчальний посібник. 2013–45 с.

УДК 631.333

**РІВНОМІРНІСТЬ РОЗПОДІЛУ МУЛЬЧИ ПО МІЖРЯДДЮ САДУ****Семірненко Ю.І., к.т.н.***Сумський національний аграрний університет***Онацький В. І.***ТОВ "ОРІОН-БІОТЕХ"*

*Одним із способів утилізації гілок після обрізки садів є їх подрібнення та використання у якості мульчі для покриття міжрядь. Наведені результати досліджень по забезпеченню рівномірності розподілу тріски по міжряддю садів.*

В теперішній час вітчизняна та зарубіжна промисловість пропонує широкий спектр подрібнювачів гілок. Враховуючи проведений аналіз досліджень різних авторів та проведені власні дослідження був вибраний подрібнювач гілок, який при незначних об'ємах сировини (до 1,5 т/га) та затратах енергії на подрібнення відповідає наступним параметрам:

- найбільший діаметр гілок – 60 мм;
- найвища вологість деревини – 73%;
- ступінь подрібнення – до 10 мм;
- тип приєднання до трактора – начіпний;
- розташування завантажувального вікна – бокове;
- напрямок розсіювання – назад.

Після проведеного аналізу було вибрано подрібнювач-мульчувач гілок FARMİ DW-30. Технічна характеристика даного подрібнювача наведена в табл. 1.

Таблиця 1 – Технічна характеристика подрібнювача FARMİ DW-30

№ п/п	Параметр	Значення
1	Потужність трактора	15 кВт
2	Максимальний діаметр деревини	76 мм
3	Діаметр подрібнюючого барабана	510 мм
4	Механізм подачі	бокова, під кутом
5	Кількість ножів	2 шт
6	Розміри тріски	до 7 мм
7	Кут повороту жолоба	302 <sup>0</sup>
8	Частота обертання ВВП трактора	540 хв <sup>-1</sup>
9	Продуктивність	до 5 м <sup>3</sup> /год
10	Вага	245 кг
11	Габаритні розміри ДхШхВ	1,5м х 0,95 х 1,67 м

Перед визначенням рівномірності розподілу подрібненої тріски подрібнювачем-мульчувачем FARMİ DW-30 по ширині та по довжині за допомогою рулетки вимірювалась ширина та довжина смуги розсіювання.

Результати замірювань проводилися трикратно при подрібненні кожного сорту яблунь при відсутності вітру. Середні результати замірів наступні: ширина розсіювання становила 3,15 м, розсіювання тріски по довжині становить 6,26 м.

Рівномірність розсіювання вимірювалась шляхом застосування мірних рамок розмірами 1х1 м. Кількість рамок – 6. Кожна рамка нумерувалася та зважувалася. Досліди проводились окремо по довжині та ширині смуги розсіювання.

При визначенні рівномірності розсіювання по довжині, рамки розкладалися по осі умовної смуги розсіювання від проекції козирка жолоба на ґрунт (рамка №1). Кількість рамок – 6. Після контрольної наважки гілок (10 кг) проходило їх подрібнення, а потім зважування рамок. Результати досліджень наведені на рис. 1. За 100% вважалася рамка із самою великою масою тріски.

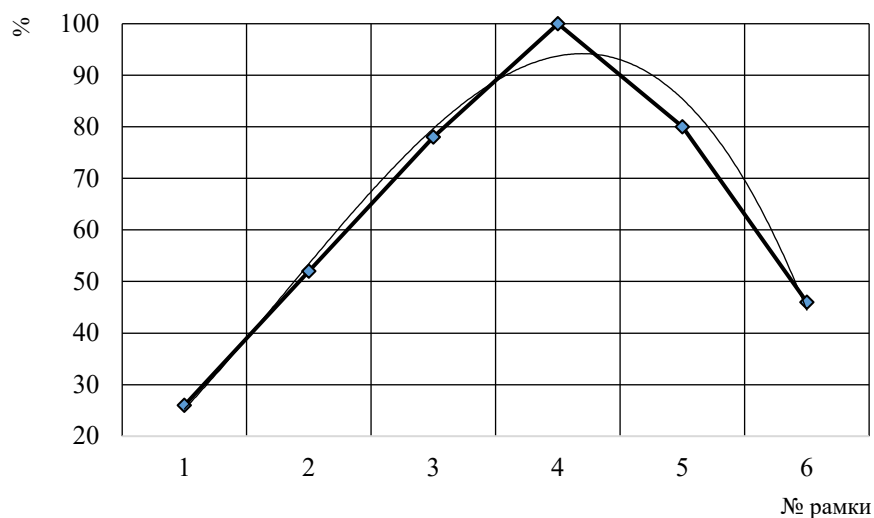


Рисунок 1 – Розподіл тріски по довжині смуги розсіювання

Результати досліджень вказують на те, що найбільша маса тріски в 4 рамці, а найменша – в першій.

Дану залежність можна описати рівнянням:

$$y = -1,7037x^3 + 9,246x^2 + 12,378x + 5,3333 \quad (3.1)$$

Для перевірки рівномірності розподілу тріски по ширині, рамки розміщалися по ширині зони на відстані 1 м та 5 м від проекції козирка на ґрунт (по три рамки на кожній відстані). Також, проводилася контрольна наважка (10 кг) та проходило подрібнення й розсіювання тріски. Після чого проводилось зважування, знаходилося середнє значення маси тріски крайніх лівих рамок, крайніх правих рамок та середніх.

Результати досліджень представлені на рис. 2.

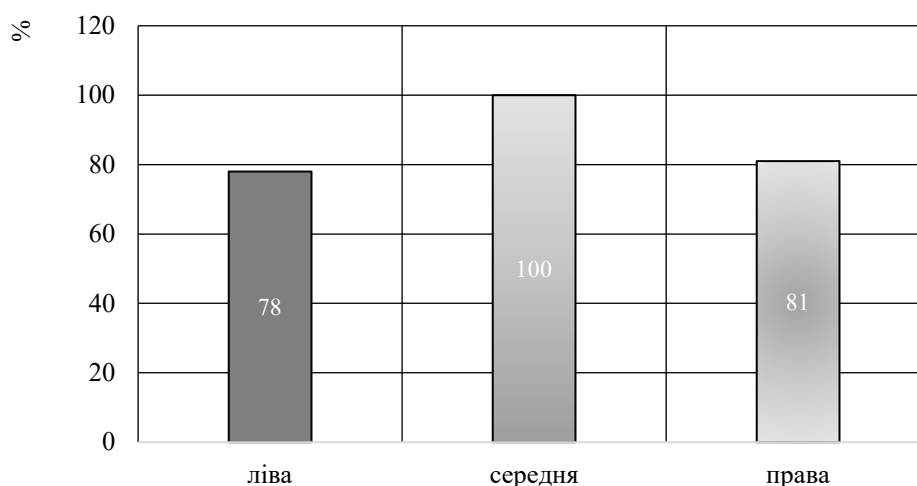


Рисунок 2 – Розподіл тріски по ширині смуги розсіювання

Як видно із рис. 2, середина смуги розсіву найбільше покриватиметься тріскою. Покриття країв відрізняється від середини, приблизно на 20%.

Враховуючи те, що середнє значення виступу гілок яблунь у бік міжряддя становить 1,42 м, «відкрита» ширина міжрядь при схемі посадки яблунь 3x5, становить 2,18 м. Подрібнювач FARMI DW-30 навішується на трактор Т-25А. Ширина подрібнювача – 0,95 м, ширина трактора 1,37 м. По ширині трактора визначаємо можливість ширини «вільної» смуги. Її ширина буде становити 0,8 м. Зміщення осі розсіювання від осі міжрядь буде становити 0,4 м. Тому через рік при подрібнюванні гілок агрегат буде рухатись ближче до одного ряду, а на наступний рік – в протилежний бік, ближче до іншого ряду яблунь.

Для забезпечення більш рівномірного розподілу тріски по міжряддю, місця зупинки агрегату для подрібнення розподіляємо на відстані 6,0 м. Таким чином, перекриття буде становити 0,26 м, що забезпечить збільшення маси тріски в крайніх точках і зменшення нерівномірності покриття всієї смуги.

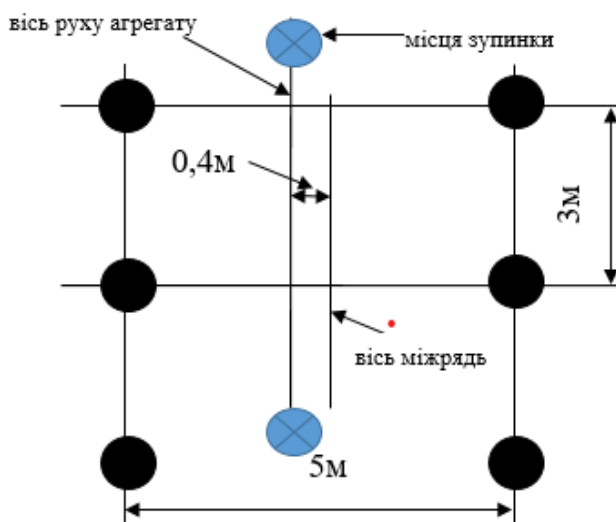


Рисунок 3 – Місця роботи подрібнювача

Технологічний процес проходить наступним чином. Агрегат у складі трактора Т-25А та подрібнювача FARMИ DW-30 заїжджає в міжряддя саду. У запропонованій технології агрегат рухається по міжряддю ближче до ряду яблунь, а купи гілок, що сформовані робітниками під час обрізки, розташовані біля протилежного ряду дерев. Агрегат рухається циклічно. Робітники подають гілки на подрібнення при зупинці агрегату біля купи.

Перша зупинка для подрібнення – на відстані 6,0 м від крайньої яблуні. Зміщення руху агрегату від осі рядка необхідне для зручності подавання гілок в приймальний жолоб, який розташований з правого боку. Після подрібнення гілок з даного місця стоянки, агрегат переміщається на відстань 6,0 м до іншого місця стоянки.

Таким чином, застосування запропонованої технології забезпечить покриття міжрядь мульчою шириною 3,15 м. При цьому, частково буде покриватися мульчою пристовбурова смуга ближнього ряду яблунь.

Проведені дослідження показали, що при довжині міжрядь 100 м годинна продуктивність агрегату становила 0,9 га.

#### **Список використаних джерел:**

1. Герасько Т. В., Вельчева Л. Г., Іванова І. Є., Нінова Г. В. (2019) Вплив системи утримання ґрунту у органічному саду на біометричні показники дерев черешні. Таврійський науковий вісник (106). pp. 48-54. ISSN ISSN: 2226-0099 (Print) ISSN: 2664-6102

2. Каталог техніки для садівництва. Агроальянс. 2020. Вип. 2. <http://agroalliance.com.ua/>

3. Слободяник Л. М. Вплив утримання пристовбурних смуг на ріст і урожайність яблуні сорту Гранні Сміт. Матеріали міжнародної наукової Інтернет-конференції "Інновації в садівництві" 10 березня 2017 року. 2017. Умань: Видавець «Сочінський М.М.». С. 39–40.

4. Тимошок І.В. Якісні показники роботи машини для мульчування пристовбурних смуг у багаторічних плодкових насадженнях / І.В. Тимошок, Р.В. Шатров // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. 2018. Вип. 282. С. 323-332. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau\\_tech\\_2018\\_282\\_31](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnau_tech_2018_282_31).

УДК: 351.777:504.06

## ВАЖЛИВІСТЬ РАЦІОНАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

Гуськов Р.В. студ.,

Науковий керівник – Романашенко О.А. доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Анотація. Розглянуто питання впливу добрив на вирощуванні культури та їх розвиток. Представлено вплив діючої речовини добрив на сільськогосподарську культуру. Визначено рівень небезпечності застосування великих доз добрив та їх вплив на навколишнє середовище.*

Обов'язкова умова інтенсивної технології вирощування сільськогосподарських культур – раціональне використання агротехнічних прийомів в оптимальні строки відповідно до біологічних вимог рослин. Інтенсивна технологія передбачає підвищення родючості ґрунтів, чергування культур у сівозмінах, впровадження і вирощування високоврожайних сортів, придатних для механізованого збирання, застосування науково обґрунтованих норм мінеральних добрив [1].

Розвиток сільського господарства на сьогоднішній день неможливий без використання мінеральних добрив, які дозволять підвищити родючість ґрунтів, збільшити врожайність, підвищити якість сільськогосподарської продукції. Саме за рахунок використання мінеральних добрив забезпечується приріст врожаю на 50 %.

Тому повна відмова від використання мінеральних добрив, що іноді пропонують у якості одного з можливих шляхів розвитку сільського господарства, призведе до катастрофічного скорочення виробництва продовольства.

Але недотримання науково обґрунтованих заходів під час застосування добрив, недосконалість способів їх використання може призвести до негативного впливу мінеральних добрив на окремі компоненти біосфери, на стан навколишнього природного середовища та на людину.

Забруднення навколишнього середовища при використанні мінеральних добрив відбувається в основному через недосконалість властивостей і хімічного складу добрив та порушення технології виробництва, зберігання та застосування мінеральних добрив.

Нагромадження нітратів в сільськогосподарській продукції в основному залежить від дози і термінів внесення азотних добрив, довжини світлового дня і часу посіву насіння, а також від освітлення - на затінених ділянках вміст нітратів вищий.

Застосування фосфорних добрив також має значні екологічні наслідки. По-перше, фосфорні добрива призводять до збільшення накопичення фосфору у водних об'єктах, нагромадження якого у водному середовищі в значних кількостях викликає еутрофікацію (заростання) водойм.

Калійні добрива забруднюють навколишнє середовище в меншій мірі.



Негативний вплив роблять в основному супутні калію аніони: хлорид, сульфат та інші. До шкідливих домішок, що містяться в калійних добривах, можна також віднести хлор, що у великих дозах негативно впливає на врожай картоплі, винограду, тютюну, цитрусових і прядильних культур [3].

До найбільш небезпечної групи речовин, нагромадження яких призводить до значного погіршення стану навколишнього середовища, відносять ртуть, свинець, кадмій, миш'як і інші важкі метали, які мають особливе екологічне, біологічне і медичне значення.

Ґрунтовий покрив не тільки акумулює компоненти забруднень, але і виступає природним буфером, що істотно знижує токсичну дію важких металів і регулює надходження хімічних елементів в рослини і, як наслідок, в організм тварин та людини. На відміну від атмосфери і гідросфери, де спостерігаються процеси періодичного самоочищення від важких металів, ґрунт практично не має такої здатності до самоочищення. Метали, що накопичуються в ґрунтах, виводяться з нього вкрай повільно лише при вилуговуванні, споживанні рослинами, ерозії і дефляції. В зв'язку з цим розробка агротехнічних заходів, що знижують надходження важких металів у сільськогосподарські рослини, здобуває велике агроекологічне значення.

Важкі метали можуть виступати в ролі ведучого екологічного фактору, що визначає спрямованість і характер розвитку агробіоценозів. Масове забруднення ними навколишнього середовища призводить до явно виражених токсикозів рослин, тварин і людини, а тому порівняно легко діагностується.

Серед усіх важких металів найвищу акумулятивну здатність в організмах теплокровних тварин і людини мають свинець і кадмій, тому в результаті забруднення ґрунту і рослин цими металами найбільшій небезпеці піддаються кінцеві ланки харчового ланцюга, у тому числі людина. Одним з найбільш шкідливих токсикантів є кадмій. Потрапляючи в ґрунт, він абсорбується кореневою системою рослин, накопичується в них і по харчових ланцюгах може надходити в організм тварин і людини.

Кадмій, ртуть і свинець практично неможливо вилучити з ґрунту, тому вони все більше накопичуються в ньому і різними шляхами попадають в організм людини. Основний шлях зменшення вмісту важких металів у рослинній продукції – розробка досконалих технологічних прийомів зниження їх рухливості в ґрунті [1].

При розробці заходів щодо зниження вмісту важких металів у сільськогосподарських рослинах, що знаходяться на ґрунтах, які піддаються антропогенному забрудненню, виникає необхідність вирішення ряду проблем. З агрономічної й екологічної точки зору необхідні такі прийоми оброблення культур, що одночасно сприяли б зниженню надходження важких металів у рослини і зменшенню їх вмісту в кореновому шарі ґрунту. Труднощі рішення даної проблеми полягають у тому, що агрохімічні заходи, які сприяють зменшенню надходження важких металів у рослини (вапнування, внесення органічних добрив, підвищення ємності катіонного обміну), викликають нагромадження їх в ґрунті у формі малорозчинних сполук, в результаті чого рухливість металів і їх природна міграція по профілю ґрунту знижується.

В умовах інтенсивного антропогенного забруднення ґрунт акумулює значні кількості важких металів, у тому числі кислотнорозчинних форм свинцю 15-20 мг/кг і кадмію 1,0-1,6 мг/кг. Періодичне вапнування легкосуглинкового дерново-підзолистого ґрунту незалежно від способів її основної обробки призводить до значного зниження концентрації свинцю і кадмію в бульбах картоплі як у досліді без добрив, так і при внесенні мінеральних та органічних добрив.

Агрохімічні методи – вапнування і внесення органічних добрив – істотно знижують можливість попадання металів в рослини. Завдяки вапнуванню вдається в кілька разів зменшити вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, вирощуваних на забруднених ґрунтах. Вапно є найкращим засобом для захисту рослин, на ґрунтах, забруднених кадмієм.

Правильний вибір доз, термінів і способів внесення добрив, співвідношення поживних елементів не тільки забезпечить отримання високого врожаю, але й дозволить виключити забруднення ґрунтів і продукції токсичними елементами і сполуками, а також підтримувати природну родючість ґрунтів на необхідному рівні [4].

Виробництво мінеральних добрив у найближчому майбутньому повинне бути орієнтоване на їх попереднє очищення. Це може істотно підвищити вартість добрив, однак знизиться захворюваність і збільшиться тривалість життя і працездатність населення. Доцільним є і введення еколого-гігієнічних нормативів якості мінеральних добрив.

Для поліпшення стану навколишнього середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив пропонується:

- удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, шляхом зменшення нерівномірності розсіювання добрив. Для вирішення даної проблеми господарству пропонується використовувати машини нового типу, що забезпечують поверхневе внесення мінеральних добрив з нерівномірністю не більше 15 %, а також високопродуктивні машини локального способу внесення основних форм мінеральних добрив;

- для вирішення проблеми втрати та накопичення в ґрунті азоту пропонується застосовувати азотні добрива в амонійній і амідній формах, та наближувати строки їх внесення до сівби культури, або до фаз найбільшого споживання азоту рослинами.

- для зменшення забруднення місцевих річок поверхневими стоками з полів господарству пропонується скоротити строки зберігання добрив на полях, спорудити спеціальні майданчики для тимчасового зберігання мінеральних добрив в польових умовах, заборонити внесення добрив по сніговому покриву, створити лісосмуги, що будуть затримувати поверхневий стік з полів;

- для зменшення втрати мінеральних добрив забезпечити належні умови їх зберігання в відповідних приміщеннях та не зберігати мінеральні добрива на відкритому просторі;

- використовувати тільки екологічно безпечні висококонцентровані добрива, які не містять важких металів та інших токсичних елементів, відповідають вимогам оптимізації рослин із врахуванням їх біологічних

властивостей, тобто, які включають макро- і мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації та інші речовини;

– удосконалити технології застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників. Для вирішення даної задачі господарству пропонується організувати інтегровану систему захисту рослин, що включає агротехнічні, біохімічні і хімічні методи боротьби з шкідниками. Хімічні методи захисту рослин господарству слід використовувати лише тоді, коли заселення шкідників перевищує гранично допустимі норми і ліквідувати небезпеку для рослин агротехнічними та біологічними методами уже неможливо. При цьому також пропонується проводити вибірккову обробку посівів з підвищеною кількістю шкідників;

– удосконалити існуючі технології застосування хімічних засобів захисту рослин від бур'янів. Для вирішення даної задачі господарству пропонується організувати інтегровану систему захисту рослин, що включає агротехнічні, біохімічні і хімічні методи боротьби з бур'янами. При цьому необхідно суворо дотримуватися встановлених науковими установами норм хімічних засобів захисту рослин [2].

В сільському господарстві поряд з підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідним є впровадження природоохоронних ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували збереження в чистоті ґрунту, води та повітря [3].

Отже, для поліпшення стану навколишнього природного середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив необхідно дотримуватися технологій внесення добрив під озиму пшеницю, а також удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, видержувати науково обґрунтовані співвідношення внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури.

#### **Список використаних джерел:**

1. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії. За ред. В.П. Гудзя. 2 видання. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
2. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. За ред. Є.Г. Дегодюка. К.: Урожай, 1992. 317 с.
3. Ситник В. П. та ін. Вдосконалення економічного механізму в АПК. К.: Урожай, 1989. 184 с.
4. Саблука П.Г., Кропивка М.Я. Агропромисловий комплекс України: стан та перспективи розвитку (1990-2000). К.: ІАЕ УААН, 1999. 252 с.

УДК 629.1

## ЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

**Борисюк Д.В. к.т.н.**

*Вінницький національний технічний університет*

*Розглянуто суть та значення технічного діагностування транспортних засобів в агропромисловому комплексі. Представлено схему впливу процесів діагностування транспортних засобів на виконання сільськогосподарських робіт.*

### Вступ

Транспортні засоби є важливою ланкою сільськогосподарського виробництва. Від їх ефективної роботи значною мірою залежить зниження собівартості продукції, своєчасне збирання врожаю, перевезення його споживачам, заготівля кормів та інші виробничі та господарсько-побутові процеси.

Один з найважливіших напрямків підвищення продуктивності і економічності транспортних засобів є найбільш повне використання ресурсу (термінів безвідмовної роботи) при одночасному зниженні витрат коштів на їх ремонт і технічне обслуговування. Цього можна досягти шляхом розробки і впровадження ефективних методів і засобів контролю технічного стану тракторів і автомобілів, без їх розбирання. За допомогою таких засобів можна визначати технічний стан агрегатів та вузлів кожної машини окремо і на основі цього встановлювати загальний обсяг профілактичних та ремонтних операцій, а також своєчасно усувати несправності і запобігати їм.

### Основна частина

Широке застосування систем діагностування, що забезпечують можливості пошуку несправностей механізмів і систем без їх розбирання, перехід від не ефективного планово-попереджувального ремонту до ремонту за фактичною необхідністю, оптимальне регулювання механізмів і прогнозування їх стану є важливим напрямком підвищення ефективності використання тракторів і автомобілів та інших технічних систем [1].

В даний час розробка процесу діагностування з метою визначення та прогнозування стану технічної системи найчастіше базується на інженерній інтуїції розробників продукції або практичному досвіді фахівців, що займаються її експлуатацією. Це не завжди дозволяє отримати оптимальні результати. Науковий підхід до розробки методів та систем діагностування більш опрацьований для виробів радіоелектронної промисловості, а проблемам діагностування механічних систем приділено менше уваги [2].

При експлуатації транспортних засобів однієї і тієї ж моделі навіть у порівняно однакових умовах потреба в технічному обслуговуванні і поточному ремонті буде у них неоднакова.

Технічне діагностування має великий вплив на інтенсивність використання

транспортних засобів. Попередження відмов, їх оперативне усунення різко знижують простой машин з технічних причин, збільшують їх продуктивність і якість виконання сільськогосподарських операцій, що позитивно позначається на термінах виконання робіт, сприяє отриманню додаткового прибутку виробниками сільськогосподарської продукції (рис. 1).



Рисунок 1 – Вплив процесу діагностування транспортних засобів на виконання транспортних та сільськогосподарських робіт

Діагностування дозволяє значно скоротити обсяг контрольних робіт і разом з тим об'єктивно і досить точно встановити дійсну потребу в профілактиці певних агрегатів (механізмів), тобто реальну необхідність у ремонті.

#### Висновки

Для визначення причин несправностей без діагностування стану агрегату виконується його розбирання. Часте проведення розбирально-складальних робіт сприяє інтенсивному зносу деталей і зниженню надійності і довговічності транспортних засобів. Тим самим діагностування сприяє економії запасних частин і експлуатаційних матеріалів.

#### Список використаних джерел:

1. Борисюк Д. В. Вибір та обґрунтування параметрів вібродіагностування керованих мостів колісних тракторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.20 / Державний університет «Житомирська політехніка». Житомир, 2020. 21 с.

2. Борисюк Д. В., Яцковський В. І. Методи та засоби діагностування тракторів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. № 1 (89). т. 2. С. 16-20.

## УДК 629.1

### МОНТАЖ АКСЕЛЕРОМЕТРІВ ПРИ ВІБРОДІАГНОСТУВАНІ ВУЗЛІВ ТА АГРЕГАТІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Борисюк Д.В. к.т.н.

Вінницький національний технічний університет

*Представлено способи кріплення акселерометрів до об'єкту діагностування. Наведено амплітудо-частотну характеристику акселерометра при різних способах кріплення до об'єкту діагностування.*

Якісне і надійне кріплення вібродатчика на поверхні досліджуваного об'єкта є однією з найважливіших умов отримання точних результатів при вимірах вібрації і розпізнавання стану об'єкта діагностування. Ненадійне кріплення акселерометра призводить до зменшення лінійної області амплітудно-частотної характеристики давача і, отже, значного зменшення діапазону вимірювань акселерометра.

Основні способи кріплення акселерометра представлені на рис. 1 [1, 2, 3]:

- а) кріплення датчика на ручному щупі (рис. 1, а);
- б) кріплення датчика на магніті (рис. 1, б);
- в) кріплення датчика на шпильці (рис. 1, в).

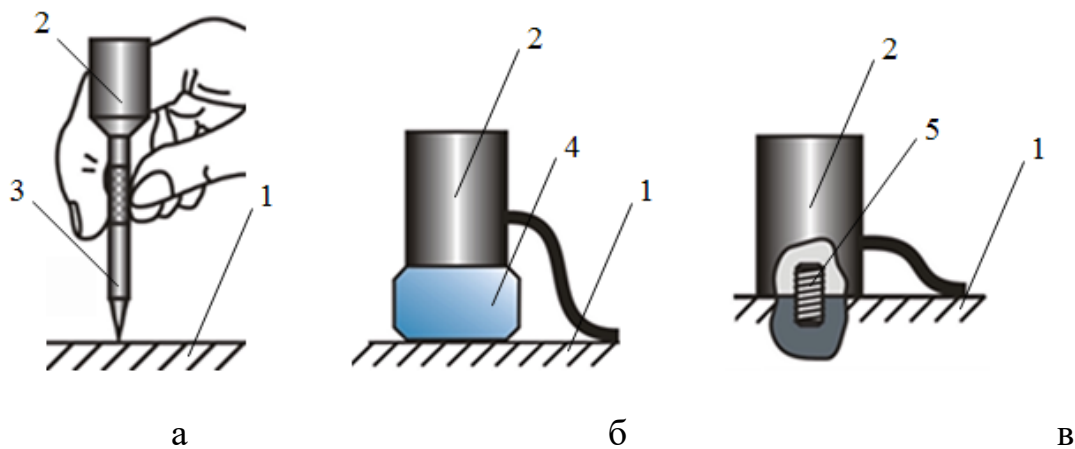


Рисунок 1 – Способи кріплення акселерометрів до об'єкту діагностування:

- а – кріплення давача на ручному щупі; б – кріплення давача на магніті;
- в – кріплення давача на шпильці; 1 – поверхня досліджуваного об'єкта;
- 2 – акселерометр; 3 – ручний щуп; 4 – магнітна вставка; 5 – шпилька

Найкращим способом кріплення акселерометра до об'єкта діагностування вважається різьбовий, при якому резонансна частота (частота при якій значення амплітуди має максимальне значення) акселерометра практично не зменшується (рис. 2). Однак такий спосіб передбачає підготовку різьбових отворів під шпильку в контрольних точках механізму, а при проведенні вимірювань потрібен додатковий час на закручування і відкручування давача з вимірювальним кабелем. Тому даний спосіб не підходить для частих

періодичних вимірювань вібрації переносною системою моніторингу.

При кріпленні на магніт резонанс давача залежить від сили магніту і стану контактної поверхні, і знаходиться він зазвичай в області 4...10кГц (див. рис. 2). Незважаючи на настільки низький резонанс в задачах вібраційного моніторингу при такому кріпленні можна проводити відносні вимірювання вібрації і після резонансу на магніті. Більш того, відносні вимірювання можна проводити і на резонансі магнітного кріплення. Слід зауважити, що часто лише за допомогою магніту можливе вимірювання вібрації в тангенціальному напрямку без будь-якої підготовки об'єкта контролю.

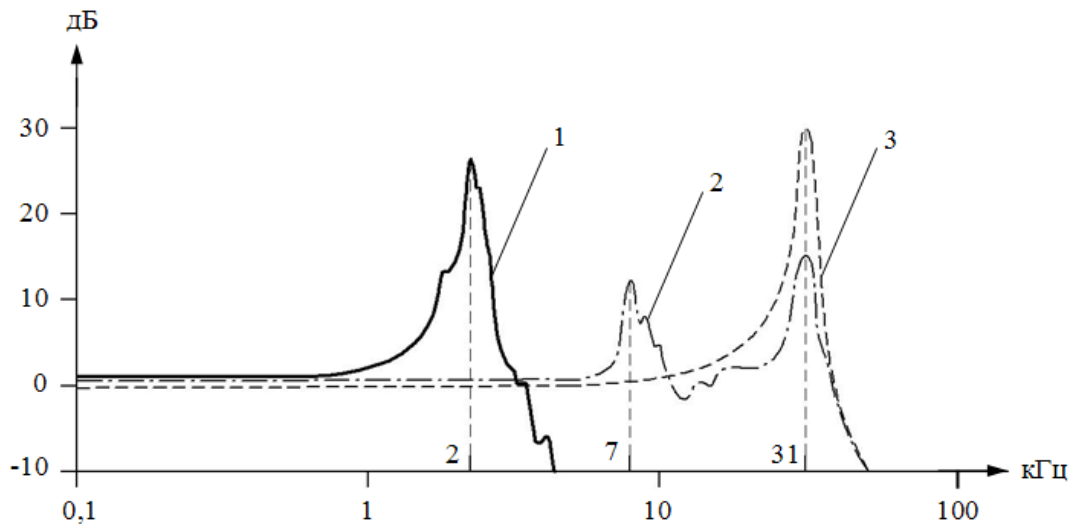


Рисунок 2 – Амплітудо-частотна характеристика акселерометра:

1 – закріпленого на ручному щупі; 2 – закріпленого на магніті; 3 – закріпленого на шпильці

Якщо поверхня немагнітна, то допускається використання ручного щупа, проте стандартна конструкція такого щупа максимально знижує резонансну частоту (див. рис. 2).

Отже, найкращим способом кріплення акселерометра до об'єкта діагностування вважається різьбовий.

#### Список використаних джерел:

1. Борисюк Д. В. Вибір та обґрунтування параметрів вібродіагностування керованих мостів колісних тракторів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.20 / Державний університет «Житомирська політехніка». Житомир, 2020. 21 с.

2. Борисюк Д. В., Яцковський В. І. Методи та засоби діагностування тракторів. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.* 2015. № 1 (89). т. 2. С. 16-20.

3. Біліченко В. В., Романюк О. Н., Яцковський В. І., Борисюк Д. В. Монтаж акселерометрів при віброакустичному діагностуванні машин і механізмів. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2017. № 2 (97). С. 52-55.

УДК: 351.777:504.06

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ ОСНОВНИХ КУЛЬТУР ВІД СУПУТНІХ

Ізотов О.С. студ., Фігура А.О. студ.,  
Науковий керівник – Романашенко О.А. доцент

*Державний біотехнологічний університет*

*Анотація. Розглянуто питання залежності врожайності основних культур від присутності супутніх, приділено увагу причинам погіршення агрономічних властивостей ґрунту. Розглянуто питання підбору сортів культур для високого показника сумісності. Визначені строки посівів та збирання культур.*

Традиційні технології аграрного виробництва спрямовані на збільшення валових зборів, а якість урожаю та безпека його подальшого використання не мають належної уваги. Екологічний стан земель сільськогосподарського призначення, що розглядається як вирішальний чинник отримання високоякісної сільськогосподарської сировини, кормів і харчових продуктів є незадовільним через інтенсивний характер їх господарського використання й антропогенно-техногенне навантаження прогресуючої ерозії, підвищеної кислотності, засолення, перезволоження, радіаційного забруднення і розвитку інших негативних процесів [2].

Ґрунт є найважливішою складовою екосистем, а його родючість залежить, насамперед, від вмісту і складу гумусу, кількості, надходження і трансформації органічної речовини. На початку 80-х років ХХ ст. втрати гумусу компенсувалися за рахунок внесення на кожен гектар до 6 т органічних добрив. Однак на початку ХХІ ст. зменшення норм внесення органічних добрив призвело до збільшення дефіциту гумусу майже у 5 разів, а щорічні втрати його становлять 600-700 кг/га. Стабілізації розвитку землеробства сприяє перетворення сучасної агроекосистеми в адаптивну, тобто стійку й сталу. Сталі екосистеми можливі лише за умови стабілізації вмісту гумусу в ґрунті внаслідок внесення необхідної кількості органічних добрив, оптимізації співвідношення між просапними та суцільної сівби культурами, мінімізації обробітку, вапнування, гіпсування ґрунтів та їх захисту від ерозії [4].

Необґрунтовані дози мінеральних добрив, численні обробки хімічними засобами захисту рослин, порушення (ігнорування) технології їхнього застосування, інтенсивний обробіток ґрунту призвели до низки негативних екологічних наслідків [5].

Основні причини погіршення агрономічних властивостей ґрунту в Україні:

- спеціалізація господарств, малопольні сівозміни, монокультури, беззмінні посіви культур;
- багаторазовий обробіток ґрунту різними знаряддями, потужні важкі колісні трактори і комбайни;
- водна і вітрова ерозія;
- найбільша у світі розораність земель;



- споживацьке ставлення до землі, намагання якнайбільше від неї отримати і якнайменше їй повернути, що призводить до виснаження ґрунту і зменшення його родючості;

- перехід на індустріальні та інтенсивні технології із застосуванням високих доз мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин, який супроводжується забрудненням ґрунту баластними речовинами, нагромадженням отрутохімікатів;

- забруднення відпрацьованими газами сільськогосподарських машин, мастилами та паливом, які витікають з них під час роботи на полях, а також техногенними викидами промислових підприємств [1].

Розвиток та ефективне функціонування систем землеробства вимагає максимального наближення сіяних агроценозів до природних. Цю важливу функцію біологізації землеробства значною мірою здатні забезпечувати культури проміжного вирощування на корм, сидерат, та навіть на насіння.

Велике значення для поширення проміжних посівів мають тривалість післязбирального періоду, тепло, світло, опади та відношення рослин до них [3].

Багаторічні дослідження і виробнича практика показали, що однорічні кормові культури можна вирощувати в тих районах, де післязбиральний період становить 60–80 днів з сумою активних температур не менше 1000 °С і опадів 150мм. Початок цього періоду збігається з середньою датою збирання попередників, кінець для теплолюбних культур – з настанням перших осінніх приморозків, для холодостійких – із зниженням температури повітря нижче 5 °С.

При вирощуванні проміжних післяжнивних культур вирішальне значення має правильний підбір культур і сортів, який відповідав би ґрунтово-кліматичним умовам: рослини з коротким вегетаційним періодом, невибагливі до тепла, вологи, маловимогливі до світла, а також стійкі до ранніх приморозків.

За двох урожаїв за рік з однієї площі ґрунт значно довше, ніж за одного, перебуває під покривом рослин, які синтезують надземну й підземну органічну масу. Близько половини її у вигляді коренів і стерньових решток залишається у ґрунті й розкладається на поживні речовини. Під проміжними посівами бобових ґрунт збагачується азотом, який фіксують з повітря бульбочкові бактерії. Люпин, гречка, гірчиця біла використовують з ґрунту важкорозчинні фосфорні добрива. Тому два врожаї за рік, хоч і виносять з ґрунту більше поживних речовин, ніж один, але за правильного розподілу добрив підвищуються врожай наступної культури сівозміни і родючість ґрунту.

Строки сівби мають важливе значення при вирощуванні високих урожаїв озимих проміжних посівів. За дуже ранніх строків сівби озимі переростають, а за пізніх – не встигають до настання зими зміцніти і загартуватися, тому погано витримують несприятливі умови зими. Найкраще перезимовують рослини з осені добре розвинуті, укорінені й стадійно молоді.

У зв'язку з тим, що післяжнивні культури серед інших проміжних дають нижчий врожай, тому слід надавати перевагу рослинам, які мають меншу норму висіву і низьку собівартість насіння [5].

Основними напрямками в системі обробітку ґрунту в Україні і за кордоном є заміна полицевого обробітку на безполицевий, зменшення кількості операцій у

технології вирощування сільськогосподарських культур, використання комбінованих агрегатів для виконання декількох технологічних операцій за один прохід техніки полем.

В зоні достатнього зволоження використання післяжнивної культури на зелене добриво доцільно запроваджувати під час вирощування просапних культур (цукрові буряки, картопля, кукурудза).

#### **Список використаних джерел:**

1. Бегей С.В., Шувар І.А. Екологічне землеробство: Підручник. Львів: «Новий Світ-2000», 2007. 429 с.
2. Відтворення родючості ґрунту у ґрунтозахисному землеробстві. Наукова монографія. Національний аграрний університет України. Під ред. М.К. Шикולי. К.: ПФ Оранта, 1998. 680с.
3. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры – фактор экологически чистого земледелия. Аграрная наука. 1994. № 6. С. 24-25.
4. Шувар І. А. Наукові і практичні основи використання культур проміжних посівів у ґрунтозахисному землеробстві. Львів: ЛДСГІ, 1996. 29 с.
5. Шувар І. А. Наукові основи сівозмін інтенсивно-екологічного землеробства: Монографія. Львів: Каменяр, 1998. 224 с.

## УДК.631.3

### ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ СІВБИ ВИКОРИСТАННЯМ ЗЕРНОВИХ ПНЕВМАТИЧНИХ СІВАЛОК

**Артёмов М.П. д.т.н., проф., Гаврасов О.**

*Державний біотехнологічний університет*

Втілення сучасних технологій землеробства дозволяє планувати витрати насінневого матеріалу, добрив, пестицидів та інших технологічних матеріалів, у тому числі палива, визначати загальну стратегію управління агробіологічним потенціалом поля тощо.

При цьому необхідно враховувати культуру, яку висіватимуть, спосіб сівби, технічні характеристики сівалок, ширину міжрядь та норму висіву насіння. Важливими також є виробничо-господарські умови вирощування культури, зокрема прийнята у господарстві система землеробства та величина посівних площ. У разі потреби сівби декількох культур варто звернути увагу на універсальність сівалки. Під час вибору сучасної посівної техніки, крім усього зазначеного, аграрії повинні брати до уваги належний технічний сервіс, а також адаптованість техніки до умов роботи. Серед головних характерних ознак сучасних сівалок є їхня надійність та якість сівби[1].

Одним із основних критеріїв, за яким більшість виробників посівної техніки класифікують сівалки, є тип висівної системи. За цією ознакою сівалки бувають механічні або пневматичні. Для забезпечення якісної й ефективної сівби на великих площах можна застосовувати сівалки суцільної сівби із механічним висівним апаратом без та з встановленням пневматичної системи подавання насіння до сошників.

Швидкісний режим роботи посівних агрегатів встановлюють залежно від культури, характеристик сівалки та питомого опору ґрунту в межах практично допустимих швидкостей, зазвичай 10–15 км/год[2].

За застосування новітніх ресурсощадних технологій у рослинництві особлива роль відводиться стерньовим сівалкам зернових культур, використання яких дає змогу отримувати високі врожаї зі збереженням і навіть підвищенням родючості ґрунтів, зменшенням витрат палива та терміну виконання сівби. Такі сівалки якісно виконують сівбу без попереднього обробітку, а оскільки одночасно з висівом насіння вносяться добрива та прикочуються посіви, то досягається зменшення ущільнення ґрунтів зі збереженням їхньої структури і вологості, що, своєю чергою, запобіє ґрунтовій ерозії.

Приводи висівних апаратів багатьох сівалок здійснюються від опорно-приводних коліс. Проте останнім часом як на механічних, так і на пневматичних сівалках почали широко використовувати гідравлічний або електричний привід із можливістю електронного регулювання частоти обертання висівних котушок, завдяки чому відбувається точніше дозування насіння різних культур за умови попереднього налаштування системи.

Внаслідок великої різноманітності конструкцій висівних апаратів сівалок точного висіву в даний час створені їх класифікації за різними ознаками.

За способом відбору насіння із загальної маси висівні апарати можна розділити на дві групи: пневматичні - поштучний відбір насіння проводиться під впливом вакууму або надлишкового тиску; механічні – дозування насіння провадиться механічним способом.

Дозуючі системи можуть бути наступних типів: пневмовакуумні (вакуумні), надлишкового тиску, одиночного та групового відбору.

Механічні висівні апарати були першими апаратами точного висіву, а серед них найбільшого поширення набули комірчасто-дискові та комірчасто-стрічкові.

Крім того, динамічна взаємодія насіння з робочими елементами висівного апарату (з відбивачами «зайвого» насіння і виштовхувачами насіння в сошник) при одночасному контактуванні з осередками диска, що дозує, наводить до травмування насіння, тому широкого поширення вони не набули.

Сівалки, що працюють на надмірному тиску, поділяються на барабанні та дискові [3]. У свою чергу висівні апарати барабанного типу поділяються на подають насіння у внутрішню порожнину барабана або зовні барабана. У барабанному висівному апараті як напрямник використовується трубчастий скидач насіння. При простоті конструкції недоліком їх є велика висота падіння насіння, що позначається на рівномірності розподілу їх вздовж рядка, тому потрібно сортування насіння за показниками парусності, а також виникає підвищена витрата повітря за рахунок різного роду витоків.

Найбільш універсальними і такими, що забезпечують вищу якість висіву насіння, є дискові вакуумні апарати з розташуванням дозуючих отворів по колу дисків як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва: «Monosem» NG Plus, «Kunh» Maxima II (Франція), "John Deere" 1710 (США), "Amazone" EDX 6000 (Німеччина), "Техніка-сервіс" ТС-М8000 (Росія), "Лідагропромаш" СТВ-12 (Білорусь), і «Ельворті» (Україна) [3].

Основними узагальнюючими показниками, що характеризують якість посіву, що виконується сучасними сівалками точного висіву, як відомо, є поздовжня (вздовж рядка) і вертикальна (глибина загортання) рівномірність розподілу насіння.

#### **Список використаних джерел:**

1. Електронний ресурс: <https://agroexpert.ua/mehanicni-ci-pnevmatichni-sivalki-aki-lipsi/>.

2. ртьомов М.П., Шуляк М.Л., Колеснік І.В., Козлов Ю.Ю., Вплив коливання швидкості руху МТА на надійність технологічної операції./ М.П.Артьомов, 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. Сеялки точного высева [Електронний ресурс] – <http://selhoztechnik.com/seyalka-tochnogo-vyseva>.

УДК. 631.330

## ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГООЩАДНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Артюмов М.П. д.т.н., проф., Клименко І.О. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Проведено аналіз інженерно-технічного забезпечення аграрних фермерських господарств для підвищення ефективності вирощування якісної сільськогосподарської продукції.*

Сучасний розвиток аграрного виробництва визначається спроможністю вчасно і якісно забезпечити агротехнічні вимоги вирощування сільськогосподарських культур. Розвиток сільського господарства у значній мірі залежить від технічного забезпечення, що характеризується кількістю технічних засобів, їх продуктивністю та якістю, відповідністю екологічним вимогам, безпеки експлуатації та технологічною досконалістю виробництва.

Основні технологічні машини аграрного виробництва, трактори та комбайни мають тривалий строк експлуатації. Аналіз стану інженерно-технічного забезпечення аграрного виробництва показує, що за останні роки спостерігається істотне скорочення технічних засобів. Забезпеченість сільськогосподарських підприємств у порівнянні з 1991р. становила: тракторами – 35,7 %, зернозбиральними комбайнами 37,2 %, бурякозбиральними комбайнами 29,3%, кукурудозбиральними комбайнами 20,9 %.[1,с.102].

Зміна структури ринку сільськогосподарської техніки та умов господарювання потребують розвитку технічних засобів, системи технічного сервісу та інженерно-технічного забезпечення аграрних підприємств. Основною метою підвищення ефективності випуску продукції стає інженерно-технічне забезпечення аграрного виробництва.

Низький рівень технічного, а також інженерного і сервісного обслуговування не може забезпечити випуск конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції для внутрішнього і зовнішнього ринків та економічну ефективність виробництва. Для забезпечення конкурентоспроможності вітчизняної сільськогосподарської продукції та продуктів харчування на світовому ринку необхідно дотримуватися жорстких агротехнологічних вимог виробництва продукції.

Енергоощадність технологічних процесів забезпечується шляхом суміщення технологічних операцій та універсалізації технічних засобів, зменшення технологічного підготовчого періоду, запровадження модульних агрегатів для виконання різних технологічних операцій, забезпечення точності виконання технологічних операцій. Нові ресурсозберігаючі та екологоохоронні технології обробітку ґрунту поєднують виконання окремих технологічних операцій, наприклад, підготовки ґрунту, розпушування на потрібну глибину, внесення органічних та мінеральних добрив, точне висівання, ущільнення ґрунту, боронування. Стратегія інноваційної концепції розвитку агротехнологій

та їх технічного забезпечення полягає в оптимізації термінів виконання всього комплексу операцій і агротехнічних вимог для одержання запрограмованого врожаю із заданими якісними параметрами. [2,с.11.].

Зростання вимог до агротехнологічних процесів супроводжується формуванням нового комплексу технологічних машин. В умовах жорсткої міжнародної конкуренції на ринку технічних засобів все більше розвивається сегмент імпортової нової та вживаної сільськогосподарської техніки.[ 3,с.15] Такі тенденції викликані вимогами ринку щодо виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції. Вітчизняне сільськогосподарське машинобудування через брак коштів, і відповідно, сучасного обладнання не спроможне забезпечити розробку та випуск високоякісної техніки.

#### **Список використаних джерел:**

1. Мазнев Г.Є. Методичний підхід щодо обґрунтування територіального розміщення ремонтно-обслуговуючих підприємств. // Економіка АПК. –2019.–№11.– С.102-108.

2. 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.

3. Білоусько Я.К., Рибицька В.І. Розвиток ринку сільськогосподарської техніки.// Техніка АПК. –2004.–№10. – С.14-18.

**УДК. 631.3**

### **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОГО ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Артёмов М.П. д.т.н., проф., Клименко М.І.**

*Державний біотехнологічний університет*

Ефективність сільського господарства і агротехнологій, визначається рівнем вдосконалення матеріально-технічної бази, яка безпосередньо впливає на саму технологію, організацію і якість виробництва. При сучасному рівні розвитку виробничих сил завдання подальшої інтенсифікації землеробства вимагає швидкого переходу до промислових методів виробництва. Механізація виробничих процесів при впровадженні агротехнологій є революційним елементом виробничих сил, що визначає саму технологію і організацію виробництва, її сутність і принципи не зводяться лише до механізації окремих галузей або промислової переробки продукції рослинництва, а направлені на планомірний перехід сільського господарства на рейки крупного машинного виробництва та перетворення сільськогосподарської праці в різновидність індустріальної. Це дозволить скоротити використання ручної праці і замінити її машинами [1].

Комплексна механізація у землеробстві пропонує послідовне використання системи машин, механізмів, які дозволяють повністю замінити

ручну працю машинами і забезпечують безперервну роботу. Система машин включає механізми, за допомогою яких проводять всі основні і додаткові процеси агротехнологій. Тому головний напрям вдосконалення матеріально-технічної бази сільськогосподарського виробництва на сучасному етапі включає перехід до комплексного виробництва для сільськогосподарських підприємств, машин і знарядь для запровадження агротехнологій.

Специфічні умови аграрного виробництва, серед яких важливе місце належить використанню природних факторів, істотні відмінності за сутністю і характером застосування технологічних операцій у різних виробничих галузях сільського господарства, необхідність щодо переміщення агрегатів на далекі відстані у процесі виконання робіт, формують відповідні вимоги щодо створення й експлуатації технічних засобів [2].

Головні принципи формування системи машин і механізмів для комплексної механізації вирощування культур базуються на основі: - технологічних вимог для виконання робіт у найбільш сприятливі і короткі строки; - врахування розмірів і конфігурації полів; - наявності і стану доріг; - розміщення машинних дворів; - організації і кваліфікації кадрів у кожному конкретному підприємстві; - окупності техніки, яка є важливим критерієм вибору машин. Головним завданням механізації сільськогосподарського виробництва є забезпечення механізованого виконання всіх технологічних операцій з дотриманням вимог технологій в оптимальні агротехнічні строки з мінімально можливими затратами праці, матеріально-технічних та енергетичних ресурсів [3]. Для розв'язання цієї проблеми в кожному сільськогосподарському підприємстві необхідно забезпечити оптимальне співвідношення між обсягами робіт і рівнем їх технічного й енергетичного забезпечення, який включає машинно-тракторний парк, ремонтнообслуговуючу базу, трудові та енергетичні ресурси.

Утримування технічного потенціалу на оптимальному рівні та ефективна організація його використання – одні з вирішальних чинників забезпечення сталого виробництва аграрної продукції. Технічне оснащення аграрного виробництва на рівні технологічної потреби дозволяє якісно, швидко, в повному обсязі виконувати всі технологічні процеси й операції та вирощувати продукцію з оптимальними витратами праці і коштів.

### **Список використаних джерел:**

1. Гришин М.І. Стан технічного забезпечення сільськогосподарського виробництва України // Вісник аграрної науки. -2002. -№11.-С.44-48.
2. 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.
3. Електронний ресурс: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=2446> «Сучасний стан технічного забезпечення аграрної сфери економіки України»

## УДК 631.5

### ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ

Анікєєв О.І. доц., к.т.н., Гарькавенко Д.Ю., Зубко В.М.

*Державний біотехнологічний університет*

*У статті розглядається питання енергетичної оцінки технології механізованого посіву в сучасних ринкових умовах сільського господарства за наявності нестабільності цінової оцінки агрегатів.*

Ряд авторів праць з енергетичної оцінки механізованих технологій в рослинництві стверджують, що при визначенні економічної ефективності технологій сільськогосподарського виробництва, комплексів машин і окремих агрегатів поза увагою залишається багато важливих чинників. Найважливіші із них – енергоємність і екологічність сільгоспвиробництва, тобто поза увагою залишається рівень негативного впливу механізованого сільгоспвиробництва, перш за все, на ґрунт і витрати не поновлюваної енергії.

За даними О.К. Медведовського та П.І. Іваненка, М.М.Севернева, В.А.Токарева та інших сенс енергетичної оцінки полягає в тому, що ефективність технології визначається відношенням кількості енергії, що отримана з врожаєм, до кількості витраченої не поновлюваної енергії. При виборі агрегатів порівнюють кількість витраченої кожним з них не поновлюваної енергії на виконання одиниці роботи в однакових умовах.

Крім того, енергетичний аналіз дозволяє встановити екологічно допустимі межі енергонасичення на одиницю площі.

Особлива необхідність в енергооцінці виникла в сучасних умовах ринкових відносин в сільськогосподарському виробництві, коли має місце нестабільність в ціновій оцінці, як процесу виробництва, так і продукції цього виробництва, при відсутності паритету цін між засобами і результатами виробництва.

На основі вищезазначених даних встановлено ось такі межі сумарного енергонавантаження за рік на 1 га:

1) відносно оптимальна – до 15 ГДж; 2) допустима 15...30 Гдж/га; 3) поза 30 ГДж/га екологічно недопустима.

Враховуючи те, що при розробці ресурсозберігаючих технологій необхідно дбати і про здешевлення сільгосппродукції, актуальним є питання аналізу складових енерговитрат, як по видах, так і по операціях.

У зв'язку з цим виникає необхідність енергетичного аналізу та оцінки технологічних процесів виробництва, в першу чергу, провідних сільгоспкультур та ефективності використання машинно-тракторних агрегатів (МТА), що виконують механізовані операції.

Енергетична оцінка технологій і засобів механізації, надає можливість визначення більш об'єктивніших, стабільніших показників ефективності витрат матеріально-енергетичних ресурсів при машиновикористанні.



### **Список використаних джерел:**

1. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.
2. Пастухов В.І., Ковтун Ю.І., Лютинський В.Л. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Навчальний посібник. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 120 с.
3. 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.
4. 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.
5. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.
6. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 2/ М. П. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

**УДК 631.5**

## **КУЛЬТИВАТОРИ З ПАСИВНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**

**Анікєєв О.І. доц., к.т.н., Сломінцев М.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Впровадження ефективних технологічних прийомів вирощування цукрового буряку, підвищення технічного рівня сільськогосподарської техніки*

Враховуючи результати наукових досліджень та випробувань кращих зразків вітчизняної та зарубіжної техніки сучасні вимоги до культиваторів для обробітку посівів цукрових буряків мають бути такими.

Культиватори в обов'язковому порядку оснащуються пристроєм для транспортування дорогами загального призначення, комплектом обладнання та робочими органами:

- для до сходового рихлення (руйнування ґрунтової кірки);
- для першого механічного міжрядного обробітку з мінімальною захисною зоною та комплектом обладнання для проведення комбінованого суміщення стрічкового внесення гербіцидів з міжрядним обробітком;
- для другого міжрядного обробітку з мінімальною захисною зоною;
- для проведення повітряно-кисневого регулювання, підживлення рос-лин, захисту їх від шкідників і хвороб та рихлення міжрядь перед збиранням коренеплодів.

Культиватори можуть оснащуватися обладнанням для роботи по технологічній колії, орієнтаторами водіння по рядках, системою автоматичного контролю зони обробітку (величини захисної зони рядка), контролю норми

внесення препаратів, обліку часу роботи та площі обробітку, реєстрації робочої швидкості та іншої додаткової інформації з можливістю подальшого її переносу в комп'ютерну мережу.

Нахил поверхні полів, на яких може виконувати технологічний процес культиватор має бути не більше 8 градусів. Вологість ґрунту на час проведення обробітків може бути не більше 25%. Ширина основних міжрядь має бути  $45 \pm 1$  см, а стикових – 44...49. Робоча ширина захвату – 5,4/8,1 м. (чисельник – 12 рядний, знаменник – 18 рядний культиватори). Кількість рядків, що обробляються – 12/18 шт. Робоча швидкість на досходовому рихленні – 3- 4 км/год, на першому міжрядному обробітку – 3...5 на другому міжрядному обробітку – 4,0...5,5, а на послідуєчих розпушеннях міжрядь – 5...7 км/год. Транспортна швидкість – до 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу має бути: на до сходовому розпушенні не менше 1,62/2,43 га, на першому міжрядному обробітку не менше 1,62/2,43, на другому міжрядному обробітку не менше 2,16/3,24, а на розпушенні міжрядь не менше 2,70/4,05 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу повинен становити не менше 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу не менше 0,80.

Глибина розпушування ґрунту в зоні рядка має бути  $2,0 \dots 3,5 \pm 0,5$  см, а в міжряддях –  $4 \dots 14 \pm 0,5$  см. Глибина обробітку розпушуючими робочими органами – до 16 см. Глибина заробки добрив – до 14 см.

Пошкодження культурних рослин – не більше 2%. Знищення бур'янів в зоні механічного обробітку – 100%, а всіх – не менше 95%. Масова доля грудочок розміром до 25 мм має бути не менше 90% (подрібнення розпушеного шару ґрунту при міжрядних обробітках).

Мінімальна захисна зона з одної сторони рядка на першому міжрядному обробітку має бути не більше 70 мм, на другому міжрядному обробітку – не більше 80, а на рихленні міжрядь – 120 мм.

Питома витрата пального на до сходовому розпушенні має бути не більше 3,9/5,2 кг/га, на міжрядних обробітках – не більше 4,2/5,5, а на розпушенні міжрядь – не більше 3,4/4,3 кг/га.

Культиватори повинні мати автоматичну систему навішування на енергетичний засіб. Конструкції культиваторів повинні мати групове регулювання глибини обробітку робочими органами секції з інтервалом не більше 2 см, а регулювання окремих робочих органів – безступеневе. Простота заміни робочих органів. Можливість переобладнання для обробітку посівів з постійною технологічною колією (18 рядні посіви), а також можливість використання на передпосівному обробітку ґрунту (можливість установки пристосувань та робочих органів).

Культиватори з активними робочими органами призначаються для обробітку міжрядь буряків та інших низькостебельних культур, посіяних з міжряддям 45 см на ущільнених та забур'яненних полях.

Культиватори в обов'язковому порядку оснащуються пристроєм для транспортування дорогами загального призначення.

Культиватори можуть обладнуватися системою автоматичного контролю роботи секцій робочих органів, обліку часу роботи та площі обробітку, реєстрації

робочої швидкості та іншої додаткової інформації з можливістю її подальшого переносу в комп'ютерну мережу.

Нахил поверхні полів, на яких може виконувати технологічний процес культиватор має бути не більше 8 градусів. Вологість ґрунту на час проведення обробітків – не більше 25%. Ширина основних міжрядь –  $45 \pm 1$  см, а стикових – 44...49. Робоча ширина захвату – 5,4 м. Кількість рядків, що обробляються одночасно – 12 шт. Робоча швидкість – не менше 5,4 км/год, а транспортна – до 20 км/год. Продуктивність за годину основного часу – не менше 2,92 га. Коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу – не менше 0,98, а коефіцієнт використання змінного часу – не менше 0,85.

Глибина розпушення ґрунту – до 8 см. Пошкодження культурних рослин – не більше 2%. Знищення бур'янів в зоні механічного обробітку – 100%, а в захисній зоні – не менше 40%. Масова доля грудочок розміром до 25 мм – не менше 95% (подрібнення розпушеного шару ґрунту при міжрядних обробітках). Мінімальна захисна зона з одної сторони рядка – 80 мм.

Питома витрата пального – не більше 2,8 кг/га.

Наробіток на відмову – не менше 100 годин, а коефіцієнт готовності – не менше 0,98. Середньо змінний оперативний час ТО – не більше 0,20 год. Питома конструкційна маса на виконанні технологічних операцій – не більше 220 кг/м. Оперативна трудомісткість переведення з транспортного положення в робоче і навпаки – не більше 0,15 люд.- год. Кількість обслуговуючого персоналу – 1 тракторист. Витрати праці – не більше 0,40 люд.- год/га. Річне нормативне завантаження – 120 годин. Термін експлуатації – 8 років. Культиватори повинні мати автоматичну систему навішування на енергетичний засіб. Конструкції культиваторів повинні мати безступеневе регулювання глибини обробітку робочими органами. Простоту заміни робочих органів.

#### **Список використаних джерел:**

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. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

5. Пастухов В.І., Ковтун Ю.І., Лютинський В.Л. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Навчальний посібник. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 120 с.

6. 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.

## УДК 631.5

### РОЗПУШУВАННЯ МІЖРЯДЬ КУКУРУДЗИ ТА СОНЯШНИКУ

**Горбаньов А.П** доцент, к.с.г.н, **Сломінцев М.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено підготовку агрегату до роботи при догляді за посівами кукурудзи та соняшнику у різних фазах їх розвитку.*

Підготовка трактору до роботи.

Механізм навіски трактора встановлюють по трьох крапковій схемі.

Підготовка агрегатів для обробітку рослин з 5...7 листками.

На кожне міжряддя встановлюють одну стрільчатую лапу, шириною захвату 220 мм і дві плоскоріжучі лапи-бритви, при чому стрільчатую закріплюють безпосередньо в гряділі робочої секції, а плоскоріжучу – в утримувачах, які закріплені в гряділях хомутами. Замість лап-бритв краще встановлювати полулапи, виготовлені із стрільчатих лап, так як вони більш стійко утримують задану глибину і краще рихлять ґрунт.

Для знищення бур'янів в захистних зонах культиватори обладнують пропалочними боронами з високими пружинними зубами типу КЛТ-38 (з 8-ми рядним культиватором КРН-5,6), або КРН-38 (з 6-ти рядним культиватором КРН-4,2), встановивши їх на гряділі за допомогою Т-образних кронштейнів, які входять в комплект деталей до пропалочних борінок.

Коли на ґрунті створилась корка, замість пропалочних борінок, для обробітку захисних зон краще застосувати голчасті диски КРН-28, які добре знищують корку.

Підготовка агрегатів для обробітку рослин висотою 35...40 см.

Для рихлення ґрунту і знищення бур'янів в міжряддях, кожену робочу секцію культиватора обладнують стрільчатою лапою, яка встановлюється в гряділі робочої секції, посередині міжряддя. На утримувачах кожної секції (окрім крайніх) закріплюють загортачі КРН-52А (лівий) і КРН- 53А (правий), у вигляді відвальників, які входять в комплект пристроїв до культиватора КРН-5,6. Їх (краще дискового типу) можна виготовити в господарстві. Дискові загортачі виготовляють із дисків списаних луцильників. Діаметр зменшують до 300 мм і прикріплюють до них стійки так, щоб диски можна було установити з обох сторін рядка, під кутом 30о до нього.

Для вирівнювання поверхні ґрунту в міжряддях, після проходу стрільчатих лап і загортачем, на задньому кронштейні кожного гряділя закріплюють по одній пропалочній боронці. Культиватор, навішаний на трактор і укомплектований робочими органами установлюють на регульовальній площадці в робоче положення так, щоб опорні колеса дотикались поверхні площадки. Крутячі трубу центральної тяги механізму навіски трактора до тих пір, поки верхня площина бруса (рама) культиватора розташувалась горизонтально, установлюють культиватор в робоче положення. Розставляють гряділі робочих секцій по ширині захвату культиватора. Для цього попередньо на поверхні регульовальної

площадки наносять лінії рядків: починають розмітку від середини бруса, відступив в обидві сторони по 350 мм – це і будуть лінії двох середніх рядків; далі через кожні 70 см (в обидві сторони від середніх) проводять лінії інших рядків. Гряділі закріплюють на брусі так, щоб вони розташовувались точно посередині між лініями рядків. На кожному гряділі закріплюють робочі органи. Коли установлена стрільчата лапа і лапи-бритви, захисну зону оставляють шириною 13 см. При обробці міжрядь з одночасним присипанням бур'янів в рядках загортачі встановлюють на відстані 20 см від рядка з глибиною ходу 6...7 см. Загортачі, які обробляють рядок розташовують один проти другого. Для установки робочих органів на задану глибину ходу під ходові і опорні колеса робочих секцій підкладають бруски, товщиною на 20...30 мм менше глибини ходу. Леза стрільчатих і плоскоріжучій односторонніх лап-бритв повинні по всій їх довжині торкатися поверхні площадки. Досягають цього установкою гряділів всіх секцій в горизонтальному положенні шляхом подовження або укорочення стяжки верхньої ланки кожної секції. Відстань між крилами лап повинна бути не менше 5...6 см, інакше ґрунт і рослинні залишки вільно проходити між лапами, що призведе до забивання культиватора. Установлені на культиваторі прополювальні боронок КЛТ-38 і КРН-38 розставляють зуб'я боронок так, щоб відстань між їх слідами на ґрунті складала 4...5 см. Для обробки міжрядь на кожній з них ставлять 9 зубів, в захисних зонах 8.

Глибина ходу зубів прополювальних боронок 4...6 см. Її регулюють перестановкою вертикального стовпа Т-образного кронштейна на кінці гряділя, а також зміною стиснення пружин.

Не допускається застосування боронок з деформованими рамками і тримачами. Зламани зуб'я замінюють.

### **Список використаних джерел:**

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. /Примає І.Д., Рошко В.Г., Гудзь В.П. та ін.:/ За ред. Примає 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. Артёмов [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 192 с.

5. Пастухов В.І., Ковтун Ю.І., Лютинський В.Л. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Навчальний посібник. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 120 с.

6. 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.

УДК 631.362.3

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПОВІТРЯНО-ШНЕКОВОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Тарасенко А.О.

*Державний біотехнологічний університет*

Забезпечення продовольчої безпеки України є основним завданням сільськогосподарського виробництва. Резервом збільшення обсягів сільськогосподарської продукції є її збереження за рахунок своєчасної післязбиральної обробки.

Підвищити ефективність очищення зерна в пневмосепараторах можливо за рахунок використання гвинтового аспіраційного каналу з раціональними параметрами конструкції та режимом роботи, за яких якість відділення бур'янів домішок буде найвищим.

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.

Різні бур'яни мають різні фізико-механічні властивості. Принцип дії всіх сепараторів для очищення зерна ґрунтується на різниці цих властивостей та можливості відокремлювати частинки з певним набором властивостей (рис. 1).



Рисунок 1 – Властивості домішок зернового вороху

Чим більша різниця у величині певного параметра зерна і домішки, тим легше відокремити їх один від одного. Найбільша ефективність очищення досягається при комбінуванні принципів поділу зернового вороху, наприклад, маса та форма, форма та розмір тощо.

Існують різні конструкції та способи очищення зерна. Однак не всі їх досить ефективні. В даний час найбільш поширені такі способи сортування та очищення:

- а) поділ зернового вороху повітряним потоком;
- б) поділ зернового вороху на решітних станах за розмірами частинок;
- в) розподіл зернового вороху на трієрах по довжині;
- г) поділ зернового вороху на підставі різниці у формі та властивостях поверхні частинок;
- д) очищення та сортування зернового вороху на підставі різниці за щільністю;
- е) методи електричного поділу зернового вороху.

На практиці, крім можливості якісно проводити очищення, сучасні сепаратори повинні мати низку якостей. До машин для очищення зерна пред'являються такі вимоги.

1. Можливість стабільно проводити розподіл зернового вороху за заданими вимогами.
2. Можливість проводити регулювання процесу сепарації, адаптуючись під партії зерна різної якості з різним вмістом домішок.
3. Можливість проведення комплексної очистки зерна від різних домішок.
4. Легкість в управлінні та налаштуванні.
5. Висока якість проведення очищення зернового вороху (відділення 4...5 % сміттєвих домішок за прохід).
6. Довговічність.
7. Мінімальний термін окупності.
8. Низькі експлуатаційні витрати, що включають витрати на електроенергію, зарплату працівникам і т.д.
9. Конструкція сепаратора повинна забезпечувати легкий доступ до його вузлів для ремонту.
10. Рівень вібрації, шуму та запиленості має відповідати вимогам законодавства.
11. Конструкція зернового сепаратора має забезпечувати безпечну експлуатацію сепаратора оператором.

Крім перерахованих вище вимог, для кожного типу сепаратора пред'являються спеціальні вимоги, наприклад, для повітряних сепараторів забезпечуватись постійна швидкість повітряного потоку, що відповідає номінальним значенням (раціональним режимам роботи).

Сучасні сепаратори мають високу ефективність (до 85...90 %) та продуктивністю (10...15 т/год), проте мають високу вартість.

#### **Список використаних джерел:**

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних

систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. 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. Сорокотяга // Інженерія природокористування, № 1, – 2017. с. 58-62.

4. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

5. Гаєк Є. А. Підвищення ефективності роботи зерноочисної техніки від шкідливого впливу дисперсного пилу //Науковий журнал «Інженерія природокористування». – 2020. – №. 3 (17). – С. 53-57.

6. Харченко С. А., Гаєк Е. А. К построению математической модели динамики запылённого воздушного потока в зоне доочистителя разработанного прямоточного циклона. – 2015.

7. Гаєк Е. А. Алгоритм математического моделирования частиц дисперсной фазы запылённого воздушного потока в разработанном циклоне зерновых сепараторов //MOTROL. Lublin: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. – 2016. – Т. 18. – №. 7. – С. 79-83.

8. Гаєк Е. А. Сравнительный анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований в разработанном циклоне аспирационных систем зерноочистительных машин //Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – №. 157. – С. 203-208.

9. Гаєк Е. А. Оптимизация конструктивно-технологических параметров разработанного циклона аспирационных систем зерноочистительных машин. – 2015.

10. Харченко С.О., Артёмов М.П., Гаєк Є.А., Бажинова Т.О., Ліньов А.О. Ковалишин С.Й. Ідентифікація енерговитрат зернових пневмосепараторів / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. -2021. № 23 - С. 234 – 240.



УДК 631.362.3

## ОБҐРУНТУВАННЯ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ГВИНТОВОМУ КАНАЛІ ПОВІТРЯНО-ШНЕКОВОГО СЕПАРАТОРА

Гаєк Є.А., к.т.н., доц., Тарасенко А.О.

*Державний біотехнологічний університет*

Для здійснення процесу сепарування необхідно отримати нові знання про швидкість повітряного потоку, траєкторію руху різних частинок у гвинтовому каналі. Для розрахунків приймається, що газ є стислим, його перебіг можна описати системою диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса, наведених до координат декартової системи координат (1):

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_x}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_x}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_x}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_x}{\partial z} &= F_x - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \eta \Delta V_x, \\ \frac{\partial V_y}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_y}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_y}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_y}{\partial z} &= F_y - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \eta \Delta V_y, \\ \frac{\partial V_z}{\partial t} + V_x \frac{\partial V_z}{\partial x} + V_y \frac{\partial V_z}{\partial y} + V_z \frac{\partial V_z}{\partial z} &= F_z - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \eta \Delta V_z, \end{aligned} \quad (1)$$

де  $V$  – швидкість газу, м/с;  $t$  – час, с;  $F$  – зовнішня питома (припадає на одиницю маси) сила, Н;  $P$  – тиск, Па;  $\eta$  – кінематичний коефіцієнт в'язкості, м<sup>2</sup>/с;  $\mu$  – динамічний коефіцієнт в'язкості, Па·с;  $\Delta$  – оператор Лапласа.

Коефіцієнти в'язкості залежать від температури та для рідини, як правило, визначаються експериментально, а для газу виводяться з теорії газів.

Сутність диференціальних рівнянь Нав'є-Стокса така, що їм неможливо отримати аналітичне рішення. Єдиним доступним методом буде пошук наближеного значення. Для цього диференціальні рівняння апроксимуються певною системою рівнянь алгебри. Далі ці рівняння можна вирішити з допомогою обчислювальних можливостей ЕОМ.

Рівняння Нав'є-Стокса використовуються вивчення ламінарних потоків.

Зі збільшенням швидкості повітряного потоку та ускладненням форми аспіраційного каналу перебіг повітряного потоку стає турбулентним. Для повітряшно-шнекового сепаратора протягом повітряного потоку прийнято переважно ламінарним. За допомогою рівнянь Нав'є-Стокса можна описати перебіг турбулентних потоків, для цього всі змінні ( $u$ ,  $p$ ,  $v$  і  $t$ ) видаються як миттєвих величин. Миттєва величина має на увазі під собою суму посередньої та пульсаційної складової:

$$\varphi = \bar{\varphi} + \dot{\varphi}, \quad (2)$$

де  $\varphi$  – миттєве значення параметра;

$\bar{\varphi}$  – середня складова;

$\dot{\varphi}$  – пульсаційна складова.

Якщо підставити миттєві значення параметрів у рівняння Нав'є-Стокса і при цьому провести середнє за часом, то ми отримаємо такі вирази:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_i}(pV_i) = 0, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial t}(\rho V_i) + \frac{\partial}{\partial x_j}(\rho V_i V_j) = \\ & = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[ \mu \left( \frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial V_l}{\partial x_l} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{V_i V_j}). \end{aligned} \quad (4)$$

У подальших розрахунках використовуватиметься  $k-\varepsilon$  модель турбулентності як найбільш підходяща для цієї симуляції.

На основі даної моделі визначено залежність швидкості руху бур'янів від часу руху (рис. 1, рис 2).

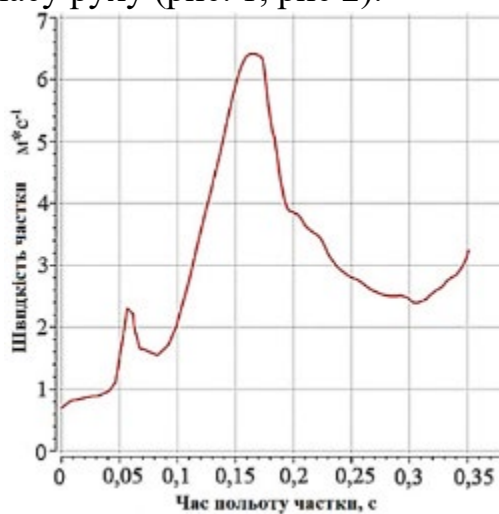


Рисунок 1. – Залежність швидкості руху частки від часу руху

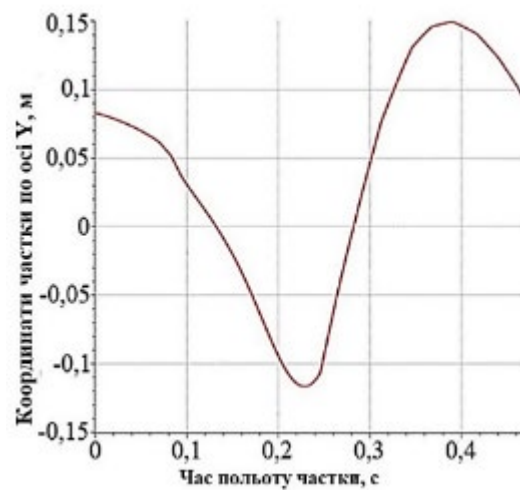


Рисунок 2. – Залежність розташування частки по координатній осі Y до часу

Режим роботи сепаратора, при якому дані частинки видаляються повітряним потоком, є раціональним, тому що при такому режимі роботи видаляються бур'яни, для яких швидкість витання нижче швидкості витання битого зерна. Встановлено, що бур'яни відносяться повітряним потоком при швидкості повітряного потоку  $7,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , при цьому цільне зерно залишається в сепараторі.

Як видно з рисунка, швидкість частки значно змінюється в період польоту траєкторією руху. Найбільш висока швидкість руху частинки  $6,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  відповідає моменту, коли напрямок руху частинки збігається з вектором сили тяжіння. Мінімальна швидкість руху частинки дорівнює  $0,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ , що відповідає швидкості надходження частки корпус сепаратора.

Для наочного уявлення було складено графік залежності розташування частки координатної осі Y до часу (рис. 2). За нуль по осі Y була прийнята вісь шнека. Верхні та нижні значення по осі Y відповідають стінкам сепаратора.

Частка за 2,3 секунд досягає нижньої точки, при цьому вона стосується стінки сепаратора. Далі за 0,15 секунди частка досягає верхньої точки, після чого знову спрямовується вниз.

### Список використаних джерел:

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. 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., 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.

УДК 631.

## АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СОШНИКІВ СІВАЛОК В ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Гур'єв Р.А.

*Державний біотехнологічний університет*

Вирішення проблеми збільшення виробництва продукції шляхом підвищення врожайності сільськогосподарських культур з одночасним збереженням родючості ґрунтів, зменшенням витрат енергії пов'язано із використанням у виробництві мінімальних, ресурсозберігаючих, нульової технологій та відповідних комплексів машин. В таких технологіях часто передбачається залишення на поверхні як подрібнених так і неподібнених рослинних залишків, стерні, коренів та проводиться обробіток ґрунту на глибину, що перевищує глибину загортання насіння. Тому виникає необхідність у виборі сівалок з такими сошниками, які б забезпечили для таких умов якісне укладання і загортання насіння у ґрунт.

Технологічні особливості анкерних сошників різних типів визначаються кутом входження у ґрунт. Проведеними дослідженнями було визначено, що анкерний сошник із гострим кутом входження не ущільнює дно борозни та піднімає ґрунт на поверхню. А сошники з тупим кутом входження ущільнюють стінки та дно борозни.

Сошник з тупим кутом входження у ґрунт укладає насіння на ущільнене дно борозенки, що забезпечує насінню достатній приток вологи. Крім того, порівняно з іншими сошниками, цей сошник рівномірно розподіляє насіння по глибині. Все це забезпечує найбільш дружні сходи. Але на погано оброблених ґрунтах, де зустрічаються коріння, грудки ґрунту, сошник виглиблюється і залишає значну частину насіння на поверхні.

Аналіз роботи анкерних сошників з різними кутами входження в ґрунт показав, що сошник з прямим кутом входження при відкритті борозенки піднімає ґрунт більш рівномірно і на меншу величину, ніж сошники з гострим кутом входження, а зусилля для переміщення ґрунту менше, ніж у сошника з тупим кутом входження.

Кілеподібні сошники прорізаючи борозенку вдавлюють ґрунтові агрегати зверху донизу. В результаті цього утворюється ущільнене дно борозенки, що сприяє притоку вологи та більш швидкому проростанню насіння. Ці сошники меншою мірою, ніж анкерні, забиваються рослинними залишками, але при зустрічі з великими грудками ґрунту виглиблюються. Тому при їх застосуванні також потрібно ретельно готувати поле.

Полозоподібний сошник на відміну від кілеподібного має гострий наральник і вищі подовжені щоки. Такі сошники широко застосовуються на кукурудзяних, бурякових та овочевих сівалках.

Закладення насіння зернових культур по стерні або недостатньо обробленому ґрунту за допомогою стрілчастих лап передбачає виконання одночасно відразу кількох технологічних операцій: розпушування ґрунту,

підрізання бур'янів, висіву насіння та внесення добрив. Але при сівбі основним недоліком даної конструкції сошника є велика ширина міжрядь.

Найбільшого поширення набули дискові сошники, так як вони мають невеликий тяговий опір, задовільно працюють на погано оброблених ґрунтах, а також грудкуватих і багатих на кореневі залишки. Особлива увага до дискових сошників пояснюється тим, що вони найбільш працездатні в різних умовах і завдяки цій перевазі набули широкого застосування на зернових сівалках. Але такі сошники не повною мірою забезпечують необхідну якість загортання насіння в ґрунт. Дводискові сошники нерівномірно розподіляють насіння по глибині. Відхилення глибини закладення від заданої становить 25-30%.

Дослідники аналізуючи роботу дискових сошників, дійшли висновку, що якість роботи дискового сошника за рівномірністю укладання насіння по глибині, має вважатися незадовільною. Застосування таких сошників повинно обмежуватися певними умовами, а саме: ґрунти пластові, нові та недостатньо розроблені, засмічені кореневими залишками, а також у районах із надмірною вологістю.

Однострижковий сошник застосовується для сівби зернових культур на оброблених та необроблених ґрунтах із збереженням стерні. Однострижковий сошник виконує дві операції: лущення стерні та висів насіння. Тому вони є кращими технології мінімальної обробки ґрунту. У порівнянні з двострижковим сошником, однострижковий краще заглиблюється в ґрунт, а також краще перерізає рослинні залишки і очищається від ґрунту. Все це дозволяє застосовувати його на ґрунтах важкого механічного складу, з рослинними рештками та вологих.

На підставі проведених досліджень у ряді країн створено дисковий сошник з індивідуальним опорно-прикочувальним колесом. Така конструкція дозволить забезпечити підвищену точність копіювання, в результаті чого підвищиться рівномірність загортання насіння по глибині. Крім цього, застосування прикочувального колеса забезпечить достатній контакт насіння з ґрунтом і приток вологи до нього із нижніх шарів ґрунту. Застосування такої сошникової системи дозволяє краще здійснювати контроль глибини висіву в системах мінімальної обробки ґрунту.

**Висновок.** В умовах розвитку мінімальних, ресурсозберігаючих, нульової технологій вирощування зернових культур при використанні яких, як правило, не створюється тверде посівне ложе і на поверхні можуть бути пожнивні залишки рекомендується використовувати сівалки обладнані дисковими сошниками з індивідуальними опорно-прикочувальними колесами. Така конструкція дозволяє покращити якість копіювання рельєфу ґрунту, рівномірність загортання насіння по глибині та покращує контакт їх із твердою фазою ґрунту.

#### **Список використаних джерел:**

1. Морозов І.В. Технологічні і технічні основи удосконалення конструкцій сошників зернових сівалок: Автореф. дис ... докт. техн. наук. – Тернопіль, 2003. – 40 с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин / Машини для сівби та садіння. – Т. 1, частина 2. – Х., 2002. – 445 с.

3. Гуков Я.С. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробки ґрунту в умовах України: Автореф. дис ... док. техн. наук. – Глеваха, 1998. – 33 с.

4. Шустік Л., Шейченко В., Ясенецький В. Інноваційні розробки міжнародної виставки сільськогосподарської техніки „Agritechnika 2003” // Техніка АПК. – 2004. – № 1-2. – С. 12-19.

5. Great Plains / Product catalog. – Great Plains Manufacturing, Inc: Printed U.S.A., ВАС 13599 / 10/94. – 68 р.

6. ПАТ. 4196676 США кл. 111/85. / А 01 С 5/06. Disk opener and adjustable seed tube assembly. Samuel More // Реферативний журнал. – 1981. – № 1.

**УДК 631.**

## **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ПРИ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР**

**Дьяконов С.О., к.т.н., доц., Пахучий А.М., к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведені результати виробничих випробувань приставки для обробки ґрунту до зернової сівалки в енергоощадних технологіях вирощування с.-г. культур*

В теперішніх умовах розвитку сільськогосподарського виробництва рішення проблеми збільшення обсягу виробництва продукції при зниженні витрат енергії з одночасним збереженням родючості ґрунтів та підвищення екологічного рівня можна досягти впровадженням сучасних технологій вирощування та відповідних засобів механізації. Але більшість існуючих тракторів мають двигуни які не відповідають сучасним вимогам викидів в відпрацьованих газах. Тому можна запропонувати більш раціонально завантажити двигун трактора шляхом підбору для агрегування с.-г. машини з відповідними параметрами і режимом роботи. Також, для одержання максимального результату одночасно застосувати мінімальні технології вирощування с.-г. культур та нульової технології. Метою досліджень є підвищення ефективності вирощування зернових культур шляхом зниження витрат енергії на обробку ґрунту і сівбу.

Найбільш перспективною із вище названих технологій вирощування є нульова, яка передбачає використання сівалок прямої сівби. З усіх типів конструкцій таких сівалок можна виділити таку конструкцію - це сівалка де перед сошниками на рамі сівалки або у вигляді приставки перед ними розміщені ґрунтообробні турбодиски. Під час сівби турбодиски обробляють під сошники вузькі смуги ґрунту. Перевагою такої конструкції є менший тяговий опір у порівнянні з іншими типами сівалок прямої сівби. Крім того, такі сівалки, як правило, модульного типу, що дає можливість після від'єднання модуля приставки для підготовки ґрунту використовувати модуль зернової сівалки в традиційних системах обробки ґрунту.

На сьогодні такі конструкції сівалок прямої сівби, як правило, західного виробництва, що ускладнює їх використання в малих і середніх господарствах

із-за їх відносно великої вартості. Тому нами пропонується використання вітчизняної приставки прямої сівби (марки ППС лозівського машинобудівельного заводу) до серійних зернових сівалок, які є в майже кожному такому господарстві. Такий варіант значно розширить межі використання серійних сівалок.

Для визначення ефективності використання приставки прямої сівби в агрегаті з серійними зерновими сівалками нами проведені виробничі польові випробування. Перші випробування проводили навесні у фермерському господарстві при сівбі ярового ячменю на площі 55 га. Фон поля – після збирання соняшнику. Тип ґрунту – чорнозем звичайний, вологість – 22 %. За технологією: дискування та пряма сівба агрегатом у складі МТЗ-80 з приставкою ППС-5,4, переобладнаною на ширину захвату 3,6 м, і сівалкою СЗ-3,6, на робочих передачах 5,6 зі швидкістю руху 6,9 та 8,1 км/год відповідно. Дискування проводили з метою подрібнення стебел соняшнику.

Другі випробування проводили восени при сівбі озимої пшениці на площі 50 га. Фон поля - після збирання соняшника. Тип ґрунту – чорнозем звичайний. Вологість – 24 %. За технологією: без дискування пряма сівба агрегатом в складі ХТЗ-17221, приставки ППС-5,4, переобладнаною на ширину захвату 3,6 м, і сівалка СЗ-3,6 на робочих передачах 3,4 зі швидкістю руху 10,5 і 12,8 км/год відповідно.

Результати досліджень показали, що операцію дискування з метою подрібнення стебел можна не проводити, а виконувати тільки пряму сівбу під кутом до напрямку рядків соняшнику. При цьому забивання робочих органів машин не спостерігалось і відбувалося часткове подрібнення стебел соняшнику. В першому і другому випадках рівномірність загортання насіння знаходилась в допустимих. При другому випробуванні із-за підвищення швидкості покращилась якість підготовки смуги для загортання насіння та ефективність подрібнення стебел.

Економічна ефективність використання для однакових умов з перерахуванням на площу 100 га для агрегатів у складі МТЗ-80 та ХТЗ-17221 складає відповідно продуктивність – 14,2 та 22,3 га/зм., витрати пального – 6,3 та 7,2 л/га, витрати праці – 0,49 та 0,31 люд.год./га.

**Висновок.** Аналіз результатів показує, що доцільніше використовувати агрегат для прямої сівби по попереднику соняшник в складі трактора ХТЗ-17221 де збільшується продуктивність та зменшуються витрати праці за рахунок збільшення робочої швидкості руху агрегату. При цьому покращується якість підготовки турбодисками смуг та зменшуються строки виконання робіт.

#### **Список використаних джерел:**

1. Сайко В. Актуальні проблеми землеробства: простих шляхів мінімалізації ґрунту не буває / В. Сайко // Техніка АПК. – 2008. – № 1. – С. 8–14.
2. 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.
3. Great Plains / Product catalog. – Great Plains Manufacturing, Inc: Printed U.S.A., ВАС 13599 / 10/94. – 68 p.

УДК 661.33

## АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МАЛООБ'ЄМНОГО ОБПРИСКУВАННЯ

Калюжний О.Д. к.т.н., доц., Коваленко О.О.

*Державний біотехнологічний університет*

Застосовувані в сільському господарстві машини для малооб'ємного обприскування використовують переважно розпилювачі, що обертаються, у вигляді барабанів або дисків.

Для зазначених розпилювачів було визначено закономірності процесу розпилення. Як було встановлено ступінь розпилу рідини, залежить від величини вихідних отворів розпилювачів, геометричних складових їх робочих органів, частоти обертання, тангенціальної складової швидкості рідини на виході, а також величини поверхневого натягу рідини. Визначальними факторами розпилу є частота обертів обертання та діаметр вихідних отворів. Зміна частоти обертання від 1000 до 8000 об./хв. дозволяє регулювати ступінь дисперсності розпилу від звичайного до дрібнокапельного.

Зменшення вихідних отворів – змінює секундний викид рідини з розпилювачів. Така спільна дія цих факторів дозволяє ефективно впливати на краплі освіту та отримувати відносно однорідні краплі за величиною.

Для отримання дрібнокапельного оббризкування необхідно, щоб діаметр крапель знаходився в діапазоні від 50 до 150  $\mu$ . Дисперсність крапель є основним показником, що визначає властивості та якість обприскування рослин. Залежність між величиною крапель і їх кількістю при розпиленні одного й того ж обсягу рідини є основним при дрібнокапельному та ультромілкокапельному оббризкуванні. Розрахунки показують, що при величині крапель 100 мікрон в діаметрі і густоті покриття поверхні 100 крапель на 1 см<sup>2</sup> для обробки площі в один гектар потрібно всього 5 літрів робочої рідини.

При зменшенні діаметра крапель або меншій густоті покриття поверхні рослин дозволить проводити обробку одного гектара меншою кількістю робочої рідини. Однак труднощі практичного застосування дрібно крапельного оббризкування полягає в тому, що зменшення розмірів крапель водних розчинів отрутохімікатів супроводжується швидким їх випаровуванням та зносом з ділянки обробки рослин. Як показують матеріали досліджень, вимоги до ступеня розпилу рідини різних інсектицидів мають бути диференційовані. Не можна вважати, що дрібне розпилювання у всіх випадках буде ефективним. Розширення випуску отрутохімікатів мало схильних до випаровування створює умови для масового практичного застосування мало об'ємного обприскування. Але необхідно враховувати значення як густоти покриття краплями, а і величину залишку інсектициду що знаходиться на поверхні рослини.

Є дослідження впливу дисперсності крапель робочої рідини на її ефективність. Так при боротьбі зі шкідливою черепашкою найкраща ефективність досягається при дрібно крапельному розпилі та густішому покритті поверхні рослин краплями інсектициду. При цьому застосування дрібно крапельного оббризкування дозволяє проводити його без збільшення витрати



робочої рідини. Але використання олійного розчину поліхлорпінену з розпилком 33-35 $\mu$ . при боротьбі з колорадським жуком уповільнює його дію порівняно з більшим розпилком, коли діаметр краплею знаходився в межах 100 $\mu$ .

При обприскуванні рослин інсектицидами внутрішньо рослинної дії дрібне розпилювання не застосовується. Найбільш доцільною величиною крапель будуть краплі діаметром 200-300 $\mu$ . У разі можна розраховувати більш тривалий контакт краплі інсектициду в клітинний сік рослини. Якщо застосовується гербіцид, принцип яких нагадує дію внутрішньо рослинних інсектицидів, застосовується великопанельне обприскування з величиною крапель 300 $\mu$ . и більше. Багато фахівців вважають, що дрібно крапельне обприскування найбільш доцільно застосовувати при використанні інсектицидів контактної та кишкової дії.

### **Список використаних джерел:**

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. Рідний, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

4. Калюжний О.Д. Математичні дослідження траєкторії польоту краплі рідини / Л.Г. Німецький, Н.П. Артемов, А.Д. Калюжний 1, І.Р. Ростовський // Інженерія природокористування, 2020, №3(17), с. 81 – 85.

5. 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.

6. 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.

7. 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 661.33

**АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ РОЗПИЛЮВАЧІВ****Калюжний О.Д. к.т.н., доц. Морозов Є.О.***Державний біотехнологічний університет*

Розпилювачі призначені для дроблення рідин та рівномірного розподілу її по поверхні поля. Класифікуються розпилювачі за принципом дії та призначення. За принципом дії розпилювачі діляться на відцентрові, струменеві, пневматичні та обертові. При цьому факел розпилу може бути у вигляді суцільного конуса, порожнистого конуса, віяла, суцільного та відбитого струменя. Для традиційного внесення розчинів отрутохімікатів переважно застосовуються відцентрові, струменеві та пневматичні розпилювачі. При малооб'ємному внесенні розчинів використовуються розпилювачі – пневматичні та обертові.

Розпилювачі для традиційного внесення розчинів добрив мають велику конструктивну різноманітність. Найбільшу групу складають відцентрові розпилювачі. Конструктивна особливість таких пристроїв – наявність камери завихрення. В якій рідина, що проходить через тангенціальні канали, переходить в стан завихрення і при виході з камери утворює тонку плівку у вигляді порожнистого конуса, яка, втрачаючи стійкість розпадається на краплі. Конструктивні форми цих розпилювачів надзвичайно різноманітні. За способом підведення рідини в камеру завихрення їх поділяють на два різновиди: із сердечниками та тангенціальні. Розпилювачі з сердечниками більш технологічні та забезпечують кращу якість розпилювання. Вони, у свою чергу, поділяються на розпилювачі зі змінними сердечниками та регульованими. Залежно від діаметра вихідного отвору, розміру завихрювача та робочого тиску конус розпилу може змінюватися в межах 25-95°, а витрата рідини – від 0,39 до 9,12 л/хв.

Струменеві розпилювачі поділяють на щілинні та дефлекторні. Щілинні розпилювачі прості за пристроєм і складаються з корпусу, фільтру та накидної гайки. Розпилювачі мають вихідні отвори еліпсної чи прямокутної форми. Щілинний отвір, розташований строго посередині, ділить напівсферичне денце на дві рівні частини. Рідина під тиском надходить у щілину із двох сторін. Зіткнення двох плівок рідини призводить до їх розпорошення у формі віяла (трикутної призми). Щілинні розпилювачі дають грубу дисперсність розпилу до 300 мкм, але забезпечують високу рівномірність розподілу шириною захвату ( $\pm 15\%$ ).

Дефлекторні розпилювачі відрізняються тим, що щілина замінена похилою площиною, постійно закріпленою або змінною і досить віддаленою від отвору вихідного циліндричної трубки. Їх конструкція включає корпус, кришки та дефлектор. Робота даного розпилювача відбувається в такий спосіб. Струмінь, виходячи з отвору під тиском, ударяється об площину дефлектора і розбризкується під великим кутом. Товщина струменя дефлекторних розпилювачів менша, ніж щілинних. Для хорошої роботи розпилювача

необхідно, щоб поверхня дефлектора була гладкою з чистими контурами. Коефіцієнт витрати рідини рефлекторними розпилювачами досягає одиниці, а втрати тиску менше, ніж у щілинних розпилювачах. Дані розпилювачі придатні для внесення норм рідини від 100 до 150 л/га, але розпил становить дисперсність у діапазоні 300...400 мкм.

Пневматичні розпилювачі відрізняються тим, що рідина, що витікає з сопла, дробиться рухомим з великою швидкістю повітрям або іншим газом. У напрямку введення рідини в повітряний потік пневматичні розпилювачі діляться на два підтипи: з подачею рідини співвісно руху повітря і під кутом до потоку повітря. Останні забезпечують більш високу дисперсність розпилу. Розрізняють два види пневматичних розпилювачів: з попереднім дробленням рідини та без нього. Розпилювачі першого типу складаються з повітряної та гідравлічної магістралей та патрубків з розпилюючим пристроєм. Рідина, що надходить у розпилювач по трубці, попередньо дробиться в ньому або у вигляді плівки розтікається по дефлектору, потім зривається повітрям і остаточно дробиться на дрібніші краплі.

Розпилювачі, що обертаються, застосовуються для мало- і ультрамалооб'ємного оприскування. Найбільшого поширення набули розпилювачі у вигляді сітчастого барабана і диска. Вони можуть приводитися в дію гідромотором, електродвигуном, від загального приводу, енергією повітряного струменя, в який поміщений розпилювач, з крильчаткою. За формою елемент розпилювача, що обертається, може бути у вигляді обертового циліндричного барабана з отворами, усіченого конуса, диска або пакета хвилястих (гофрованих) дисків. У всіх випадках рідина подається до центра обертового елемента або близько до нього. При малих подачах рідини на розпилювач вона подрібнюється монодисперсно. Дисперсність розпилу залежить кількості подачі рідини, геометричних розмірів розпилювача, частоти обертання, щільності рідини. Чим більше діаметр розпилювача, частота обертання і щільність рідини що подається, тим менше діаметр крапель. При збільшенні подачі і розміру отворів, що одержувані діаметр крапель зростає. На практиці застосовуються сітчасті барабани діаметром від 45 до 375 мм., та диски діаметром від 50 до 216 мм., при цьому частота їх обертання коливається від 4000 до 14000 хв-1.

З аналізу конструкцій розглянутих розпилювачів можна зробити висновок. Відцентрові та струменеві розпилювачі використовуються при звичайному обприскуванні з витратою робочої рідини не нижче 200 кг/га.

Для малооб'ємного обприскування з витратою робочої рідини до 10 кг/га і менше можуть бути використані тільки обертові та деякі з пневматичних розпилювачів.

### **Список використаних джерел:**

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. Рідній, Р.В. Рідній, 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. Рідній, І.Р. Ростовський, // Вісник ХНТУСГ «Механізація ц.р.», Вип 198, 2019.

4. Калюжний О.Д. Математичні дослідження траєкторії польоту краплі рідини/Л.Г. Німецький, Н.П. Артемов, А.Д. Калюжний 1, І.Р. Ростовський// Інженерія природокористування, 2020, №3(17), с. 81 – 85.

5. 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.

6. Харченко С.О. Польові дослідження борони-луцильника Дука-4 з стійками кріплення дисків різної жорсткості / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, Р.В. Антощенков, В.В. Качанов, О.Д. Калюжний, Є.А. Гаєк, Г.В. Сорочотяга // 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. 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 631.1

### ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОСЛИН ЗЕРНОВИХ ТА БОБОВИХ КУЛЬТУР

**Пахучий А.М. к.т.н., доцент, Волошин А.С. студент**

*Державний біотехнологічний університет*

При збиранні зернових і зернобобових сільськогосподарських культур в результаті технологічних процесів відбувається взаємодія зернівки з великою кількістю перешкод. Головними із внутрішніх яких є морфолого-біологічні і фізико – механічні властивості. При взаємодії зернівки з поверхнями тертя на неї впливають параметри силової дії, які проявляються в характеристиці контактів зернівки і контр поверхні при роботі зернових комбайнів.

Ґрунтово-кліматичні умови та навколишнє середовище також мають дуже великий вплив на велику кількість внутрішніх і зовнішніх чинників які незалежні, але взаємозв'язані і змінюються в широких діапазонах. Як відомо, зовнішня поверхня зернівки захищена плодовою оболонкою, яка складається з трьох шарів клітин. За нею розташована насінна оболонка утворена двома шарами клітин. Обидві ці оболонки захищають зернівку від її зовнішніх несприятливих чинників. Але, через те, що їх клітини мертві, при незначній вологості зернини вони втрачають міцність, в'язкість і еластичність, а при

зовнішньому впливу негативних чинників вони можуть руйнуватися.

Основними показниками маси насіння є абсолютна маса і щільність, на величини яких впливають вологість зерна, вміст повітря в ендоспермі, хімічний склад, співвідношення органічних речовин. Основні групи органічних речовин які входять до складу зернівки, в значній мірі різняться по щільності, яка сильно залежить від зрілості зерна. З часом дозрівання маса зерна істотно змінюється в зв'язку із зміною біологічно-хімічного складу і зменшенням вологості, що приводить до різкого підвищення щільності.

Поверхня насіння буває гладенькою, глянцевою, горбистою, зморшкуватою, ребристою і шершавою, це визначається не тільки властивостями культури чи сорту, а також формується іншими змінами зовнішніх чинників, де воно вирощується – ґрунт, пожива, вода, повітря, сонце. Насіння різних зернових і зернобобових культур відрізняється неоднаковими розмірами, які визначаються лінійними параметрами: довжина, товщина, ширина; і різними умовами живлення, забезпечення вологою, дозріванням і формуванням зерна на стержні колоса, освітленням, селекційно-біологічними особливостями сорту та дією інших чинників, найстійкішим до яких є довжина. Зерно сформоване раніше більш виповнене, порівняно з тим, що утворилося пізніше, а тому воно для селекційної роботи є основою для поліпшення врожайності першого покоління. На кращу продуктивність, розміри та абсолютну масу зерна впливає також розміщення зернин у різних частинах колоса. Так, від верху колоса до середини відбувається поступове збільшення розмірів та абсолютної маси зерна з наступним зменшенням цих показників до нижньої частини колоса.

Головною фрикційною властивістю насіння є тертя ковзання, при якому динамічний і статичний коефіцієнти зовнішнього тертя перебувають у залежності  $D = (0,6 \dots 0,7)$  Ст. До найважливіших біологічних особливостей зернових культур відносяться: неодноразовість і нерівномірність дозрівання зернівок у колосках на стержні колоса ( цвітіння і дозрівання починається з середини і догори, а потім до низу ); формування, налив, дозрівання – ці фази мають істотне значення при обмолоті, оскільки вони визначають міцність зв'язку зернин та біологічно – хімічний склад у різних частинах зернівки, його вологість, а в зв'язку з цим еластичність, в'язкість, хрупкість, деформаційні значення тобто величини впливу механічних дій. Всі ці параметри прямо пов'язані з культурою, сортом, ґрунтово-кліматичними умовами вирощування та багатьма іншими властивостями і чинниками.

Під дією динамічних і статичних навантажень зерно при збиранні чинить відповідний опір руйнуванню і травмується. Руйнівні зусилля при ударах з тертям і стисканням (протягуванням колоса через щілини) сколюванням, зрізах, перебиттях, зсувах, роздавлюваннях коливаються в відповідних межах, які залежать від багатьох чинників. В цьому зв'язку важливу роль відіграють такі особливості як міцність на стиск, тобто здатність чинити опір дії механічних стискуючих сил, тут головними чинниками будуть умови навантаження, швидкість деформації і змішаний її характер, умови навколишнього середовища, температурний режим; спосіб дії навантажень, ступінь різного складу органічної

речовини, хімічно – біологічні особливості; технологічні фактори – різностатність механічних властивостей, наявність залишкових напружень, характер механічних дій, склад металу.

Дослідження показують, що при збільшенні деформації зернівок озимої пшениці від 0,01 до 0,5 мм їх подрібнення збільшилося від 0,1 до 20,7 %. А лабораторна схожість при деформації до 0.1 мм знизилась на 10,6 %, а при деформації до 0,5 мм на 44,7 %. Ці данні свідчать про те, що деформація зернівки залежить як відмічалось вище від дії на неї сил і вологості. Тобто, для отримання високоякісного насіння необхідно, щоб деформація зернівок при збиранні і післязбиральній доробці була мінімальною. Пластичність зерна, тобто здатність зберігати отримані при навантаженнях деформації, які в великій мірі залежать від фізіолого-біологічного стану зернівки і її вологості. Максимальна пластичність характеризується найбільшою деформацією.

Травмування зерна за час збирання залежить від багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників, а також їх взаємодії з морфолого-біологічними, фізіологічними, фізико механічними властивостями культури і сорту та навколишнім середовищем.

#### **Список використаних джерел:**

1. Пахучий А.М. Обґрунтування форми обтікача обчісувальної жнивarki 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. 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. Сай В.А. Технологія вирощування, збирання та первинної переробки льону олійного / В.А. Сай. – Луцьк: ЛНТУ, 2012. – 168 с.

4. Сысолин П.В. Проблемы и перспективы внедрения в Украине технологии уборки зерновых колосовых культур методом очесывания колосков / П.В. Сысолин, И. Иваненко // Техника АПК. – 2008. - № 5.– С.24–29.

## УДК 631.1

**ДИФЕРЕНЦІЙНЕ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ ЯК ЕЛЕМЕНТ СИСТЕМИ  
ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА****Циганенко М.О. к.т.н., доц., Савченко М.Р.***Державний біотехнологічний університет*

Система диференційного внесення добрив передбачає внесення добрив або засобів захисту рослин виключно на тих ділянках поля та в об'ємах, яких вони дійсно потребують. При диференційному внесенні середня норма внесення, в розрахунку на один гектар, суттєво зменшується. При цьому відбувається перерозподіл добрив на користь ділянок, які цього потребують і тим самим, оптимізується внесення добрив. Технології змінного або диференційованого внесення добрив здійснюються на підставі електронних карт полів, космічних знімків, аналізу стану ґрунтів, тощо. Диференційне внесення передбачає врахування всіх неоднорідностей поля з подальшим їх вирівнюванням по периметру всього поля для забезпечення стабільного врожаю.

Дані про урожайність культури з кожної елементарної ділянки поля — відправна точка в розрахунку доз внесення мінеральних добрив. Концепція точного землеробства розглядає сільськогосподарське поле як неоднорідний майданчик, а отже, при виконанні агротехнічних операцій виникає потреба в диференціації. Це стало передумовою появи режиму внесення мінеральних добрив off-line, застосування якого потребує попередньо підготовленої карти-завдання, що містить прив'язані за допомогою GPS географічні координати елементарних ділянок поля з відповідними дозами внесення агропрепаратів. Щоб отримати карту-завдання, заздалегідь збираються дані про конкретне поле, на основі яких розраховують відповідні дози добрив для кожної елементарної ділянки.

Диференційоване внесення рідких і твердих добрив по полю у відповідності з технологічною картою з метою зменшення витрати добрив і збільшення врожайності забезпечується системами диференційованого внесення, що включають: бортовий комп'ютер зі вбудованим приймачем DGPS, антену EGNOS GPS, чіп-карту для обміну із зовнішніми системами й програмне забезпечення.

Позитивний ефект від впровадження системи: зменшення кількості добрив і хімікатів, що розкидають, і збільшення врожайності. Приклад новітніх систем та агрегатів для диференційованого внесення добрив наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Системи та агрегати для диференційованого внесення добрив

Назва	Функції та опис
GreenSeeker RT200	- сенсор сканує рослину з допомогою променів СВД; - оптично розпізнає стан культури; - призначає оптимальну норму внесення азоту для певної зони; - надає змінну норму внесення; - розмір зони 0,1...0,2 гектара.

AGROCOM VRA	- бортовий комп'ютер AGROCOM CEBIS MOBILE з інтегрованими приймачем DGPS; - антена EGNOS GPS; - чіп-карта; - програмне забезпечення для персонального комп'ютера AGRO-NET NG або AGRO-MAP. Впровадження системи надає переваги: - збільшення врожайності; - зменшення кількості внесення добрив.
PMU-8000	Розкидач мінеральних добрив PMU-8000 призначений для транспортування та поверхневого внесення мінеральних добрив, вапнякових матеріалів. Повністю електрогідравлічне регулювання норми внесення добрив. Використання екологічно раціонального розкидаючого механізму з дисками, оснащеними лопатями, що запобігають кришінню гранул, для досягнення більшої робочої ширини захвату.

Для того щоб зробити диференційне внесення добрив потрібно спочатку виконати наступні операції, а саме: - зробити відбір ґрунту та його аналіз; - картографування врожайності.

#### **Список використаних джерел:**

1. <https://www.agroone.info/publication/diferencijovane-vnesennja-dobriv-odin-z-najvazhlivishih-elementiv-tochnogo-zemlerobstva>
2. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективного 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.
3. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / [Текст] В.И.Мельник, М.А.Цыганенко, А.И. Аникеев, К.Г.Сыровицкий Motrol. Vol 17, №7 ISSN 1730-8658, 2015.
4. Цыганенко М.О. Система точного землеробства экономит ваши гроші / М. Цыганенко, М. Макаренко // Пропозиція. – 2017. – №2. – с. 10.



УДК 631.158

## ОГЛЯД КАНАДСЬКОГО РИНКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

**Чигрина С.А. ст. викл.**

*Державний біотехнологічний університет*

За оцінками «Звіту про ринок сільськогосподарської техніки Канади» від Statistics Canada [1], канадський ринок сільськогосподарської техніки зафіксує середньорічний темп зростання 4,5 % протягом прогнозованого періоду (2022-2027 рр.).

Звіт був поділений за типами на трактори (менше 40 к.с., від 40 до 99 к.с., понад 100 к.с.), техніку для оранки та культивації, посівну техніку. Машини (сівалки, розкидачі та інш.), обприскувачі, іригаційна техніка, збиральна техніка, сінозбиральна техніка (підбирачі та інші сіножаті та кормозбиральні машини) та інші типи. Звіти пропонують розмір ринку та прогноз для сільськогосподарської техніки у вартісному вираженні (млн доларів США) насамперед для всіх сегментів.

У перші шість місяців 2020 року загальний обсяг продажів сільськогосподарської техніки у липні 2020 року збільшився порівняно з 2019 роком (з початку року). Зростання було зумовлене в основному збільшенням продажів тракторів потужністю менше 40 кінських сил, які зросли на 42,1% у липні 2020 року порівняно з липнем 2019 року.

Збільшення попиту на великотоннажну сільськогосподарську техніку через брак сільськогосподарської робочої сили, сприятливі державні субсидії для механізації сільського господарства і технологічні інновації для розробки новітньої сільськогосподарської техніки є одним із чинників, який стимулює зростання ринку. Прогнозується, що серед усіх категорій сільськогосподарської техніки продаж комбайнів і тракторів продовжуватиме неухильно зростати протягом прогнозованого періоду.

Згідно з останнім переписом Статистичного управління Канади, останніми роками спостерігається тенденція до скорочення кількості ферм: у 2021 році налічувалося 189 874 ферми [2] порівняно з 205 730 фермами у 2011 році [3]. Також скорочується площа сільськогосподарських угідь. Отже, щоб задовольнити зростаючий попит на продовольчі культури, фермери звертаються до самохідної та тракторної техніки. Це сприяло зростанню виробництва сільськогосподарської техніки в прогнозований період. Крім того, в Канаді механізація сільськогосподарських господарств, керуючись насамперед економічним принципом, згідно з яким використання автоматизованих інструментів замість ручної праці призводить до збільшення витрат та підвищення врожайності, ймовірно, буде стимулювати попит на техніку. Продаж сільськогосподарської техніки зріс у липні 2020 року порівняно з 2019 роком. За даними Асоціації виробників обладнання тракторів та комбайнів, роздрібні продажі зросли з 13 673 до 14 325 одиниць з липня 2019-2020 років. З іншого боку, продаж комбайнів за той же період знизився з 838 до 697 одиниць. Також

у 2021 році продаж тракторів у грудні зріс на 10,5%, а продаж комбайнів впав на 17,6% порівняно з аналогічним періодом минулого року. Проте загальний обсяг продажу тракторів у 2021 році зріс на 19,4%, а комбайнів – на 23,1%.

Ключовими гравцями на канадському ринку сільськогосподарської техніки є такі фірми:

- Kubota Canada Ltd;
- Deere & Company;
- KUHN NORTH AMERICA, INC.;
- CLAAS KGaA mbH;
- CNH Industrial America LLC.

Вони випускають сільгосптехніку, що відповідає потребам аграріїв цього регіону. Основна стратегія, прийнята даними фірмами, полягає в тому, щоб інвестувати в дослідження та розробки для заохочення інновацій та підтримки міцної ринкової бази [4, 5].

#### **Список використаних джерел:**

1. Statistics Canada. Table 32-10-0238-01 Value of farm machinery and equipment, Census of Agriculture, 2021 [електронний ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.25318/3210023801-eng>

2. Statistics Canada. Canada at a Glance [електронний ресурс]. // Development. 2022. № October. С. 3–4. URL: <https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/12-581-x/2010000/pop-eng.htm>.

3. Statistics Canada. 2011 Census of Agriculture [електронний ресурс]. 2012. URL: [https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/daily-quotidien/120510/dq120510a-eng.pdf?st=Ddg\\_mw\\_v](https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/daily-quotidien/120510/dq120510a-eng.pdf?st=Ddg_mw_v).

4. IBISWorld. Tractors & Agricultural Machinery Manufacturing in Canada - Market Research Report [електронний ресурс]. 2023. URL: <https://www.ibisworld.com/canada/market-research-reports/tractors-agricultural-machinery-manufacturing-industry/>.

5. Agricultural Information Contact Centre. How the Farm Implements Act Protects You - Your Rights and Responsibilities Relating to Farm Machinery [електронний ресурс]. 2023. URL: <http://omafra.gov.on.ca/english/engineer/fiap/fiap.htm>.

УДК 661.33

**ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ**

**Артёмов М.П. д.т.н., проф., Калюжний О.Д. к.т.н., доц.,  
Колодяжний І.О. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

Відцентровий робочий орган має трьох фазовий робочий процес. До першої фази відносяться зустріч частинок добрив із поверхнею диска та лопаті. До другої фази ту частину процесу, якою частинки розташовуються на робочій поверхні диска. До третьої фази можна віднести частину процесу, коли частинки матеріалу, отримавши необхідну швидкість, вилітають із диска та здійснюють вільний політ, а коли їхня швидкість зменшується, потрапляють на поверхню ґрунту. Розглядаючи першу фазу робочого процесу, зустріч частинок добрив із поверхнею диска та лопатями, багато дослідників стверджують, що частинки туків надходять на відцентровий робочий орган із початковою швидкістю в межах 1,5...4 м/с. У підсумку цього зіткнення частинки туків з поверхнею диска супроводжується ударом. Від величини швидкості падіння і маси гранул залежить ударний імпульс. Ударний імпульс своєю чергою впливає на подальший характер руху частинок добрив по робочій поверхні диска. Що більша величина ударного імпульсу, то менша швидкість сходження частинок добрив із диска, що може призвести до додаткового удару з боку лопатей.

Друга фаза, тобто відносне переміщення частинок добрив диском, поділяється на два періоди: рух диском до зустрічі з лопаттю і рух після зустрічі з лопаттю.

Третя фаза робочого процесу розкидача починається з того моменту, коли частинка перебуває на краю лопаті або диска і триває до моменту падіння цієї частинки на ґрунт.

Після відриву від краю диска або з кінця лопаті частка робить рух в площині, що збігається з напрямком абсолютної швидкості  $V_a$  розсівання. При цьому на частку масою  $M$  діятимуть дві сили: сила тяжіння –  $mg$  і сила опору повітря –  $R_B$ .

Диференціальне рівняння руху частинок при польоті в зазначеному вище напрямку, що збігається з віссю  $X$  (рис. 1) має вигляд :

$$mX'' = -R(X')^2.$$

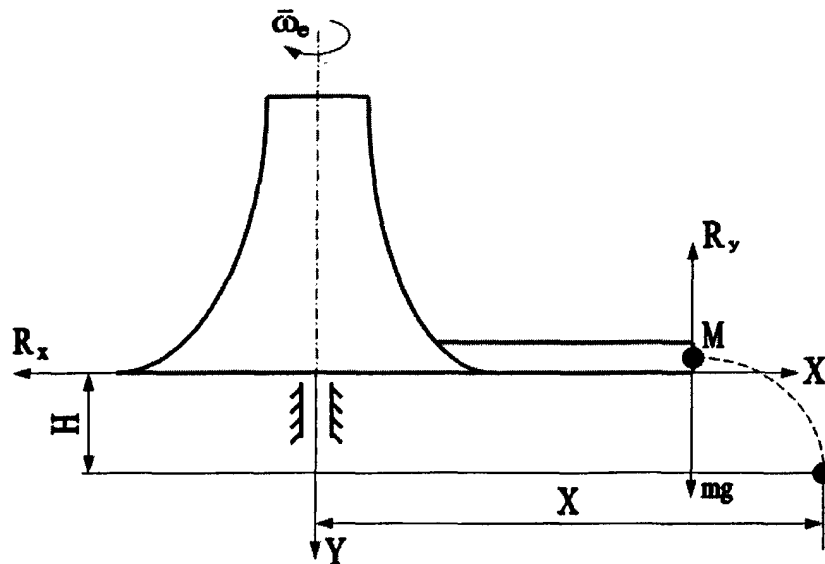


Рисунок 1 – Схема до визначення дальності польоту частинок добрив

Сила опору повітря дорівнює:

$$R_B = k \frac{\gamma}{g} F(x')^2,$$

де  $k$  – коефіцієнт опору повітря;  
 $\gamma$  – питома вага повітря,  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $F$  – мідельовий переріз, мм.

#### Список використаних джерел:

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.Артюмов, О.Д. Калюжний, О.А. Романашенко, І.О. Колодяжний // Інженерія природокористування, 2020, №317), с. 76 – 80
3. Седашкіна О. О. Рациональні параметри відцентрового робочого органу органу розкидача для поверхневого внесення мінеральних добрив мінеральних добрив: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Седашкіна Олена Олександрівна – Саранськ, 207. – 33 с.

УДК 631.58; 631.51

## ЕВОЛЮЦІЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ І ДРУГИЙ ЗАКОН ТЕРМОДИНАМІКИ

**Мельник В. І. д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто роль механізмів саморегуляції, що діють в замкнутій або відкритій системі та підпорядковані другому закону термодинаміки. Ці процеси обумовлюють перманентне узгодження внутрішніх протиріч системи і тим самим призводять до припинення її розвитку (еволюції). Отже подальший розвиток системи можливий лише за рахунок інтеграції в надсистему та відповідного обміну із нею енергією, масою або інформацією.*

Перш за все нагадаємо, що другий закон термодинаміки встановлює існування ентропії як функції стану термодинамічної системи і вказує на те, що в ізольованій системі ентропія залишається або незмінною, або зростає. Другий закон дозволяє виділити фактично можливі процеси, встановити напрямок протікання мимовільних процесів, знайти граничне значення енергії, яке може бути корисним чином використано, а також сформулювати критерії рівноваги в термодинамічних системах [1]. Поняття ентропії можливо розуміти, як міру енергії у термодинамічній системі, яка не може бути використана для виконання роботи [2]. З грецької мови слово «ентропія» перекладається як «поворот, перетворення» і в науці має кілька визначень і значень. З часом ентропія як наукове поняття почала використовуватися і в інших науках, більш того вона стала філософською сутністю [3].

Стосовно поняття «еволюція техніко-технологічних систем» зазначимо, що мова йде не про життєвий цикл конкретної системи елементів технічної сутності, а саме про трансформацію систем в нескінченному циклічному процесі «створення-функціонування-утілізація, трансформація чи ревіталізація». Тобто «еволюція» це також значною мірою філософське поняття, що визначає, знову ж таки нескінченний процес вирішення протиріч внутрісистемних і зовнішніх (між системою і надсистемою).

Найбільш вдало і, частково вперше, закони еволюції техніко-технологічних систем (ТТС) сформулював Генріх Саулович Альтшуллер в рамках розробленої ним теорії рішення винахідницьких завдань (ТРИЗ). В ТРИЗ було введено поняття «розгортання-згортання» (РГ-ЗГ) тобто поступове (з часом еволюції) збільшення ступеня прояву параметру (ознаки) системи, який (яка) після досягнення максимуму, змінюється на настільки ж плавне зменшення його (її) ступеня прояву. Основний закон еволюції ТТС вказує, що в процесі еволюції ТТС кожний параметр системи (за деяким винятком) проходить цикли РГ-ЗГ.

Пізніше автор цієї роботи також долучився до розвитку теорії еволюції ТТС. Так були сформульовані: закон множинного РГ-ЗГ, закон суперпозиції та асиметрії циклів РГ-ЗГ, закон ідеальності системи, закон-умову інтеграції системи в надсистему та ін. [4].

Автором встановлено, що індикатором інтенсивності внутрішніх протиріч системи є безліч процесів РГ-ЗГ її параметрів: чим більше параметрів знаходяться в стадії завершення циклу РГ-ЗГ та/або напівциклу розгортання і чим вище ранг цих параметрів (у відповідності із принципом Парето), тим менше внутрішні протиріччя системи. Отже ентропія нам знадобилася в першу чергу як міра вирішення таких протиріч. Чим більша ентропія системи тим більше протиріч вже вирішено, а отже еволюція такої системи стає можливою, лише завдячуючи інтеграції в надсистему. Чим більше параметрів системи перебувають на стадії розгортання, або згортання, тим менша ентропія системи.

Оскільки кожна система, яка до свого складу включає людину апріорі є відкритою то, відповідно, основною задачею людини, з точки зору еволюції ТТС є регуляція ентропії в системі. Сама присутність людини у складі системи є характерним для більшості технологічних систем. І саме присутність людини в системі є основною рушійною силою, яка спонукає системи до інтеграції між собою.

З урахуванням вище сказаного можна стверджувати, що сума перших похідних за часом кожного із параметрів системи також відображає інтенсивність поточних змін в еволюційному процесі системи. Вона може виступати в ролі мірила ентропії системи. Сама сума похідних, є градієнтом певної функції, очевидно функціонально залежної від термодинамічної або абсолютної температури системи, яка у відповідності із другим законом термодинаміки є єдиною функцією стану термодинамічної системи.

Висновок. Безперервний розвиток (еволюція) будь якої системи можливий лише за умови її інтеграції в надсистему. Запропонований підхід можна застосувати для кількісної оцінки інтенсивності еволюційних процесів ТТС.

#### **Список використаних джерел:**

1. Вікіпедія: Другий закон термодинаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий\\_закон\\_термодинаміки](https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий_закон_термодинаміки). – 08.05.2023 р. – Загол. з екрану.
2. Велика українська енциклопедія: Ентропія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vue.gov.ua/Ентропія>. – 08.05.2023 р. – Загол. з екрану.
3. Павло Чайка. Науково-популярний журнал «Пізнавайка»: Ентропія та її значення в різних науках [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.poznavayka.org/uk/fizika-uk/entropiya-ta-ii-znachennya-v-riznih-naukah>. – 08.05.2023 р. – Загол. з екрану.
4. Мельник В.И. Куда и как эволюционирует земледелие? / В.И. Мельник // Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Харків: ПП «Стильздат», 2016. – Вип. 20. – С. 48-61.

•

Секція 4

||| **МЕХАТРОНІКА, БЕЗПЕКА  
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА  
УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

УДК 378.147:614:331.45

## ТЕХНОГЕННІ, ПРИРОДНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ ПРИЧИНИ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

Мезенцева І.О., доцент, Кузьменко О.О., с.н.с.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

*Анотація. В дослідженні проаналізовані зміни у класифікаторі причин нещасних випадків на виробництві та наведено обґрунтування цих змін. Приведені дані щодо кількості причин нещасних випадків за 2021 та 2022 рік та наданий їх аналіз.*

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві в Україні проводиться згідно з Порядком [1], який вийшов у новій редакції в 2019 році. Відповідно до попереднього документа щодо розслідування та обліку виробничого травматизму, а саме НПАОП 0.00-6.02-11 [2] у класифікаторі причин нещасних випадків, гострих професійних захворювань (отруень) і аварій на виробництві було 3 групи причин: технічні, організаційні та психофізіологічні.

У 2019 році відбулися певні зміни у Порядку [1] і стосовно класифікатора причин нещасних випадків також, а саме, додали четверту групу: техногенні, природні, екологічні та соціальні причини (далі –техногенні причини). До цієї групи входять такі причини: викид небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин; контакт з представниками тваринного та рослинного світу; стихійне лихо (метеорологічні, топологічні та тектонічні катастрофи — землетрус, зсув, селі, снігові лавини, повінь, ураган, просідання і зсув ґрунту тощо); гідрометеорологічні явища (мороз, ожеледь, ожеледиця, заметіль, шквальний вітер, град, спека, туман, злива, блискавка тощо); соціальний конфлікт (страйк, оголошена та неоголошена війна, терористичний акт, блокада, революція, заколот, повстання, масові заворушення, громадська демонстрація, протиправні дії третіх осіб тощо).

У попередньому класифікаторі не знаходила відображення велика група причин, за якими відбувалися нещасні випадки. Саме тому виникла необхідність у створенні четвертої групи причин виробничого травматизму. Динаміка зростання нещасних випадків за цією групою причин відповідно до даних Фонду соціального страхування України (ФССУ) [3] з 2020 по 2022 рік приведена на рисунку 1.

Із рисунка видно, що у 2020 році за цими причинами зафіксована невелика кількість нещасних випадків, а саме 1,6%, але вже у 2021 році згідно ФССУ цей показник склав 43,8%, зайнявши лідируючу позицію серед причин нещасних випадків. На рисунку 2а приведений розподіл причин нещасних випадків за 2021 рік. Відповідно у 2021 році через організаційні причини сталося 40,4 %, психофізіологічні причини – 12,6 %, технічні причини – 3,2 % нещасних випадків [3].





Рисунок 1 – Динаміка зростання кількості нещасних випадків

Суттєве зростання кількості нещасних випадків з техногенних причин пов'язано з пандемією коронавірусної інфекції SARS-CoV-2. Це зумовлено випадками інфікування медичних та інших працівників на COVID-19, роботи яких пов'язані з виконанням професійних обов'язків в умовах підвищеного ризику зараження та, які розслідуються як випадки гострого професійного захворювання.

У 2022 році техногенні причини розташувалися вже на другому місці. Перше місце, як і багато років до цього, зайняли організаційні причини. На третьому місці, як видно із рисунка 2б, знаходяться психофізіологічні, а на четвертому - технічні причини.

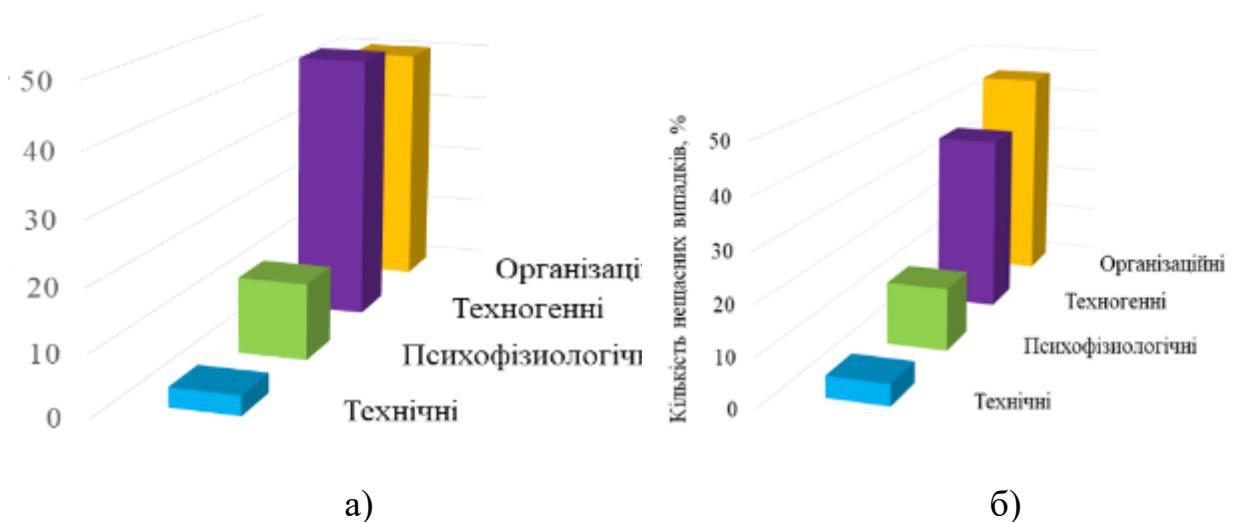


Рисунок 2 – Розподіл причини нещасних випадків (а – 2021 рік, б – 2022 рік)

Приходимо до висновку, що тільки протягом 2021 року організаційні причини поступилися своїм лідируючим положенням, яке вони постійно займають, техногенним причинам і пов'язане це було саме із підвищенням випадків інфікування коронавірусною інфекцією. Але вже у 2022 році організаційні причини знову стали на перше місце.

Серед організаційних причин переважають такі причини: невиконання

вимог інструкцій з охорони праці; невиконання посадових обов'язків; порушення вимог безпеки під час експлуатації транспорту загального користування; порушення технологічного процесу; порушення вимог безпеки під час експлуатації обладнання, устаткування, машин, механізмів; допуск до роботи без навчання та перевірки знань з питань охорони праці тощо.

Дослідження причин виробничого травматизму проводилось у багатьох наукових працях [4-8]. Аналіз стану виробничого травматизму та профзахворювання в Україні показує, що незважаючи на заходи, які вживаються роботодавцями щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці на кожному робочому місці, робочими органами виконавчої дирекції ФССУ, центральними та місцевими органами виконавчої влади, які здійснюють контроль та нагляд за станом охорони праці в різних галузях економіки, рівень виробничого травматизму та професіональній захворюваності залишається ще досить високим.

Зважаючи на те, що домінуючими причинами все ж таки залишаються причини організаційного характеру, виникає необхідність у підвищенні мотиваційної складової трудової діяльності та культури безпеки праці робітника. Важливою складовою професійної діяльності є формування у працівників свідомого відношення до безпечного виконання роботи та розвиток культури безпеки праці на підприємстві. При цьому автори робіт [6-8] зазначають, що одним із ефективніших шляхів покращення стану безпеки праці на виробництві є навчання працівників безпечним прийомам праці та підготовка персоналу всіх ланок керування до прийняття рішень щодо покращення умов праці на робочих місцях та зниження потенційних ризиків.

### **Список використаних джерел:**

1. НПАОП 0.00-6.02-11. Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. – Затвердж. постановою КМУ від 30.11.2011 р. № 1232.
2. Порядок розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. – Затвердж. постановою Кабінету Міністрів України від 17.04.2019 р. № 337 зі змінами.
3. URL: <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/985104>.
4. Мезенцева І. О. Огляд професійних захворювань на підприємствах машинобудівного профілю / І. О. Мезенцева, І. М. Любченко, Н. Є. Мовмига // Безпека людини в сучасних умовах: зб. наук. ст. та матеріалів 9-ї міжнар. наук.-метод. конф. та 121-ї міжнар. конф. EAS, 7-8 грудня 2017 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]. – Харків : НТУ "ХПІ", 2017. – С. 98-100.
5. Любченко І. М. Аналіз професійних захворювань за останні роки / І. М. Любченко, І. О. Мезенцева, К. М. Неклюєнко // Безпека людини в сучасних умовах: зб. наук. ст. та матеріалів 8-ї міжнар. наук.-метод. конф. та 115-ї міжнар. конф. EAS, 8-9 грудня 2016 р. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" [та ін.]. – Харків : ГО "СФБЖДЛ", 2016. – С. 622-624.
6. Мовмига Н. Є. Попередження суб'єктивних причин виробничого травматизму в системі працезахоронного менеджменту / Н. Є. Мовмига, І. О.

Мезенцева, Г. М. Панчева // Молодий вчений. – 2022. – № 1 (101), січень. – С. 111-119.

7. Таїрова Т. М., Романенко Н. В., Сліпачук О. А. Підвищення результативності заходів із запобігання виробничому травматизму на основі моделювання системи охорони праці в машинобудуванні / Т. М. Таїрова, Н. В. Романенко, О. А. Сліпачук // Проблеми охорони праці в Україні. – № 36 (4), 2020. – С. 23-29.

8. Безпека праці – запорука розвитку машинобудівного виробництва [Електронний ресурс] / І. О. Мезенцева [та ін.] // Prospects of modern science and education : proc. of the 5th Intern. sci. and practical conf., February 07-10, 2023 / ed.: E. Pluzhnik [et al.]. – Electronic text data. – Stockholm, 2023. – P. 626-629.

**УДК 631. 362**

## **УДАРНИЙ РЕЖИМ РУХУ НАСІННЯ ПО РОБОЧИМ ПЛОЩИНАМ ВІБРАЦІЙНОЇ НАСІННЕОЧИСНОЇ МАШИНИ**

**Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

Сучасні зразки вібраційних насіннеочисних машин можуть забезпечувати два режими руху насіння по робочих площинах: безвідривний (у будь-який момент часу насіння має хоча б одну точку контакту з робочою площиною) і відривний (насіння періодично відриваються від робочої поверхні і певний час знаходяться у вільному польоті).

Відривний режим від безвідривного відрізняється більшою інтенсивністю процесу поділу насінневих сумішей.

Проведене нами теоретичне вивчення процесу поділу насінневої суміші на ребристих вібруючих неперфорованих площинах з урахуванням взаємодії їх компонентів, як між собою, так і з поверхнями дозволяє запропонувати ще більш інтенсивний ударний режим руху насіння по площинах, що сепарують. Це такий режим руху насіння, коли вони не тільки відриваються від робочої площини, але і при здійсненні вільного польоту ударяються об нижню поверхню площини, яка розміщена над сепаруючою [1 – 4].

Однак використання нижньої поверхні сепаруючої площини як відбивної можливе при більш високій інтенсивності вібрацій, яка є недосяжною для сучасних зразків вібраційних насіннеочисних машин.

Привід сепаруючих площин існуючих вібраційних насіннеочисних машин, який складається з електродвигуна змінного струму, варіатора, клиноремінної передачі, контрприводу, двох муфт і двох віброзбудників спрямованих коливань шестеренчастого типу, не в змозі забезпечити необхідний рівень вібрацій: амплітуду – до 4 мм. і частоту – до 4000 Гц.

Частоту коливань сепаруючих площин у такому приводі змінюють варіатором, а амплітуду коливань - масою дебалансів, які встановлюються у корпусах віброзбудників.

При проектуванні вібраційної насіннеочисної машини, яка б могла працювати і в ударному режимі руху насіння, ми були змушені відмовитися від такої конструкції приводу. Причини були такі:

- неможливість забезпечити необхідні показники амплітуди та частоти коливань;
- витікання оливи з корпусу віброзбудника та попадання її на блоки сепаруючих площин;
- велика трудомісткість робіт при зміні амплітуди коливань;
- дуже великий рівень шуму при роботі шестеренчастих віброзбудників;
- нестабільність роботи варіатора при високих обертах.

Привід машини, що пропонується, складається з електродвигуна змінного струму, вал якого має два вихідні кінці, двох муфт і двох віброзбудників (рис. 1).

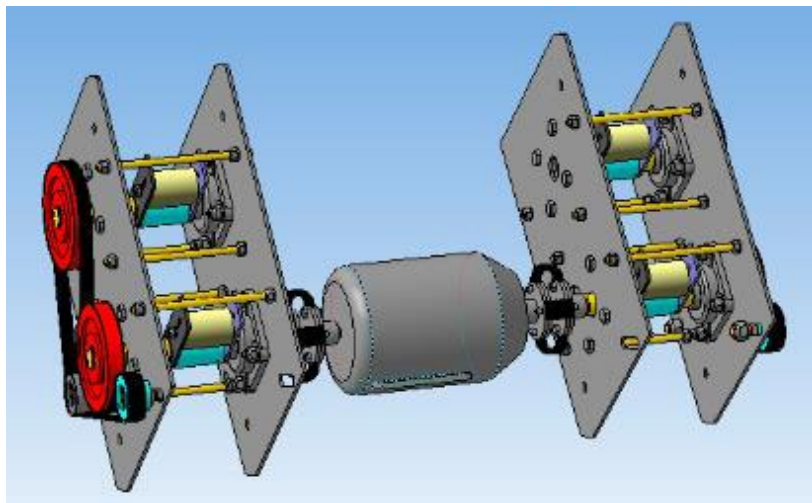


Рисунок 1 – Конструктивна схема приводу робочих органів вібраційної насіннеочисної машини

Основним елементом приводу є віброзбудник. Проведений аналіз віброзбудників, що випускаються промисловістю (як вітчизняною, так і зарубіжною) не дав позитивних результатів – жоден з них не відповідав вимогам, що висуваються. Тому нам довелося розробляти свою конструкцію віброзбудника.

Основним елементом, розробленого віброзбудника (рис.2), є двосторонній зубчастий ремінь, який з'єднує два зубчасті колеса, на валах яких встановлені дебаланси.



Рисунок 2 – Вібробудник прямолінійних коливань двовального типу з ремінною зубчастою передачею

Такий вібробудник відрізняється безшумною та надійною роботою, легкістю зміни амплітуди коливань та великим запасом за частотою та амплітудою.

Зміна амплітуди коливань здійснюється зміною дебалансів та встановленням їх на різній відстані від осі обертання.

Зміна частоти коливань сепаруючих площин в запропонованому приводі, як і інші параметри, наприклад, характеристики виходу на задану частоту здійснюється за допомогою перетворювача частоти Lenze Vector 820, який забезпечує як скалярне, так і векторне управління електродвигуном.

#### **Список використаних джерел:**

1. Вибросепаратор для очистки семян от примесей: а. с. 526400 СССР: МПК В07В 1/40 / П.М. Заика, Г.Е. Мазнев, В.В. Бакум (СССР). – № 2093259/15; заявл. 31.12.74; опубл. 30.08.76, Бюл. № 32. – 3 с.

2. Вибросепаратор для очистки семян от примесей по свойствам их поверхности и форме: а. с. 1297946 СССР: МПК В07В 1/40 / П.М. Заика, А.В. Богомолов, А.И. Завгородний, А.В. Козаченко (СССР). – № 3899641/29–03; заявл. 10.04.85; опубл. 23.03.87, Бюл. № 11. – 2 с.

3. Фрикционный вибросепаратор: а. с. 1327997 СССР: МПК В07В 1/40 / П.М. Заика, Н.В. Бакум, В.В. Бакум, В.А. Волков, С.П. Никитин (СССР). – № 4020051/29–03; заявл. 11.02.86; опубл. 07.08.87, Бюл. № 29. – 3 с.

4. Фрикционный вибросепаратор: а. с. 1480896 СССР: МПК В07В 13/00 / П.М. Заика, В.М. Лукьяненко, Н.В. Бакум, В.В. Бакум, А.И. Бортников, В.Д. Шафоростов (СССР). – № 4206864/29–03; заявл. 06.03.87; опубл. 23.05.89, Бюл. № 19. – 4 с.

УДК 631. 362

## ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРОСЕПАРУВАННЯ НАСІННЄВИХ СУМІШЕЙ

Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

При використанні феноменологічного підходу вібраційний рух частинок насіннєвих сумішей описується моделями руху сипких континуумів на основі механіки суцільного середовища [1 – 4]. Моделі, побудовані на основі механіки суцільного середовища, мають меншу обчислювальну трудомісткість у порівнянні зі статистичними моделями і, разом з тим - досить наочні, дозволяючи досліджувати особливості вібраційного руху на різних режимах.

З метою вибору математичної моделі механіки суцільного середовища [1] для дослідження процесів руху насіннєвих сумішей по віброуючих робочих поверхнях віброочисної машини спочатку потрібно визначити властивості досліджуваного процесу.

Як відомо, рух насіннєвої суміші по поверхні, що вібрує відбувається в двох режимах: в режимі з прослизанням і перекочуванням насіння, а також в режимі відскоку насіння від робочої поверхні.

При використанні першого режиму (рух насіннєвої суміші без відскоку насіння від робочої поверхні), за рахунок придбання імпульсу руху від робочої поверхні, що вібрує, відбувається «зрідження» шарів насіннєвої маси, і вона починає «розтікатися».

За рахунок гніту, який надають частинки з верхніх шарів на частинки, що знаходяться внизу, останні виявляються притиснутими одна до одної. Амплітуда їх коливань під впливом вібрацій робочої поверхні прагне до нуля. При певній (критичній) товщині шару насіннєвої суміші всередині з'являється область, де частинки як би «злипаються» і ця область проявляє себе як тверде тіло (рис. 1).

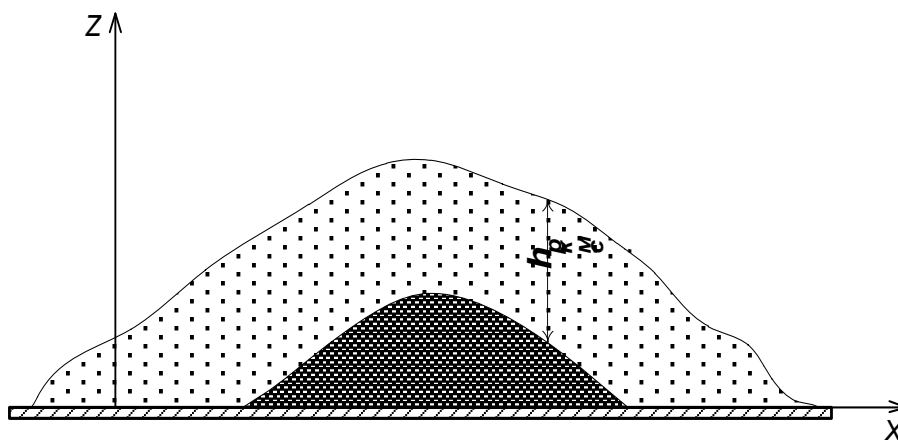


Рисунок 1 – Область насіннєвої суміші, у якій частинки континууму поводяться як єдине тверде тіло

Така картина нерівномірного розподілу амплітуд відносних коливань частинок всередині середовища дозволяє говорити про нерівномірне поле щільностей фракцій суміші. Під час руху від нижніх шарів суміші до верхніх шарів відбувається «спухання» насінневого континууму – зростає його обсяг. Під час руху від вільної межі вглиб, до робочої поверхні – навпаки, відбувається ущільнення суміші, її обсяг зменшується. Тобто має місце зміна густини фракцій насінневої суміші.

Насіння, яке знаходиться у верхніх шарах і має амплітуду коливань, відмінну від нуля, набуває властивостей рідини. Відбувається розтікання суміші. Частинки, що становлять різні фракції насінневої суміші, залежно від своїх фізико-механічних властивостей, набувають різних напрямків руху щодо робочої поверхні. Утворюються течії (струмені) континууму насінневої суміші. Фракції суміші при своєму русі чинять динамічний тиск на навколишні елементи континууму.

Дія сил тертя між частинками насінневої суміші за своїм характером аналогічна дії сил тертя між струменями в'язкої рідини, що рухається. Тобто, в даному випадку, для опису руху суміші застосовується модель в'язкої рідини. У силу того, що щільність насінневої суміші неоднакова по висоті насінневого шару (внаслідок притискання), і вздовж робочої поверхні (внаслідок поділу фракцій та зменшення товщини шару), до в'язкості також слід додати ще й фактор стискання. Тобто, для моделювання руху насінневої суміші при використанні безвідривного режиму руху слід використовувати модель в'язкої рідини або газу, що стискається.

При використанні режиму руху з відривом відбувається зростання імпульсу кількості руху, що надається насінневій суміші. Внаслідок цього змінюється характер процесу руху суміші. Відбувається відскакування насіння від робочої поверхні, і вся маса насіння «спухає», збільшуючись в обсязі. Зменшується величина густини суміші. Сили тертя, що діють між частинками суміші, що рухається, у міру зменшення щільності, також зменшуються. Насіннева суміш починає поводитися як в'язкий газ або як в'язка рідина, що стискається. Тобто і в другому випадку, у разі розгляду руху насінневої маси з відскоком насіння від робочої поверхні, також необхідно використовувати математичну модель руху в'язкої рідини, що стискається.

Математична модель динаміки руху насінневої суміші, побудована на основі рівнянь кінематики руху в'язкої рідини, що стискається, дозволяє врахувати обидва розглянутих вище режими роботи віброочисних машин. Отже, як робочу модель для обчислення кінематичних параметрів руху насінневого потоку слід використовувати модель руху ідеальної в'язкої рідини, що стискається.

Рух частинок в'язкої рідини описується за допомогою рівняння Нав'є - Стокса, яке, у векторній формі уявлення, має вигляд

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{g} - \frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{\mu}{\rho} \nabla^2 \cdot \vec{v}, \quad (1)$$

де  $\vec{v}, \frac{d\vec{v}}{dt}$  – швидкість і прискорення рухомого елемента суцільного середовища щодо обраної інерційної системи координат;

$\rho$  – щільність середовища в околиці виділеного елемента;

$grad p = \frac{\partial p_x}{\partial x} + \frac{\partial p_y}{\partial y} + \frac{\partial p_z}{\partial z}$  – градієнт поверхневого тиску, що діє на

аналізований елемент середовища;

$\vec{g}$  – прискорення вільного падіння;

$\mu$  – коефіцієнт динамічної в'язкості середовища в точці, що відповідає виділеному елементу середовища;

$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$  – оператор Лапласа.

### Список використаних джерел:

1. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 1 / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1970. – 492 с.
2. Седов Л.И. Механика сплошной среды. Том 2 / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1970. – 568 с.
3. Тищенко Л.Н. Гидродинамические характеристики псевдооживленных сыпучих сред при виброцентробежном сепарировании на зерноперерабатывающих предприятиях / Л.Н. Тищенко // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Вісник ХДТУСГ. – Харків: ХДТУСГ, 2001. – Вип. 5. – С. 13 – 33.
4. Тищенко Л.Н. К определению гидродинамических характеристик псевдооживленных сыпучих сред при работе виброцентробежных сепараторов / Л.Н. Тищенко // Экология и с. х. техника: Сб. н. тр. СЗНИИМЭСХ. – СПб. – Павловск: СЗНИИМЭСХ, 2000. – Т.1. – С. 70 – 73.



УДК 631.362

## КРИТЕРІЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОГО РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЕВИХ СУМІШЕЙ ЧУТЛИВИХ ДО РУХУ ПОВІТРЯ

**Никифоров А. О. ст. викл.**

*Державний біотехнологічний університет*

При застосуванні вібраційних машин для обробки насінневих сумішей, чутливих до руху повітря, має місце низька ефективність розділення фракцій суміші. Може відбуватися навіть зниження посівної придатності вихідного матеріалу після його обробки. Причина цього полягає у шкідливій дії аеродинамічного фактору. Внаслідок знакозмінного руху повітря, що виникає всередині блоків робочих поверхонь вібрмашини під час її роботи, спостерігається перенесення насінин повітрям, а також – зменшення вібраційних імпульсів з боку робочої поверхні. Перенесення насінин повітрям обумовлено дією аеродинамічної сили опору. Зменшення вібраційних імпульсів відбувається за рахунок дії бокової аеродинамічної сили, що призводить до підйому частинок та зменшенню сили реакції опору [1]. Загалом аеродинамічний фактор для таких насінневих сумішей призводить до перемішування фракцій суміші й, як наслідок, зниження якості посівних фракцій вихідного матеріалу.

Для зменшення ступеня шкідливої дії аеродинамічного фактору вживаються різноманітні заходи щодо вдосконалення технологічного процесу вібраційного розділення насінневих сумішей чутливих до руху повітря. Застосовуються аеродинамічні екрани [2], якими оснащуються блоки робочих поверхонь, підбираються конструктивні характеристики блоків, параметри режиму роботи вібрмашини. Оптимізація цих характеристик здійснюється на підставі критерію мінімізації рівня шкідливої дії аеродинамічного фактору

$$K(\mathbf{X}) = \min_{\mathbf{X} \in \Omega},$$

де  $\mathbf{X}$  – вектор конструктивних та режимних параметрів процесу вібраційного розділення;

$\Omega$  – область припустимих значень параметрів, які оптимізуються.

В якості показника критерію оптимізації обирається наступне відношення:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\text{фр.}}} \Delta_i^a + \delta_i^a}{\sum_{i=1}^{N_{\text{фр.}}} \Delta_i + \delta_i},$$

де  $\Delta_i^a, \Delta_i, \delta_i^a, \delta_i$  - кути перекриття секторів можливих траєкторій насіння  $i$ -ої та  $(i+1)$ -ої фракцій, а також половинні кути секторів можливих траєкторій насіння  $i$ -ої фракції з урахуванням та без урахування дії аеродинамічних сил та

моментів, відповідно (рис. 1).

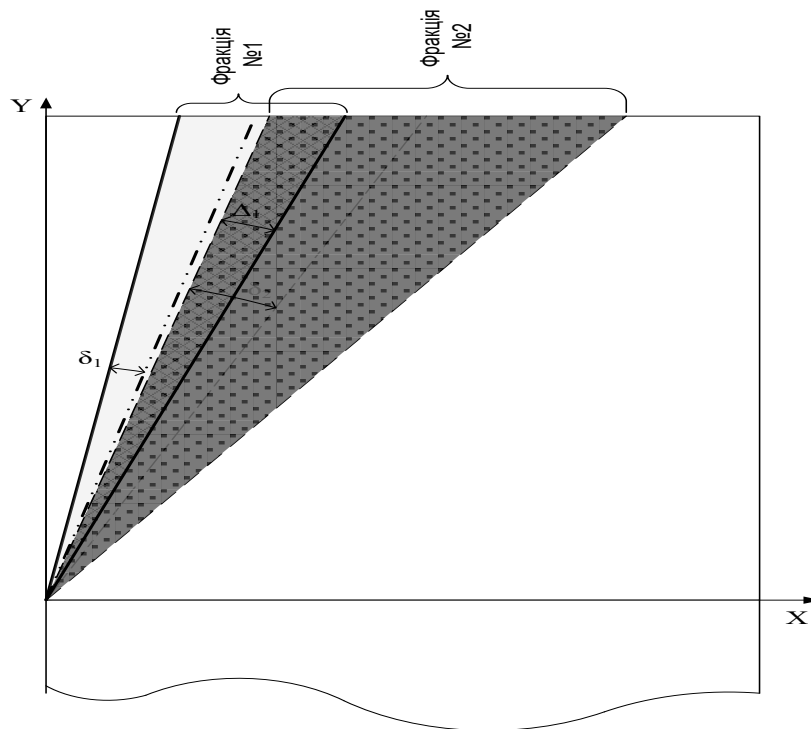


Рисунок 1 – Сектори можливих траєкторій вібраційного руху двох фракцій насінневої суміші та їх перекриття

Відношення суми кутів секторів можливих траєкторій різних фракцій насінневої суміші та кутів перекриття цих секторів з урахуванням дії аеродинамічних сил до суми аналогічних кутів, але з виключенням шкідливого впливу динаміки повітря, кількісно оцінює відносно погіршення якості вібраційного розділення фракцій насінневої суміші внаслідок дії руху повітря всередині блоку робочих поверхонь вібраційного сепаратору. За допомогою цього показнику можна здійснювати кількісне порівняння альтернативних варіантів заходів щодо удосконалення конструкції вібраційної машини та оптимізації режиму її роботи стосовно зменшення рівня шкідливого впливу аеродинамічного фактору.

#### Список використаних джерел:

1. Лук'яненко В. М., Никифоров А. А. Постановка задачі розрахунку поля швидкостей повітряного середовища між двома еквідистантними площинами при здійсненні ними синхронних гармонійних коливань. Інженерія природокористування. № 2, 2017. С 33-38.

2. Никифоров А.О. Дослідження ефективності застосування аеродинамічних екранів при обробці на вібраційних машинах насіння з вираженими аеродинамічними властивостями. The 7 th International scientific and practical conference “Science, society, education: topical issues and development prospects” (June 7-9, 2020) SPC “Sci-conf.com.ua”, Kharkiv, Ukraine. 2020. С 31-38.

УДК 004.05

## ЗАДАЧА ВИБОРУ МЕТРИК ЯКОСТІ ДЛЯ ВИМОГ ДО ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВАМИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯМИ

**Євланов М.В., доц.**

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

**Черепньов І.А., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Визначено характеристики добре сформульованої вимоги як метрики якості вимог до інформаційних систем управління підприємствами та організаціями. Розглянуто проблеми, які пов'язані із суб'єктивністю визначень цих характеристик. Запропоновано концептуальне формулювання задачі вибору характеристик добре сформульованої вимоги як метрик якості ІТ-проекту.*

Метрики якості є одним з важливих результатів процесу планування управління якістю в проектах різного спрямування. Метрики якості описують характерну властивість проекту або продукту, а також те, як в процесі контролю якості здійснюється підтвердження відповідності цій властивості. В якості прикладів метрик якості можна привести: відсоток задач, завершених у встановлені строки; виконання вартості, яке виміряне за допомогою СРІ; число відмов; кількість виявлених дефектів в розрахунку на день; загальний час простоїв в розрахунку на місяць; виявлені помилки в розрахунку на строку тексту програми; бал оцінки задоволеності замовника; відсоток вимог, які охоплені планом тестування в якості вимірювання тестового покриття [1]. Головною особливістю розробки нових метрик якості та вибору підмножини метрик якості, що планується використовувати в конкретному проекті, з множин метрик якості, які встановлюються різними стандартами, є суб'єктивність інструментів виконання цих робіт. До таких інструментів у [1] відносять: експертне оцінювання; методи збирання даних (бенчмаркінг, мозковий штурм, інтерв'ю); методи аналізу даних (порівняльний аналіз витрат та користей, вартість якості); методи прийняття рішень; методи відображення даних (блок-схеми, логічна модель даних, матричні діаграми, побудова асоціативних карт); планування тестування та інспектування; наради. Але використання цих методів дуже сильно залежить від особливостей тих людей, які виступають в ролях експертів, аналітиків та менеджерів, що використовують ці методи у конкретних проектах.

Особливо сильно ця суб'єктивність проявляється у ІТ-проектах, зокрема – у ІТ-проектах створення та модифікації інформаційних систем управління підприємствами та організаціями (інформаційних управляючих систем, ІУС). В таких проектах значна кількість рішень з управління якістю залежить від результатів планування та управління якістю на ранішніх стадіях управління ІТ-проектом, зокрема – у процесах формування та аналізу вимог до системи. Тому

від планування управління якості цими процесами, власне управління та контролю якості цих процесів дуже сильно залежить виконання робіт з управління якістю у наступних стадіях ІТ-проєкту. Слід зазначити, що для ІТ-проєктів створення та модифікації ІУС метрики якості вимог до системи було стандартизовано тільки у 2011 році [2]. Ці метрики у [2] розглядаються як властивості такого артефакту, як «добре сформульована вимога». Добре сформульована вимога визначається у [2] як твердження, яке :

- можна перевірити;
- характеризує можливість, яка надається або вже присутня в системі та яка необхідна для вирішення проблем або досягнення цілей зацікавленої сторони;
- характеризується вимірюваними умовами і обмеженнями;
- визначає реалізацію системи з позиції конкретної зацікавленої сторони або відповідної можливості системи.

Метрики добре сформульованої вимоги поділяються у [2] на дві підмножини: характеристики добре сформульованої вимоги та характеристики усієї множини добре сформульованих вимог. Підмножина характеристик добре сформульованої вимоги складається з таких характеристик [2]:

- необхідність;
- незалежність від реалізації;
- однозначність;
- послідовність;
- повнота;
- одиничність;
- виконуваність;
- трасованість або простежуваність;
- верифікованість.

Підмножина характеристик усієї множини добре сформульованих вимог складається з таких характеристик [2]:

- повнота;
- послідовність;
- доступність;
- обмеженість.

Проблема використання цих характеристик як метрик якості вимог до ІУС полягає в тому, що ці характеристики значною мірою неформалізовані. Тому визначення цих характеристик та фактів їх наявності у кожній конкретній вимозі до системи і у всієї сукупності цих вимог є суб'єктивною роботою, виконання якої дуже сильно залежить від компетенцій аналітика.

Розглянемо проблеми, які виникають внаслідок неформалізованого визначення характеристик добре сформульованої вимоги, на прикладі такої характеристики, як «однозначність». Ця характеристика поєднує в собі такі властивості вимоги до системи, як недвозначність та ясність. Вимога вважається недвозначною, якщо існує лише один шлях інтерпретації цієї вимоги. Вимога вважається ясною, якщо її опис не містить надлишкової інформації, викладений коротко і просто. Але порушення недвозначності вимоги до системи виникає найчастіше або внаслідок неточності описів у формулюванні вимоги, або

внаслідок узагальнень, які виникають в результаті замовчування або небажання роз'яснювати терміни та ситуації, що здаються очевидними. Ліквідація подібних порушень найчастіше здійснюється шляхом збільшення тексту у формулюванні відповідної вимоги, що, у свою чергу, порушує таку властивість, як «ясність». Тому надбання конкретною сформульованою вимогою до системи такої характеристики, як «однозначність», дуже сильно залежить від особистих властивостей аналітика у володінні мовою, якою написано формулювання вимог до системи у IT-проекті.

Для ліквідації суб'єктивності характеристик добре сформульованої вимоги до ІУС як метрик якості IT-проекту пропонується вирішити науково-прикладну задачу вибору підмножини характеристик, значення яких можуть бути визначені наявними чи перспективними інформаційними технологіями та інструментальними засобами, що використовуються в якості інструментів виконання відповідної роботи з управління IT-проектом. Метою вирішення цієї задачі є визначення підмножини стандартних для обраної моделі показників якості вимог, які піддаються машинному аналізу та оцінці. Вирішення цієї науково-прикладної задачі дозволяє сформулювати та вирішити прикладну задачу розробки та реалізації інформаційної технології автоматизації аналізу вимог до системи за умови початкової обмеженості типів цих вимог.

Одним із шляхів вирішення цієї науково-прикладної задачі є ретроспективний аналіз показників якості у IT-проектах різних IT-компаній. Метою цього аналізу є визначення значущості кожної характеристики добре сформульованої вимоги для забезпечення якості IT-проекту та IT-продукту. Виходячи з результатів цього аналізу, пропонується обрати підмножину найбільш значущих характеристик добре сформульованої вимоги та перейти до вибору таких інструментальних засобів, використання яких може забезпечити визначення значень кожної характеристики з цієї підмножини. У тому випадку, якщо наявні інструментальні засоби не можуть забезпечити формування значень окремих характеристик, пропонується розробити відповідний інструментальний засіб аналізу вимог до системи.

Вирішення запропонованої задачі дозволить значно підвищити об'єктивність визначення метрик якості вимог до ІУС та створити типову інформаційну технологію планування та управління якості вимог до системи, яка забезпечить мінімально гарантовану якість формування та аналізу вимог до ІУС.

#### **Список використаних джерел:**

1. Project Management Body of Knowledge: sixth ed. (2017). Newton Square: Project Management Institute, Inc., 726.
2. ISO/IEC/IEEE 29148. System and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering. – Введ. 01.12.2011.

УДК 614.8:628.5

## АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИЧИН ІГНОРУВАННЯ ПРАЦІВНИКАМИ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ОРГАНІВ ДИХАННЯ НА ВИРОБНИЦТВІ

Антощенко Р.В., проф., Черепньов І.А., доц.

Державний біотехнологічний університет

*Визначено, що патології органів дихання є основними професійними захворюваннями на території України. Проаналізовано ступінь небезпеки відмови працівників від використання засобів індивідуального захисту в загальній ієрархії причин виникнення професійних патологій та основні причини цього небезпечного феномену*

Не дивлячись на те, що Міжнародна організація праці протягом більше ста років проводить серйозну роботу з профілактики професійних хвороб, ця проблема не тільки не втратила актуальність, а навпаки стала ще більш гострою. На думку цієї авторитетної організації: праця, вбиває більше людей, ніж війни [1]. У списку професійних хвороб, які найчастіше реєструються на території України, перше місце займають хвороби органів дихання (рис.1) [2].

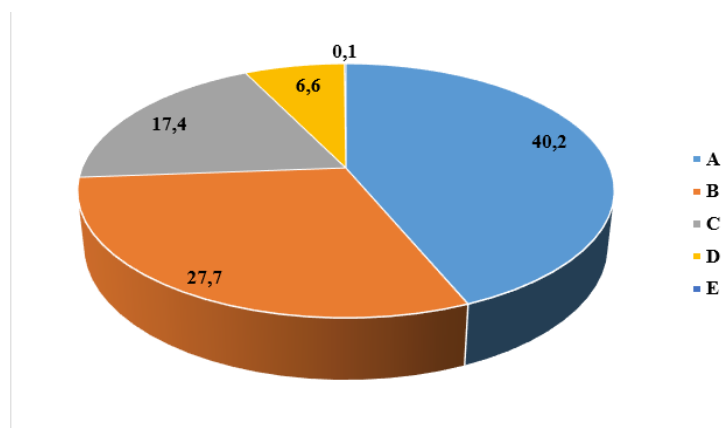


Рисунок 1 – Розподіл професійних хвороб в Україні в %, де: А – хвороби органів дихання, В - захворювання опорно-рухового апарату, С- хвороби слуху, D – вібраційна хвороба, Е – інші

Небезпека хвороб органів дихання полягає і в тому, що вони несуть серйозну загрозу здоров'ю і життю людини і існує досить велика ймовірність летального результату. Крім етичних міркувань, смертельні випадки серед працездатного населення України призводять до серйозних економічних втрат. Так, за даними роботи [3] втрати державного бюджету внаслідок передчасної смерті через захворювання органів дихання, за даними 2015 р. склали 1,2% ВВП, або 24,03 млрд. грн.

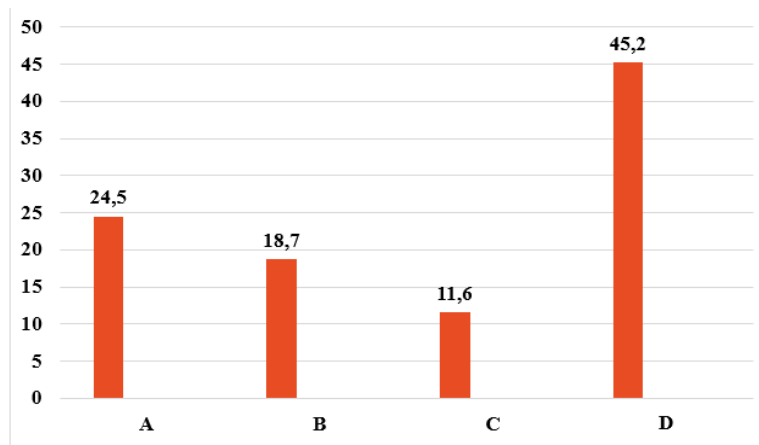


Рисунок 2 – Розподіл причин, внаслідок яких виникали хронічні професійні захворювання на виробництві в Україні в %, де: А- недосконалість технологічного процесу, В – недосконалість механізмів та робочого інструменту, С - невикористання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), D – інші фактори

Аналіз ряду робіт іноземних авторів [4-7], показав що такий фактор, як відмова працівників від використання ЗІЗ досить поширений в різних країнах. На підставі даних представлених в роботі [7] нами побудована діаграма, яка ілюструє основні фактори, які на думку працівників змушують їх відмовитися від використання ЗІЗ (рис.3).

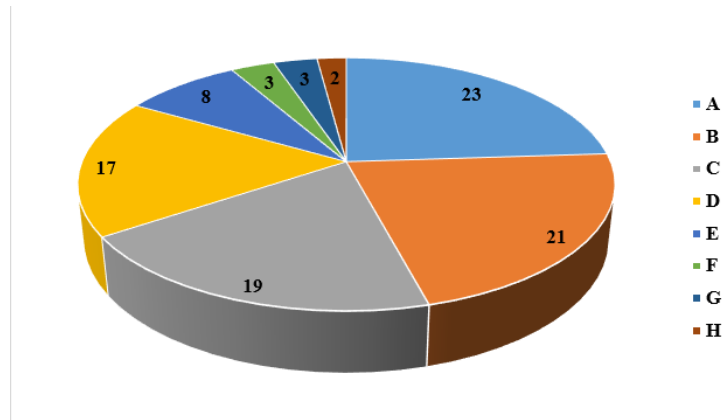


Рисунок 3 – Причини, по яким працівники що задіяні в норвезькій промисловості карбиду кремнію, ферро - і кремнієвих сплавів відмовляються використовувати ЗІЗ органів дихання, де: А - конденсат на стеклах, В - лінзь працівників, С - непотрібність ЗІЗ при виконанні даної роботи, D- проблеми з комунікацією, Е - перегрів і піт, F - алергічні реакції шкіри на ЗІЗ, G - організаційні питання, Н - практичні аспекти

Як видно з цієї діаграми, існує досить великий перелік причин, за якими працівники, які здійснюють свою трудову діяльність на потенційно небезпечному виробництві ігнорують ЗІЗОД. Частина з них може бути усунена шляхом удосконалення ЗІЗ і поліпшення їх ергономічних характеристик. Але деякі з них, носять суто суб'єктивний характер і можуть бути в значній мірі

ліквідовані в процесі навчання і інструктажу з охорони праці, а також при постійному контролі з боку спеціально уповноважених осіб з адміністрації підприємства. Особливо, підвищений контроль необхідний при прийомі на роботу осіб, які не мають належної освіти і кваліфікації [4].

#### Список використаних джерел:

1. Професійне здоров'я. *Центр громадського здоров'я МОЗ України*: веб-сайт. URL: <https://phc.org.ua/kontrol-zakhvoryuvan/neinfekciyni-zakhvoryuvannya/profesiynne-zdorovuua> (дата звернення 21.04. 2023).
2. Аналіз професійних захворювань на виробництві в Україні / А. П. Березовський та ін. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип.3. С. 92-100. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111)-11.
3. Економічні оцінки збитків від передчасної смертності внаслідок захворювань дихальних шляхів / Г.М. Давиденко та ін. *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 2. С. 39-44.
4. Tam V.W.Y., Fung I.W.H. A Study of Knowledge, Awareness, Practice and Recommendations Among Hong Kong Construction Workers on Using Personal Respiratory Protective Equipment at Risk. *The Open Construction and Building Technology Journal*. 2008. № 2. P. 69-81. DOI:10.2174/1874836800802010069.
5. Putri Alam, Erwin Azizi Jayadipraja, Ridwan Adi Surya. The Relationship between Work Duration and the Use of Personal Protective Equipment with Lung Capacity Disorders. *Scholars J Edu Humanit Lit*; Vol-2, Iss-8 -Aug, 2019): 504-508 DOI: 10.36349/easjehl. 2019.v02i08.012
6. Marit Nost Hegseth, Oystein Robertseni, Anna Aminoffi Hans Christian Vangbergi, Solveig F0reland. Reasons for not using respiratory protective equipment and suggested measures to optimize use in the Norwegian silicon carbide, ferro- and silicon-alloy industry. Infacon XV: International Ferro-Alloys Congress, Edited by R.T. Jones & P. den Hoed, Southern African Institute of Mining and Metallurgy, Cape Town, 25-28 February 2018.
7. Irina Guseva Canu, Ségolène Faust, Pierre Canioni, Philippe Collomb, Eric Samson, Dominique Laurier. Attitude towards personal protective equipment in the French nuclear fuel industry. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*. 2013. Vol. 64. P. 285 - 293. DOI: 10.2478/10004-1254-64-2013-2289.



УДК 631.1.65

## ПОЛІПШЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ НА МАСЛОЗАВОДІ

Бондар О.С., Семперович Є.В. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

У харчовій промисловості основною вимогою споживача є безпека харчових продуктів. Найбільшою гарантією безпеки на сьогоднішній день є запровадження системи управління безпекою харчової продукції.

Система аналізу небезпек і критичних точок контролю (НАССР) - система, що дозволяє створити на підприємстві умови для виробництва безпечної продукції шляхом визначення і контролю небезпечних чинників [1, 2]. Основою системи є визначення критичних контрольних точок (ККТ), тобто точок, де найвища ймовірність виникнення потенційної небезпеки.

Технологічний процес виробництва масла в ПАТ «Городищенський маслозавод» включає такі операції: приймання і очищення молока, пастеризацію молока, охолодження, резервування молока, його сепарування, пастеризацію вершків, підготовку вершків до збивання і саме збивання, промивку масляного зерна, фасування, упаковку та зберігання масла.

Проведений аналіз показав, що найбільшу увагу слід приділити контрольній точці «Приймання молока», де спостерігається найбільший розвиток патогенних мікроорганізмів, які становлять велику небезпеку для життя людини. Тому для знищення цих мікроорганізмів необхідно проводити пастеризацію молока.

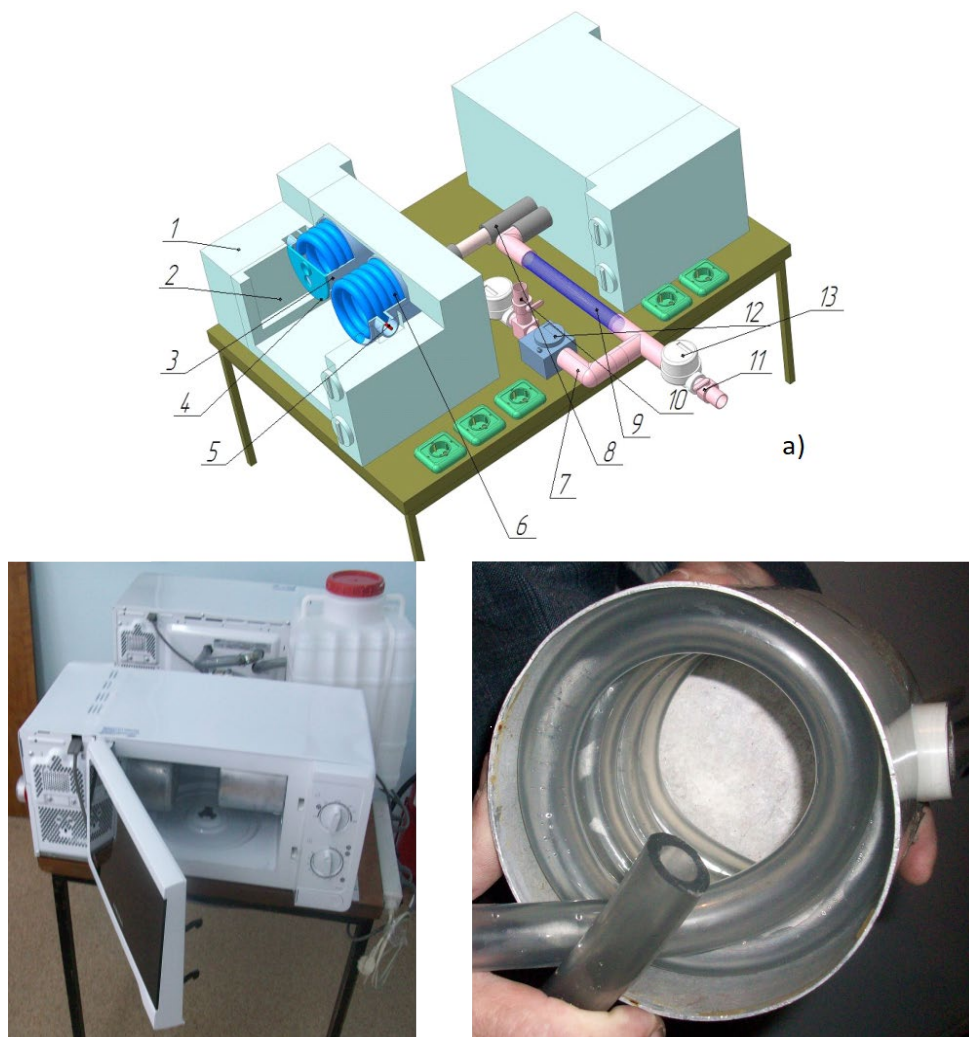
Для визначення того, коли і якими засобами потрібно здійснювати процес пастеризації були проведені дослідження впливу пори року на наявність мікрофлори в молоці-сировині, а також її аналіз за різними групами мікроорганізмів. Серед мікрофлори, яка входить до складу загальної кількості мікроорганізмів найбільше спостерігаються такі різновиди бактерій як молочнокислі, вміст яких влітку досягав десятки мільйонів в 1 см<sup>3</sup>.

Аналіз мікрофлори сирого збірного молока протягом року показав що найбільша кількість мікрофлори складала у літній період (червень, липень, серпень). Вміст мікроорганізмів у сирому молоці в цей період становив в середньому відповідно 51 млн., 38 млн. та 22 млн. клітин у 1 см<sup>3</sup>.

Проведені дослідження впливу різних типів пастеризаторів на мікробне число, а також зміну кількості бактерій в пастеризованому молоці залежно від терміну його зберігання, показали, що жодна з досліджуваних установок не дала потрібних результатів.

Тому для знезараження молока в літній період (червень, липень, серпень), коли вміст мікроорганізмів у сирому молоці надвисокий, для зниження їх до припустимого рівня пропонується використання в якості додаткового надвисокочастотного пастеризатора.

Установка для НВЧ знезараження молока представлена на рис. 1.



б)

в)

а) – просторове зображення установки; б) – реальне виконання установки;

в) – резонатор з радіопрозорим молокопроводом;

1 – блок джерела НВЧ енергії; 2 – загальний екранний корпус, 3 – резонаторна камера, що забезпечує високу напруженість; 4 – кришка резонатора камери; 5 – випромінювач; 6 – гнучкий радіопрозорий молокопровід, покладений в резонаторну камеру; 7 – загальний контур молокопроводу; 8 – екрануюча трубка; 9 – металевий екран; 10 – патрубок для подачі молока, 11 – патрубок для зливу обробленого молока, 12 – перекачувальний насос, 13 – лічильник молока

Рисунок 1 – Установка для НВЧ знезараження молока

Вона складається з двох модулів, кожен з яких має два джерела енергії 1. З бічних сторін загального екранного корпусу 2 розташовані дві циліндричні резонаторні камери малої місткості 3 навпроти випромінювачів 5. У середині кожної камери 3 покладений радіопрозорий молокопровід 6 в вигляді спіралі, які з'єднані між собою і з загальним контуром молокопроводу 7, який містить перекачувальний насос 12, лічильник молока 13. Патрубки для подачі молока 10 і для зливу обробленого молока 11 містять вентиля, що дозволяють регулювати

витрату молока.

Технічна новизна конструктивного виконання установки полягає в тому, що робочі камери виконані у вигляді циліндричних резонаторів для збільшення напруженості електричного поля. Молокопровід розташований спірально, щоб нагрівання молока по перетину було рівномірним.

Знезараження здійснюється наступним чином. Продуктивність НВЧ установки погоджується з продуктивністю технологічної лінії пастеризації молока через додатковий резервуар-накопичувач. Молоко між секціями рекуперації пластинчатої пастеризаційно-охолоджувальної установки, температурою 45°C заливається в резервуар накопичувач, звідки за допомогою насоса перекачується по молокопроводу через чотири резонаторні камери. При цьому перевищення ендогенного нагрівання молока склало 16°C. Далі молоко пастеризували за традиційною схемою в короткочасному режимі. При цьому бактеріальна забрудненість не перевищувала 500 тис. КОЕ/см<sup>3</sup>, що є допустимим для молока 1 проби. Технічна характеристика установки приведена в табл. 1.

Таблиця 1– Технічна характеристика установки для НВЧ знезараження молока

Найменування	Величина
Продуктивність, кг/год	100...240
Швидкість перекачування молока, м/с	0,3...0,6
Тривалість нагрівання молока в одному резонаторі, с	4
Тривалість впливу ЕМПНВЧ за один цикл, с	16
Температура нагріву молока за один цикл, °С	16...18
Швидкість нагріву продукту, °С/с	1,0...1,2
Питома потужність НВЧ генератора, Вт/г	6...10
Споживча потужність НВЧ установки, кВт	4,8
Питомі енергетичні витрати, Вт · год/г	0,02...0,048
Габаритні розміри установки, мм	700x900x800

Використання такої технології пастеризації, окрім виконання основної задачі (зниження вмісту мікроорганізмів до припустимого рівня), дозволяє збільшити термін зберігання молока на 24 години.

#### Список використаних джерел:

1. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги. Введ. 01-07-2003. К.: Держспоживстандарт, 2003. 18 с.
2. ДСТУ ISO 22000:2019 (ISO 22000:2018, IDT). Системи керування безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюзі. Введ 31-10-2019. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 39 с.

УДК 631.1.65

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ «ЗАВОДУ «БЕРЕЗІВСЬКІ МІНЕРАЛЬНІ ВОДИ»

Семперович Т.О., Борисенко С.А. студ., Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

Відкрите акціонерне товариство «Завод «Березівські мінеральні води» розміщений в с. Березівка Дергачівського району Харківської області займається виробництвом і реалізацією мінеральної води та напоїв з підсолоджувачами.

На заводі існує 7 ліній по випуску продукції. Продукція виробляється у вигляді мінеральної води, як газованої так і не газованої, в ємкостях від 0.5 до 10 літрів. Також випускаються газовані напої на підсолоджувачах і цукрі: «Лимонад», «Дюшес», «Апельсин», «Крем-сода» і ін.

Сила і міць будь-якої держави у все більшій мірі визначається конкурентоспроможністю його виробників.

Конкурентоспроможність продукції визначається співвідношенням її якості і ціни, умовами постачання.

В умовах жорсткої конкуренції гарантії якості роблять вирішальний внесок щодо вибору споживачем продукції або послуги тієї чи іншої компанії. Однією з таких гарантій є сертифікат на відповідність стандарту ДСТУ ISO 9001 [1].

ВАТ «Завод «Березівські мінеральні води» вже давно розробив і запровадив системи управління якістю відповідно до вимог цього стандарту.

Метою даної роботи є підвищення конкурентоспроможності ВАТ «Завод «Березівські мінеральні води» за рахунок поліпшення його системи управління якістю.

Проведений аудит СУЯ показав, що елемент 9.3 ДСТУ ISO 9001:2015 «Аналізування системи управління» має таку невідповідність: «Аналізування не охоплює оцінювання можливостей щодо поліпшування та визначення потреби в змінах системи управління якістю, зокрема в політиці та цілях у сфері якості».

Для визначення причин такої невідповідності була побудована діаграма «причина-наслідок», для визначення найбільш вірогідної причини – діаграма Парето. Було виявлено, що найбільш вірогідними причинами є брак інформації для поліпшення системи і відсутність методики «Аналізування СУЯ з боку керівництва». В якості коригувальних дій було розроблено задокументовану методику «Аналізування СУЯ з боку керівництва», де передбачили використання в якості інформації при прийнятті рішення про поліпшення СУЯ результатів проведених маркетингових досліджень.

Згідно ДСТУ ISO 9004:2018 [2] найвище керівництво повинне встановити методи вимірювання показників діяльності організації щоб визначити, чи було досягнуто запланованих цілей. Методи охоплюють:

- вимірювання фінансових показників;
- вимірювання показників процесів на всіх рівнях в організації;
- зовнішні вимірювання.

Інформацію, що є результатом цих вимірювань та оцінювань, слід також

розглядати як вхідні дані аналізування з боку керівництва [3].

Таку інформацію можна отримати, провівши маркетингові дослідження підприємства [4]. Маркетингові дослідження – збір, опрацювання й аналіз інформації та можливостей, розроблення рекомендацій на підставі цих даних.

Вони включали дослідження внутрішнього середовища - складова загального середовища, що характеризує внутрішнє становище в організації. В рамках цих досліджень було розглянуто схему ціноутворення, ринки збуту продукції підприємства, рекламна стратегія організації, зроблено організаційний, кадровий, виробничий, фінансовий зрізи, досліджена організаційна культура підприємства.

Також були проведені дослідження впливу чинників зовнішнього середовища: економічне, політико-правове, науково-технічне і демографічне середовища, в яких існує підприємство.

Поряд з вищевказаними досліджувався також вплив чинників мікросередовища, тобто тих найважливіших чинників, які безпосередньо впливають на завод. Це середовище так само називають середовищем прямої дії. Воно включає постачальників, посередників, клієнтів і конкурентів організації.

З метою визначення сильних і слабких сторін підприємства, можливостей і загроз, що витікають із зовнішнього середовища, а також встановлення зв'язків між ними з метою визначення основи для вироблення стратегії був проведений SWOT аналіз діяльності ВАТ "Завод "Березівські мінеральні води".

Отримана в результаті цього аналізу матриця SWOT дає повне уявлення про місце ВАТ "Завод "Березівські мінеральні води" в конкурентному середовищі. Проведені дослідження дали змогу виробити функціональні стратегії розвитку ВАТ "Завод "Березівські мінеральні води".

Аналізування функціонування системи управління якістю на ВАТ «Завод «Березівські мінеральні води» з боку керівництва здійснюється на запланованих і незапланованих днях якості. В процесі роботи над методикою виникла необхідність перегляду процесної моделі заводу і в неї були внесені зміни, навіть в перелік процесів ВАТ «Завод «Березівські мінеральні води». Змін також зазнала організаційна структура управління.

#### **Список використаних джерел:**

1. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT). Системи управління якістю. Вимоги. – Введ. 01.07.2016. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 32 с.
2. ДСТУ ISO 9004:2018 Управління якістю. Якість організації. Настанови щодо досягнення сталого успіху. К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 51 с.
3. ДСТУ ISO 19011:2019. Настанови щодо проведення аудитів систем управління. – Введ. 18.12.2019. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 40 с.
4. ДСТУ ISO 15161:2004. Настанови щодо застосовування ДСТУ ISO 9001:2001 у виробництві харчових продуктів та напоїв. – Введ. 11.03.2004. – К.: Держстандарт України, 2004. – 39 с.

УДК 631.1.65

## РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕЧНІСТЮ ХАРЧОВОЇ ПРОДУКЦІЇ ЗАТ «БАРВІНКОВЕ-АГРО»

Карталиш К.В., Кісь О.І. студ. Лук'яненко В. М. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

Як найбільш ефективний засіб попередження захворювань, які пов'язані з харчовими продуктами, Комісія Codex Alimentarius схвалила застосування системи НАССР (Аналіз Небезпек і Контроль Критичних Точок).

Використання системи НАССР дозволяє перейти від випробування кінцевого продукту до розробки превентивних методів забезпечення безпеки харчової продукції.

Закрите акціонерне товариство «Барвінкове-Агро» знаходиться в м. Барвінкове, що в 180 км від Харкова.

ЗАТ «Барвінкове-Агро»:

- закупає та приймає на зберігання зернові, олійні та круп'яні культури;
- здійснює їх сушіння, очищення та оздоровлення;
- переробку олійних культур.

Останнім часом, в зв'язку з розвитком науки та технологій в сферах виробництва продовольчої сировини та переробки сільськогосподарської продукції спостерігається поява додаткових чинників, які негативно впливають на безпечність харчової продукції.

З 1 липня 2003 року в Україні введений новий державний стандарт ДСТУ 4161-2003 «Системи управління безпечністю харчових продуктів» [1], що базується на концепції НАССР і який може бути застосований як для впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на ЗАТ «Барвінкове-Агро», так і для її сертифікації.

Впровадження такої системи дасть ЗАТ «Барвінкове-Агро»:

- підвищити довіру споживачів до продукції, що випускається;
- допоможе завоювати нові й розширити існуючі ринки збуту продукції;
- дозволить вдало конкурувати на ринку;
- дасть переваги у тендерах;
- привернути на підприємство інвесторів (можливо і закордонних), які більш охоче йдуть на капіталовкладення, якщо така система діє на підприємстві;
- підтримає репутацію виробника якісного й безпечного продукту;
- знизить фінансові витрати, пов'язані з випуском неякісної продукції;
- забезпечить стабільну якість, від якої залежить імідж компанії.

Система управління безпечністю харчових продуктів базується на семи принципах:

- проведення аналізу небезпечних чинників на всіх стадіях життєвого циклу;
- визначення критичних точок контролю;

- визначення критичних меж для кожної контрольної точки, яких слід дотримуватись, щоб бути впевненим, що точка перебуває під контролем;
- розроблення системи моніторингу контрольних точок;
- розроблення та застосування коригувальних дій у разі, якщо результати моніторингу свідчать про відхилення від встановлених критичних меж;
- розроблення процедур перевірки, яка дає змогу упевнитися в ефективності функціонування системи;
- документування процедур і реєстрування даних, необхідних для функціонування системи.

Розроблена процесна модель ЗАТ «Барвінкове-Агро» включає чотири групи процесів:

- процеси управлінських дій – аналізування і планування СУБХП з боку керівництва, розподілення відповідальності та формулювання політики в сфері якості;
- процеси управління людськими ресурсами, фінансами та інфраструктурою;
- процеси випуску продукції – прийняття сировини, вхідного контролю сировини, сушки, очистки, зберігання сировини, відвантаження сировини, контролю якості під час кожного процесу;
- процеси поліпшення, вимірювання та моніторингу – управління невідповідною продукцією, аналізування даних, внутрішній аудит (перевірка), коригувальні дії, запобіжні дії та постійне поліпшення.

Схема технологічного контролю подана як розширена технологічна схема руху сировини на підприємстві. На цій схемі вказані 5 критичних точок контролю щодо можливого виникнення невідповідностей позначених на схемі як «КТК» (рис.1).

Досвід роботи підприємства показав, що вихідний насінневий матеріал в деяких випадках може містити домішки, які є небезпечними для здоров'я при подальшій його переробці. Так, наприклад, наявність склероцій білої гнилі в насінні ріпаку.

В даному випадку сучасні технологічні схеми очистки не можуть задовольнити вимоги стандарту щодо вмісту склероцій, тому необхідно було знайти технічний засіб, використання якого дозволило б виділити склероції білої гнилі з насіння ріпаку.

З цією метою були проведені дослідження таких фізико-механічних властивостей насіння ріпаку і склероцій білої гнилі:

- геометричні розміри (довжина, ширина, товщина);
- аеродинамічні властивості;
- коефіцієнти відновлення швидкості при ударі;
- коефіцієнти тертя;
- питома вага;
- граничні кути підйому по вібраційній неперфорованій поверхні.

За результатами дослідження були побудовані варіаційні криві, аналіз яких показав, що найменше перекриття кривих має місце за граничним кутом підйому

по неперфорованій вібраційній поверхні і дозволив запропонувати в якості засобу для розділення насіння ріпаку і склероцій білої гнилі – вібраційну насіннеочисну машину, ознакою розділення якої і є граничний кут підйому.

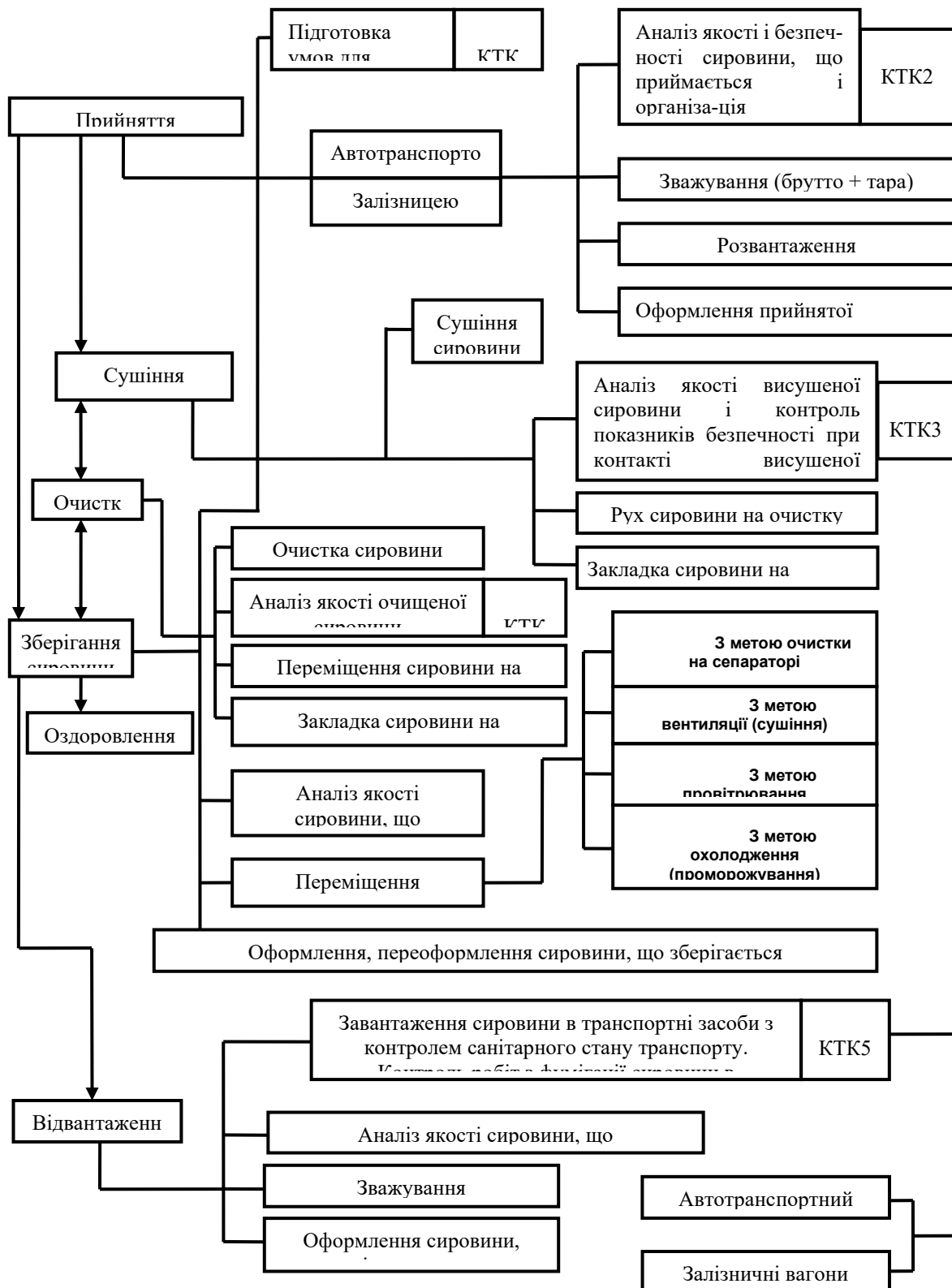


Рисунок 1 – Схема технологічного процесу контролю якості та безпеки сировини

В зв'язку з цим було запропоновано введення в традиційну технологічну схему очистки на кінцевій її стадії вібраційну насіннеочишувальну машину.



Також було розроблено методику контролю якості процесу очищення насіння, блок-схема якою наведена на рисунку 2.

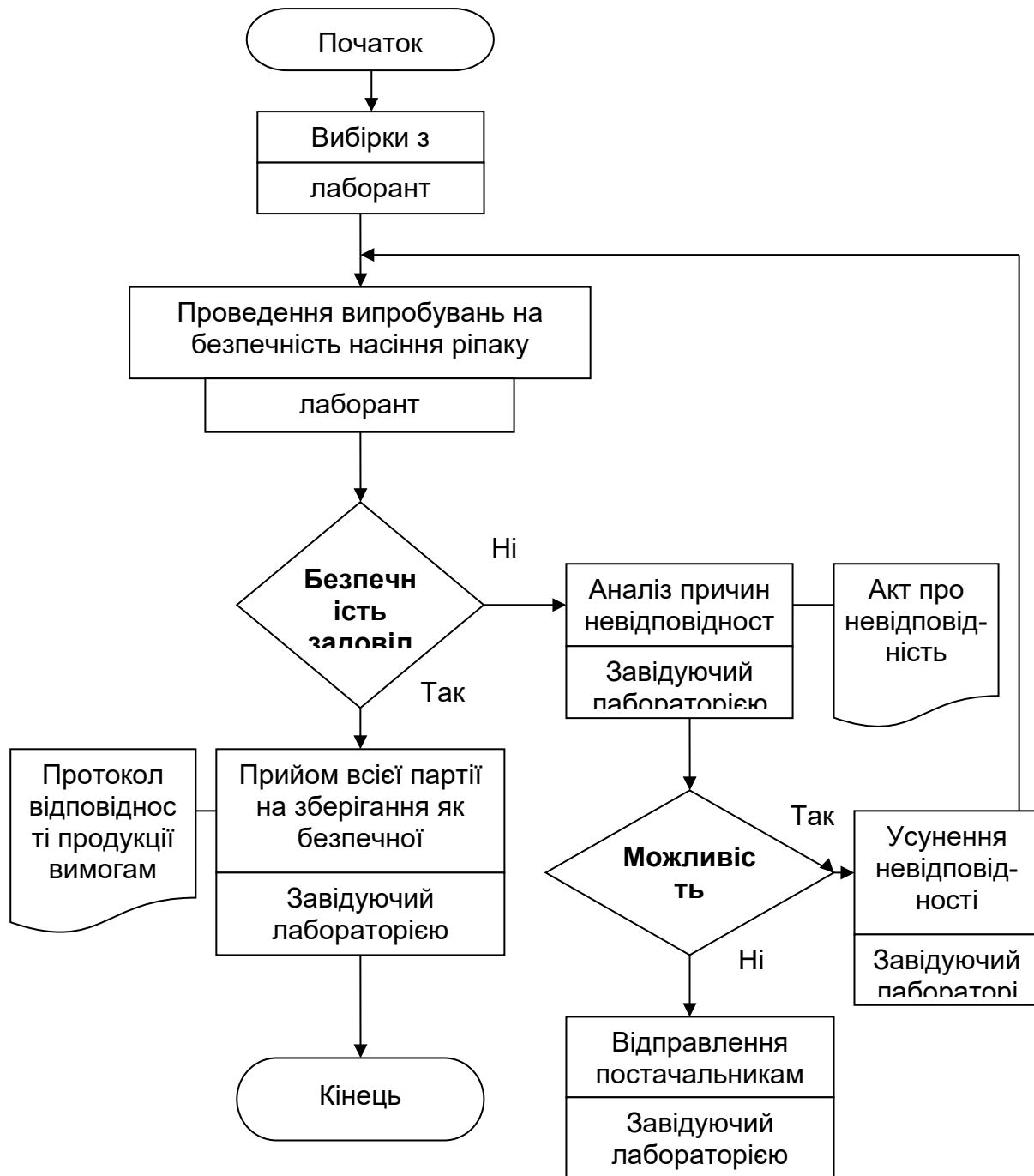


Рисунок 2 – Блок-схема процесу контролю якості очистки насіння

#### Список використаних джерел:

1. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпекою харчових продуктів. Вимоги [Текст]. - Введ. 01-07-2003. – К.: Держспоживстандарт, 2003. - 18 с.

УДК 378.147

## РОБОТИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ: ТЕНДЕНЦІ ТА РОЗВИТОК

Никифоров А. О. ст. викл., Кісь О. В. студ.

*Державний біотехнологічний університет*

Глобальна тенденція розвитку ринку роботів – створення різних наземних та аероботів, обладнаних високоточними датчиками, покращеними робочими інструментами, системою прийняття рішень та контролю для автономного виконання сільськогосподарських завдань [1].

Розвиток точного землеробства обумовлено бажанням моніторити та керувати тим, що відбувається у навколишньому середовищі – у ґрунті, воді та живих організмах.

Загалом роботи поділяються на дві великі групи:

- ті, що виконують специфічні завдання у конкретній галузі;
- ті, які можуть виконувати кілька завдань у різних галузях.

Загальна проблема роботизації – непристосованість до умов навколишнього середовища: бруду, дощу, туману, високих чи низьких температур.

Навігація та автопілоти вже загальноновизнані технології. GPS або оптичні, акустичні або радіомаяки використовують майже повсюдно для автоматичного визначення розташування тракторів та комбайнів. Крім того, датчики використовують для виявлення перешкод і небезпек.

За прогнозами IDTechEx загалом ринок тракторів з елементами автоматизації досягне \$27 млрд, а в 2028 році продаж тракторів з автопілотами досягне 700 тис. одиниць, до 2038 року буде продано близько 40 тис. повністю безпілотних тракторів.

Один із перспективних напрямів розвитку – гармонійний пошук для планування складних траєкторій маршрутів аероботів.

Розвиток цього сегменту трохи затримає проблеми регулювання на законодавчому рівні, а також висока вартість високотехнологічних датчиків та недовіра до інновацій серед фермерів [2].

Роботи-маніпулятори створені для збирання врожаю. Вже були проведені випробування зі збиранням малини, полуниці, грибів, солодкого перцю, томатів, а для броколі були розроблені спеціальні роботизовані ріжучі інструменти.

Роботи-збирачі повинні бути оснащені системою бачення для розпізнавання плода, а ще мають бути швидка реакція для скорочення часу збору.

Один із перспективних напрямів розвитку у цій галузі – концепція м'яких роботів. Наразі розробляються нові прототипи рук із еластичних тканин, які можуть легко адаптуватися під форму фрукта.

Згідно з європейськими дослідженнями, до 2025 року роботи доїтимуть близько 50% європейських стад, а ринок доїльних установок оцінюється в \$1,6 млрд.

На фермах роботи виконуватимуть такі завдання:

- збирання відходів у стійлах;
- моніторинг здоров'я тварин;
- автоматизація доїння;
- подача кормів.

Роботичні системи орієнтовані на здоров'я окремої тварини, що допоможе підвищити конверсію корму на кг м'яса, а також харчову безпеку споживача.

Постійний моніторинг стану дозволить забезпечити максимальний можливий комфорт для підвищення продуктивності та надання своєчасної допомоги хворій тварині.

М'ясне виробництво зіткнулося з проблемою нестачі кваліфікованої робочої сили для обробки м'яса. Компанії працюють у напрямку колаборації роботів та робітників для підвищення продуктивності та безпеки виробництва.

Також роботи можуть бути задіяні в маркуванні та відстеження продукції через усю мережу поставок. Сфери застосування робототехніки в харчових постачаннях:

- безпеку продукції, людей та ресурсів;
- автоматизація доставки з поля на пакувальний пункт та склад;
- колаборація працівників та роботів;
- аналіз фотографій та даних датчиків;
- довгострокова автономність, стійка до збоїв, цілодобової системи.

Найдинамічніші тенденції розвитку робототехніки в найближчому майбутньому:

- створення компактних чи м'яких роботів для виконання конкретних завдань;
- інтеграція та аналіз високоточних польових даних;
- спостереження та контроль за зростанням продукції та її природним чи штучним середовищем вирощування.

### **Список використаних джерел:**

1. Яглінський В. П., Іоргачев Д. В. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва. – Одеса: АстроПрінт, 2004. – 234 с..

2. Антощенко Р. В. Електронні та процесорні системи керування. Методичні вказівки для вивчення дисциплін «Аналіз та синтез мехатронних систем», «Мехатроніка» та «Мехатроніка АПВ» для студентів вищих навчальних закладів спеціальностей 208 – Агроінженерія, 133 – Галузеве машинобудування / Р. В. Антощенко, В. М. Антощенко – Х.: ХНТУСГ, 2020. – 23 с.

УДК 658.56

## ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТУ, ЩО ВІДПОВІДАЮТЬ МІЖНАРОДНИМ СТАНДАРТАМ

Никифоров А. О. ст. викл., Вернигора В. С. студ.

*Державний біотехнологічний університет*

Змінювані умови зовнішнього середовища, наявність обмежень за всіма видами ресурсів ставлять завдання підвищення якості продукції підприємств, що працюють в електронній промисловості. Виникає необхідність істотного скорочення вартості виробленої продукції, зниження операційних витрат, забезпечення заданого рівня надійності, підвищення результативності діяльності за одночасного задоволення вимог усіх зацікавлених сторін (акціонерів, акціонерів, акціонерів). вимог усіх зацікавлених сторін (акціонерів, регулятора, споживачів, органів державної влади тощо). Наразі стосовно стосовно практично всіх основних функціональних напрямів діяльності та сфер управління організацією розроблено міжнародні стандарти відповідних систем менеджменту. Найбільш широке поширення набули стандартизовані підходи до створення систем менеджменту якості, екологічного менеджменту, професійної безпеки та охорони праці, на відповідність яким організації можуть сертифікуватися [1].

До числа переваг, які можуть бути отримані від інтеграції систем менеджменту відносять такі [2]:

- комплексне планування розвитку організації з урахуванням вимог зацікавлених сторін: акціонерів, інвесторів, споживачів, персоналу, суспільства тощо;
- поліпшені взаємини із зацікавленими сторонами та зростання ділової репутації;
- зменшення конфлікту між системами, насамперед щодо ресурсів, а також більш ефективний їх розподіл на основі аналізу ефективності, витрат і ризику запланованих заходів;
- застосування єдиного підходу до управління різними напрямками діяльності компанії, що розглядаються в рамках інтегрованої системи менеджменту та пов'язаними з ними ризиками;
- використання перспективних можливостей поліпшення;
- підвищення якості інформації для прийняття рішень;
- економія ресурсів, зокрема внаслідок зниження витрат на впровадження, сертифікацію та підтримку інтегрованої системи менеджменту порівняно із впровадженням декількох систем менеджменту;
- скорочення кількості процедур і процесів порівняно з їх загальною кількістю при створенні окремих систем менеджменту;
- зменшення дублювання та бюрократії;
- скорочення кількості перевірок і підвищення їх результативності;
- підвищення результативності та ефективності в результаті комплексних заходів з управління процесами;

– мінімізація міжфункціональних бар'єрів і роз'єднаності персоналу в організації, що виникають під час розроблення окремих систем менеджменту та спрямованість на забезпечення цілей електроенергетичної компанії.

Слід підкреслити, що інтеграція систем менеджменту здійснюється насамперед для отримання переваг відповідно до потреб організації, щодо оптимізації її внутрішнього середовища, які мають бути організовані щодо оптимізації її внутрішнього середовища.

На сьогоднішній день єдиної загальновизнаної моделі інтегрованої системи менеджменту, так само як і єдиного підходу до інтеграції систем менеджменту не вироблено. Не розроблено також стандарт міжнародної організації зі стандартизації (ISO), що встановлює вимоги до інтегрованої системи менеджменту. Найбільшу популярність і поширення щодо інтеграції систем менеджменту до теперішнього часу набули такі документи як:

– PAS 99:2006 "Специфікація загальних вимог до систем менеджменту як основи для інтеграції" [2];

– AS/NZS 4581:1999 "Інтегровані системи менеджменту – керівництво для бізнесу, урядових і громадських організацій" [3].

Загалом сенс створення інтегрованої системи менеджменту полягає як мінімум у забезпеченні цілеспрямованої діяльності та несуперечності прийнятих рішень та встановлених цілей для окремих систем менеджменту, а також уникнення дублювання дій, відповідальності, реєстрації даних та ін., Поліпшення обміну інформацією між співробітниками, підрозділами та із зацікавленими сторонами, включаючи контрагентів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Нанка О. В. Загальне управління якістю / О. В. Антощенко, Р. В. Антощенко, В. М. Кісь, І. О. Листопад, Н. І. Моїсєєва, І. В. Галич, А. О. Никифоров // Загальне управління якістю: підручник. – Харків: КП «Міська друкарня», 2019. –204 с.

2. PAS 99:2006 «Specification of common management system requirements as a framework for integration».

3. AS/NZS 4581:1999 Інтегровані системи менеджменту – керівництво для бізнесу, урядових і громадських організацій.

УДК 664.1:681.5: 519.71

## ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИПАРЮВАННЯ У ВИПАРНІЙ УСТАНОВЦІ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ

Ляшенко С.О., проф., Лещенко Є.А., Кісь О.В., магістранти

*Державний біотехнологічний університет*

*Цукрове виробництво є складним енерговитратним комплексом. Визначення параметрів та основних показників виробничого процесу випарювання у випарній установці – важлива складова ефективності цукрового виробництва.*

**Вступ.** Одним з найважливіших напрямків розвитку у переробній галузі сільськогосподарського виробництва є цукрове виробництво. Важливою складовою цієї галузі є отримання якісної конкурентоспроможної продукції. Сучасне високоефективне цукрове виробництво характеризується такими показниками як якість продукції, енергоефективність, собівартість. Сучасний цукровий завод є високоефективним та складним енергозатратним об'єктом, що складається з значної кількості виробничих ділянок [1, 2].

**Аналіз проблеми.** Аналізуючи вимоги до виробництва цукру за кордоном та в Україні, необхідно відмітити, що цукрова продукція в Україні не відповідає закордонним вимогам якості. Основним етапом при переробці соку, є процес випарювання соку. При цьому, показники якості за кордоном оцінюються такими показниками як кольоровість, СР, мутність, зольність, РН та інші. Проаналізувавши різноманітні конструктивні особливості багатокорпусної випарної установки (БВУ) та теплові режими роботи випарного відділення можна відмітити, що на стабільність роботи значний вплив здійснюють: дотримання розрахункових теплових режимів роботи БВУ, час випарювання, якість соку, температура соку та пари, а також інші показники [2, 3].

Дотримання і контроль цих показників, які дають можливість отримати якісну продукцію - сироп у випарному відділенні, здійснюється за допомогою АСУТП. Виходячи з аналізу питань щодо введення додаткових якісних показників технологічного процесу в математичне забезпечення АСУТП, можна відмітити, що основні зусилля необхідно скеровувати на розробку ефективних моделей, алгоритмів та критеріїв, що характеризують ТП випарювання. У математичному забезпеченні необхідно використовувати значення додаткових якісних показників, які можна відображати у вигляді оптимізаційних моделей технологічного процесу випарювання [2, 3, 4].

**Мета та завдання дослідження.** Метою дослідження є визначення якісних показників дифузійного соку і показників енергоефективності у БВУ цукрового заводу. Для досягнення мети вирішувались наступні задачі: обґрунтування застосування сучасних підходів, побудованих на принципах впровадження енергоефективних технологій і визначення критеріїв ефективності відповідних показників для технологічного процесу випарювання у БВУ.

Основою розрахунків оптимізаційного процесу випарювання соку є використання рівняння матеріального балансу розчину, що має вигляд [2]

$$G_{\text{п}} = G_{\text{к}} + W, \quad (1)$$

де  $G_{\text{п}}$ ,  $G_{\text{к}}$  – продуктивність по початковому по кінцевому розчинах, кг/год;  $W$  – загальна кількість випареної води, кг/год.

Використовуючи показник ( $K$ ), який впродовж випарювання змінюється разом зі зміною балансу розчину, ми можемо рівняння (1) твердої речовини можна відобразити у вигляді:

$$G_{\text{п}}K_{\text{п}} = G_{\text{к}}K_{\text{к}}, \quad (2)$$

де  $K_{\text{п}}$ ,  $K_{\text{к}}$  – початкове та кінцеве значення кольоровості розчину, що випарюється, од. ICUMSA [2, 3, 4].

Скориставшись формулами (1) та (2), визначимо загальну кількість води ( $W_3$ ), що випаровується при кольоровості, яку необхідно мати для отримання якісного продукту:

$$W_3 = G_{\text{п}} \left(1 - \frac{K_{\text{п}}}{K_{\text{к}}}\right). \quad (3)$$

Визначивши залежність кольоровості та концентрації розчину від випареної води для регулювання кольоровості розчину з рівняння (3) можна визначити значення якості продукції, яке буде мати вигляд:

$$K_{\text{к}} = \frac{K_{\text{п}} \cdot v}{1 - \frac{W_3 \cdot s}{G_{\text{п}}}}, \quad (4)$$

де  $v$  - емпіричний коефіцієнт оптичної густини розчину (0,2-0,8);  $s$  - показник випареної води [4].

Відображення диференціалу через кольоровість у формулі (4) дає можливість більш точно показати чутливість до різного виду збурень при випарюванні, і відображує вплив теплового режиму роботи БВУ на кольоровість. Чутливість змін кольоровості розчину до змін теплових процесів, що виникають при випарювання складає 1-1,5% [4].

**Висновок.** Обґрунтовано, у відповідності з вимогами, застосування якісного критерія ефективності роботи БВУ - кольоровості, який можна використовувати у розрахунку визначення теплового режиму випарювання соку у БВУ цукрового заводу.

#### Список використаних джерел:

1. Галацан Л.А. Робота цукрових заводів України при переробці цукрових буряків урожаю 2018 року // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції цукровиків України — Перспективи розвитку цукрової промисловості України. – К.: НУХТ, 2019. С.18–30.
2. Штангеев К. О. Випарні установки та теплові схеми цукрових заводів. – Київ, 2015. – 57 с.
3. ПУП 15.83-37-106:2007. Правила ведення технологічного процесу виробництва цукру із цукрових буряків. Київ, 2007. 432 с.
4. Liashenko S., Fesenko A., Liashenko O., KisV., Turuta O. Improvement of Mathematical Support and Implementation of Modern Criteria of Juice Quality in the Automated Process Control Systems at the Sugar Mill Evaporation Station. International Journal of Emerging Trends in Engineering Research, 2020. том 8, № 5. С. 2683-2690.

УДК 658.56

## УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ В АГРАРНІЙ СФЕРІ

Галич І.В. к.т.н., доц., Немикін А.В., Радченя С.І. студенти

*Державний біотехнологічний університет*

Значення управління якістю в аграрній сфері полягає в забезпеченні конкурентоспроможності агрофірми на ринку, забезпеченні безпеки продукції для споживачів та стабільності бізнес-процесів. Управління якістю в аграрному секторі включає в себе ряд факторів, зокрема:

**Високі стандарти якості продукції:** Відповідність продукції міжнародним та національним стандартам якості та безпеки, а також вимогам законодавства, сприяє здобуттю довіри споживачів та розширенню ринків збуту.

**Покращення продуктивності:** Управління якістю допомагає агрофірмам оптимізувати виробничі процеси, зменшити відходи та забезпечити ефективне використання ресурсів, що призводить до зростання продуктивності та прибутковості.

**Забезпечення безпеки продукції:** Відповідність продукції вимогам щодо безпеки їжі та здоров'я споживачів є одним з основних факторів успіху агрофірми на ринку. Управління якістю сприяє виявленню та усуненню потенційних ризиків щодо безпеки продукції на всіх етапах виробництва.

**Відповідальність перед стейкхолдерами:** Управління якістю в аграрній сфері передбачає взаємодію зі стейкхолдерами, такими як споживачі, інвестори, регуляторні органи та постачальники. Відповідність вимогам стейкхолдерів стосовно якості продукції, етичності виробництва та екологічної стійкості впливає на репутацію та стабільність агрофірми на ринку.

**Стале поліпшення:** Управління якістю передбачає постійний аналіз та оцінку якості продукції та виробничих процесів з метою виявлення слабких місць та можливостей для покращення. Систематичне поліпшення виробництва та якості продукції сприяє забезпеченню довгострокової конкурентоспроможності агрофірми.

**Створення культури якості:** Успішне управління якістю вимагає від агрофірми розвитку культури якості, що передбачає освіту та підготовку персоналу, постійне вдосконалення виробничих процесів, увагу до вимог споживачів та дотримання високих стандартів у всіх аспектах діяльності.

**Ризикове управління:** Управління якістю в аграрній сфері передбачає визначення, аналіз та управління ризиками, пов'язаними з якістю продукції. Це допомагає агрофірмам своєчасно виявляти та усувати можливі проблеми, що можуть негативно вплинути на якість продукції та задоволеність споживачів.

Отже, управління якістю в аграрній сфері має важливе значення для агрофірм, оскільки воно сприяє підвищенню конкурентоспроможності, забезпеченню безпеки продукції, покращенню продуктивності, створенню культури якості та ризиковому управлінню, що в кінцевому результаті позитивно впливає на репутацію агрофірми та її фінансові показники.



УДК 658.56

## ЯКІСТЬ В АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Вусик А.А., Майстренко А.О. студенти, Галич І.В. к.т.н. доц.

*Державний біотехнологічний університет*

Якість в агроінженерії відіграє важливу роль, оскільки вона впливає на ефективність виробництва, забезпечення екологічної стійкості, безпеку продукції та задоволення потреб споживачів. Агроінженерія стосується дослідження, розробки та впровадження технологій та інновацій у сільському господарстві. Якість в агроінженерії передбачає:

**Ефективність технологій:** Розробка та впровадження ефективних, енергозберігаючих та ресурсозберігаючих технологій, які допомагають оптимізувати виробничі процеси та підвищити продуктивність сільськогосподарських підприємств.

**Безпека продукції:** Використання передових технологій та інноваційних рішень для забезпечення безпеки продукції, відповідності її вимогам щодо якості та безпеки харчування, а також для попередження негативних впливів на здоров'я споживачів та довкілля.

**Продуктивність та економічна ефективність:** Розробка та впровадження високопродуктивних сортів рослин та порід тварин, а також оптимізація сільськогосподарських процесів з метою зниження витрат на виробництво та підвищення економічної ефективності аграрних підприємств.

**Інтеграція та автоматизація:** Впровадження інтегрованих систем управління сільськогосподарськими процесами та автоматизації виробничих та управлінських процесів для підвищення ефективності роботи, забезпечення якості продукції та зниження помилок.

**Розвиток сільськогосподарських інновацій:** Стимулювання досліджень та розвитку в агроінженерії, сприяння партнерству між науковцями, аграрними підприємствами та державними органами для створення інноваційних продуктів, технологій та послуг, які підвищують якість аграрного сектора.

**Освіта та підготовка кадрів:** Забезпечення високої якості освіти та підготовки спеціалістів у галузі агроінженерії, що володіють знаннями та навичками, необхідними для розробки та впровадження інноваційних технологій та підходів в аграрному секторі.

Отже, якість в агроінженерії стосується ряду аспектів. Всі ці аспекти взаємопов'язані та взаємозалежні, і разом вони сприяють створенню стабільного, конкурентоспроможного та сталого аграрного сектору.

Забезпечення якості в агроінженерії дозволяє аграрним підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність на ринку, відповідати вимогам споживачів та законодавства, забезпечити екологічну стійкість та біорізноманіття, а також забезпечити стабільність виробництва та стійкість до зовнішніх впливів.

## УДК 629.7

### МЕХАТРОННА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ҐРУНТУ

**Харужев Г.В., Малько В.В. студенти, Галич І.В. к.т.н. доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

Мехатронна система контролю якості обробки ґрунту - це інтегрована система, що включає механічні, електронні та програмні компоненти для моніторингу, аналізу та управління процесом обробки ґрунту в реальному часі. Такі системи допомагають агрофірмам покращувати ефективність обробки ґрунту, зменшувати витрати на паливо та ресурси, а також підвищувати продуктивність та якість сільськогосподарської продукції.

Основні компоненти мехатронної системи контролю якості обробки ґрунту можуть включати:

1. Датчики: Використання різних датчиків для вимірювання параметрів, таких як глибина обробки ґрунту, швидкість руху трактора, вологість ґрунту, температура, тиск на ґрунт, рівень компактності ґрунту та інше.

2. Процесори та контролери: Збір, обробка та аналіз даних від датчиків та визначення оптимальних параметрів обробки ґрунту на основі встановлених критеріїв якості.

3. Актуатори: Застосування електронних або гідравлічних приводів для регулювання механічних компонентів обладнання, таких як глибина робочих органів, швидкість руху, тиск на ґрунт тощо, відповідно до отриманих сигналів від контролерів.

4. Навігаційна система: Використання GPS або інших систем навігації для точного визначення місцезнаходження трактора та обладнання, а також для планування оптимального маршруту роботи на полі.

5. Програмне забезпечення: Розробка спеціалізованого програмного забезпечення для управління мехатронною системою, обробки даних, візуалізації результатів та налаштування параметрів системи відповідно до потреб користувача.

6. Зв'язок з базою даних: Інтеграція системи з базою даних агрофірми для зберігання, обробки та аналізу історичних даних про обробку ґрунту, що дозволяє враховувати попередній досвід та виробничі умови при прийнятті рішень.

7. Зв'язок з іншими системами: Інтеграція мехатронної системи контролю якості обробки ґрунту з іншими системами агрофірми, такими як системи збору та аналізу даних про врожайність, системи управління зрошенням та інше, для комплексного управління виробничим процесом.

Впровадження мехатронної системи контролю якості обробки ґрунту дозволяє агрофірмам оптимізувати процес обробки ґрунту, забезпечити більш стабільні та ефективні результати, знизити вплив на навколишнє середовище та забезпечити відповідність сільськогосподарської продукції вимогам міжнародних та національних стандартів якості.

УДК 662.63

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ АПВ

**Фабричнікова І.А. к.т.н., доц., Кравченко М.І., Українець Д.Б.**

*Державний біотехнологічний університет*

Якість сільськогосподарської продукції залежить від багатьох факторів, і її можна оцінити за такими характеристиками, як поживна цінність, смак, аромат, колір, форма та текстура. Для забезпечення високої якості продукції необхідно вести якісне вирощування, збір та зберігання, обробку та переробку.

Якість продукції АПВ можна визначати різними методами, залежно від конкретного типу продукції та характеристик, які необхідно визначити. Деякі з найпоширеніших методів визначення якості сільськогосподарської продукції включають [1]:

**Хімічний аналіз:** Хімічний аналіз може використовуватися для визначення поживної цінності продуктів, таких як білок, жир, вуглеводи, вітаміни та мінеральні речовини. Також можна визначати рівень шкідливих речовин, таких як пестициди, гербіциди та важкі метали.

**Сенсорна оцінка:** Сенсорна оцінка проводиться за допомогою людських сенсорів, які оцінюють вигляд, смак, аромат та текстуру продукту. Цей метод дозволяє визначити, наскільки прийнятним є продукт для споживачів.

**Фізичний аналіз:** Фізичний аналіз використовується для визначення розміру, форми, кольору та текстури продукту. Наприклад, діаметр та маса фруктів та овочів може бути виміряні, щоб визначити їх рівномірність.

**Мікробіологічний аналіз:** Мікробіологічний аналіз використовується для визначення наявності та кількості бактерій, грибів та інших мікроорганізмів у продукті.

**Аналіз на наявність залишків пестицидів та інших шкідливих речовин:** Цей аналіз використовується для визначення наявності залишків пестицидів та інших шкідливих речовин в продукті. Він може бути важливим для забезпечення безпеки харчових продуктів та забезпечення відповідності законодавству щодо максимально допустимих рівнів таких речовин у продуктах харчування.

**Газова хроматографія:** Газова хроматографія використовується для визначення складу та концентрації специфічних сполук у продукті, таких як вуглеводи, жири, амінокислоти та інші.

**Спектрофотометрія:** Спектрофотометрія використовується для визначення концентрації специфічних сполук у продукті шляхом вимірювання абсорбції світла у певному діапазоні хвиль.

**Перегляд виробничого процесу:** Цей метод включає перегляд виробничого процесу для забезпечення дотримання вимог щодо якості продукту. Наприклад, перегляд умов вирощування рослин, умов зберігання та обробки може допомогти виявити можливі проблеми з якістю продукту.

Використання конкретного методу визначення якості сільськогосподарської продукції залежить від характеристик, які необхідно визначити, та мети, для якої проводиться аналіз. Зазвичай, кілька методів

використовуються в поєднанні для отримання повної картини про якість продукту.

Визначення якості продукції АПВ проводиться зазвичай в спеціалізованих лабораторіях, що виконують різноманітні методи дослідження. Щодо конкретного процесу визначення, то він може включати наступні етапи:

1) Збір зразків продукту: Збір зразків може проводитися випадковим чином з магазинів або фермерських ринків або з певних джерел, які мають високу репутацію.

2) Підготовка зразків для досліджень: Підготовка зразків включає очищення, нарізання, мелювання, просіювання та інші операції, які забезпечують однорідність та представництво зразка.

3) Виконання методів аналізу: Після підготовки зразка проводяться необхідні методи аналізу, які були обрані для визначення характеристик продукту. Наприклад, для визначення поживної цінності можуть застосовуватися хімічний аналіз або спектрофотометрія, для визначення смаку та аромату може застосовуватися сенсорна оцінка.

4) Обробка результатів: Після отримання результатів аналізу проводиться їх обробка, включаючи розрахунок середнього значення та стандартного відхилення.

5) Висновки та рекомендації: На основі отриманих результатів складаються висновки та рекомендації щодо якості продукту, а також можуть надаватися рекомендації щодо покращення якості продукту.

Результати повинні бути документовані та збережені у відповідних звітах та протоколах. Це допоможе не тільки забезпечити високу якість продукту, але й використовувати цю інформацію для удосконалення виробничих процесів та покращення якості продукту в майбутньому [3].

Таким чином, для забезпечення надійності та достовірності результатів вимірювань важливо дотримуватися принципів контролю якості. Це може включати регулярне калібрування обладнання, контроль якості реагентів та матеріалів, тестування на відповідність стандартам та взяття зразків для перевірки внутрішньої та зовнішньої точності.

#### **Список використаних джерел:**

1. Нанка О.В., Антощенко Р.В., Кісь В.М., Листопад І.О., Моїсєєва Н.І., Галич І. В., Никифоров, А.О. Загальне управління якістю: підручник. Харків: ХНТУСГ, 2019. 205 с.

2. Стандартизація та сертифікація сільськогосподарської продукції. Конспект лекцій. // І.А. Фабричнікова, ХНТУСГ ім. П. Василенка. Харків: 2017. 160 с.

3. До питання оцінювання ефективності систем менеджменту якості. / Галич І.В., Гудзенко К.О. // *Матеріали МНПК студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія»*. Україна, Харків: ХНТУСГ, 28-29 травня 2020. С. 220-221.

УДК

## ЗАГАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ. ЕТАПИ ВПРОВАДЖЕННЯ

**Кісь В.М. к.т.н., доц., Ладний В.Ю., Коваленко В.В.**

*Державний біотехнологічний університет*

Загальне управління якістю (ЗУЯ) – це систематичний та стратегічний підхід до керування організацією, який спрямований на забезпечення якості продукції та послуг, які надає організація. Основні принципи ЗУЯ базуються на фокусуванні на потребах та очікуваннях клієнтів, покращенні процесів та продуктивності, постійному вдосконаленні та інноваціях.

ЗУЯ включає у себе ряд дій та процесів, таких як визначення потреб клієнтів, планування та контроль якості, управління виробництвом та ланцюгом постачання, підготовку та підвищення кваліфікації персоналу, аналіз результатів та вдосконалення процесів на основі зворотного зв'язку від клієнтів та інших зацікавлених сторін.

Організації, які впроваджують ЗУЯ, зазвичай отримують кілька переваг, таких як підвищення рівня задоволення клієнтів, зниження витрат, покращення якості продукції та послуг, підвищення ефективності процесів та збільшення конкурентоспроможності на ринку.

Стандарти якості, такі як ISO 9001, є важливим інструментом для впровадження та підтримки ЗУЯ в організаціях. Вони надають рамки та вимоги щодо управління якістю продукції та послуг, які можуть бути використані як внутрішні стандарти організації, так і для зовнішнього аудиту та сертифікації.

Впровадження ЗУЯ може допомогти організації досягти своїх стратегічних цілей та планів, забезпечити стабільність та надійність виробництва, покращити відносини з клієнтами та збільшити задоволеність персоналу.

Одним з ключових елементів ЗУЯ є цикл PDCA (Plan-Do-Check-Act), який описує процес планування, виконання, контролю та підвищення якості продукту. Цей цикл дозволяє організації постійно вдосконалюватися та відповідати на змінні потреби ринку та клієнтів.

Існує кілька етапів впровадження загального управління якістю (ЗУЯ) в організації. Основні етапи включають:

1. Попередній аналіз: Оцінка потреб та можливостей впровадження ЗУЯ в організації. На цьому етапі необхідно визначити мету впровадження ЗУЯ, встановити стандарти якості, визначити ресурси та поставити чіткі цілі.

2. Планування: Розроблення плану впровадження ЗУЯ. На цьому етапі необхідно скласти детальний план дій, визначити відповідальних осіб, встановити бюджет, провести навчання та підготовку персоналу.

3. Впровадження: Виконання плану впровадження ЗУЯ. На цьому етапі проводяться дії, необхідні для впровадження ЗУЯ, такі як встановлення системи управління якістю, проведення аудитів, визначення процесів та впровадження контролю якості.

4. Оцінка: Оцінка результатів впровадження ЗУЯ. На цьому етапі оцінюються результати впровадження ЗУЯ, проводиться аналіз та оцінка

ефективності впровадження ЗУЯ, а також визначаються можливості для подальшого вдосконалення.

5. Підтримка: Підтримка та постійне вдосконалення системи управління якістю. На цьому етапі проводяться дії, необхідні для підтримки та подальшого вдосконалення системи управління якістю, такі як проведення аудитів, навчання персоналу, аналіз результатів та внесення змін.

Ці етапи можуть відрізнятися в залежності від конкретних потреб та особливостей організації, але в цілому допомагають організації впровадити та підтримувати систему управління якістю. Важливо зазначити, що впровадження ЗУЯ є неперервним та постійним процесом, який потребує постійного вдосконалення та змін відповідно до потреб ринку та клієнтів.

Організації, які успішно впроваджують ЗУЯ, можуть отримати кілька переваг, таких як покращення якості продукції та послуг, зниження витрат, підвищення рівня задоволення клієнтів та збільшення конкурентоспроможності на ринку. ЗУЯ дозволяє організаціям бути більш гнучкими та реагувати на змінні потреби ринку та клієнтів, а також покращувати процеси та продуктивність.

Важливо зазначити, що ЗУЯ має свої стандарти, які визначають вимоги до системи управління якістю та процесів управління якістю в організації. Один з найбільш відомих стандартів якості - це стандарт ISO 9001, який встановлює вимоги до системи управління якістю та дозволяє організаціям отримати сертифікацію у відповідності до цього стандарту. Однак, використання стандарту ISO 9001 не є обов'язковим для впровадження ЗУЯ в організації.

#### **Список використаних джерел:**

1. Нанка О.В., Антощенко Р.В., Кісь В.М., Листопад І.О., Моїсеєва Н.І., Галич І. В., Никифоров, А.О. Загальне управління якістю: підручник. Харків: ХНТУСГ, 2019. 205 с.

2. До питання оцінювання ефективності систем менеджменту якості. / Галич І.В., Гудзенко К.О. // *Матеріали МНПК студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія»*. Україна, Харків: ХНТУСГ, 28-29 травня 2020. С. 220-221.

3. Лук'яненко В.М., Галич І.В., Жиліна О.О. Упровадження інтегрованих систем менеджменту на підприємствах України. Стандартизація, сертифікація, якість. Науково-технічний журнал. 2012. С. 58-61.

4. Кісь В.М., Галич І.В., Никифоров А.О., Заярний Р.П., Мартемянов О.В. Стандартизація сільськогосподарської техніки України. *Сучасні проблеми взаємозамінності та стандартизації у машинобудуванні: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених і здобувачів вищої освіти*, Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 58-66.

УДК 621.873

## ПЕРСПЕКТИВНІ МЕТОДИ УСУНЕННЯ КОЛИВАНЬ ВАНТАЖУ МОСТОВОГО КРАНА

Свіргун В.В. аспірант, Свіргун В.П. к.т.н. проф, Свіргун О.А. к.т.н., доц.  
Антощенко Р. В. д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі наведено методи усунення коливань вантажу мостового крана і  
точно його позиціювання.*

Головною особливістю автоматизації кранів мостового типу є наявність гнучкого підвісу вантажу, внаслідок чого, виникають значні коливання вантажу маятникового типу, які треба усунути для здійснення ефективного перевантажувального процесу. В свій час була розроблена теоретична база вирішення оптимізаційної задачі у такій постановці – перемістити візок з підвішеним до нього на гнучкому канаті вантажем на певну відстань за найкоротший час з точним позиціюванням візка і усуненням коливань вантажу [1]. Ця задача розв'язана для двомасової моделі крану (рис. 1), у якій 4 основні координати:  $y_1$  – переміщення візка;  $y_2$  – швидкість візка;  $y_3$  – переміщення вантажу;  $y_4$  – швидкість вантажу.

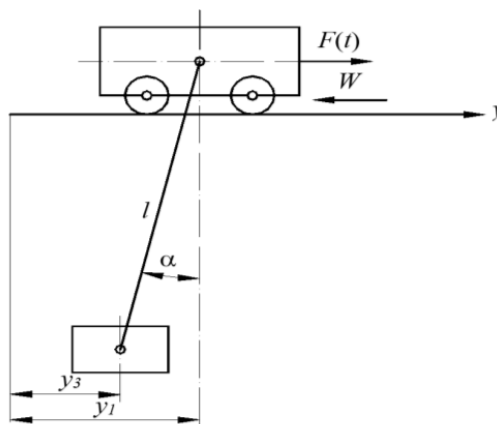


Рисунок 1 – Динамічна модель руху візка з вантажем на гнучкому підвісі

У ході вирішення задачі з оптимізації часу перевантажувального циклу було проведено дослідження на основі робіт Свіргуна В.П., Григорова О.В. [2].

В якості об'єкта дослідження використовується макет мостового крану (рис. 2), який доволі точно відображає роботу натурального крану. Мікропроцесорна система керування побудована на мікроконтролері AtMega [3], який має достатню кількість входів/виходів, легко програмується на C++ та доволі недорогий.

Макет був оснащений системою датчиків дискретно типу, яка включає в себе: датчики положення моста, датчики положення візка, датчики довжини канату [4].

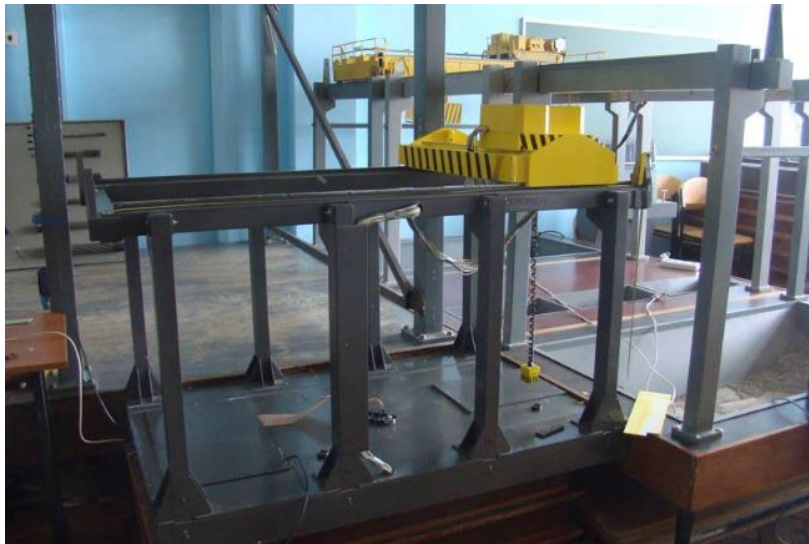


Рисунок 2 – Макет мостового крана

Мікроконтролер підключений до механізмів пересування моста і візка за релейною схемою. На другому етапі необхідно розрахувати для цього макету оптимальні за швидкодією закони керування рухом точки підвісу. Використовуючи класичні закони механіки і нескладні вимірювання були визначені основні параметри макету, а саме: маса крана і візка, швидкість сталого руху, довжина канату, зусилля статичного опору, рушійне та гальмівне зусилля.

Перехідні процесів, які були отримані під час експерименту (рис. 3), дозволяють зробити висновок про ефективність запропонованого методу [5, 6]. Залишкові коливання вантажу після зупинки крана, складають не більше 2 мм, а точність позиціонування – не більше 1 мм. Досягнута головна мета – тривалість перевантажувального циклу мінімальна із можливих. Кількість перемикаць приводу всього два.

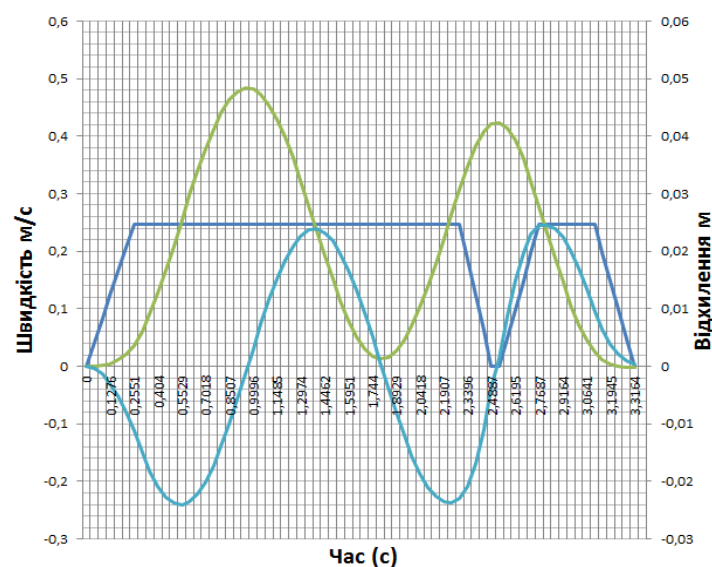


Рисунок 3 – Перехідні процеси пересування моста за оптимальним законом керування



Але можливе подальше удосконалення розробленої мікропроцесорної системи. Наприклад, здається перспективним побудову системи керування не по релейній схемі, а по принципу слідкуючою за швидкістю краном схемою, коли через малу дискрету часу йде опитування датчика швидкості і, навіть, при незначному відхиленні реальної швидкості крану від теоретичного, йде коригуюча команда від мікроконтролера на привід у реальному часі. Така система керування буде більш стійкою до можливих перешкод, наприклад, перекіс коліс, коливання напруги у електричній мережі тощо.

Для цього було проведено удосконалення розробленої мікропроцесорної системи. В удосконаленому вигляді, система виконує перехідні процеси пересування моста без обмеження його швидкості. На відміну від попередніх досліджень, де міст крана розганявся до певної швидкості та більшу частину шляху здійснював сталий рух (рис. 3).

Результати досліджень наведено на рис. 4. Можна побачити, що перевантажувальний цикл із гасінням коливання підвісу вантажу виконується у 4 маневри. Всього 4 перехідні процеси для переміщення моста крана з гасінням коливання підвісу вантажу.

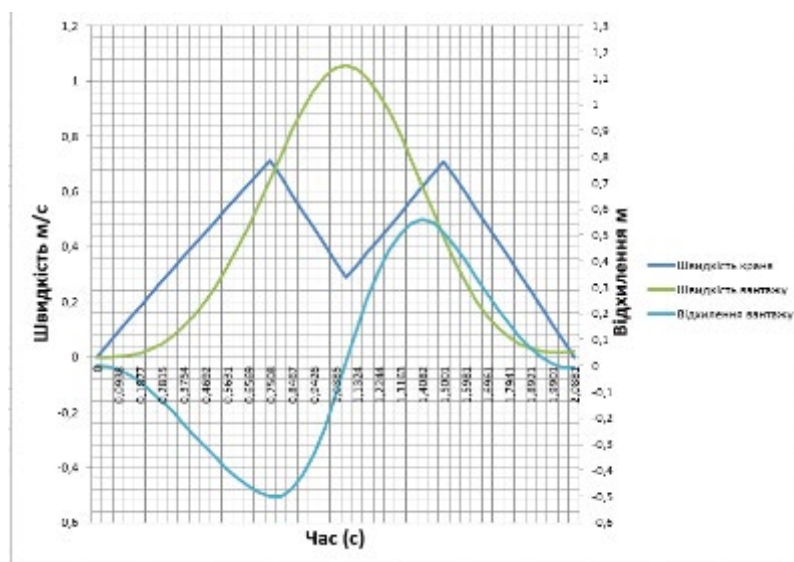


Рисунок 4 – Перехідні процеси пересування моста за удосконаленим законом керування

Крім меншої кількості перехідних процесів, тривалість виконання перевантажувального процесу скоротилася у 1,5 рази. Однак, дана система поки що не є мобільною до змін у початкових даних. Наприклад, якщо відстань рух моста необхідно змінити, то необхідно запускати розрахунок знову. Для вирішення цього завдання необхідна установка зворотного зв'язку, за допомогою якого буде можливість отримувати дані про швидкість, переміщення, відхилення вантажу тощо. Це допоможе виконувати розрахунок перехідних процесів автоматично в режимі реального часу. А другим завданням є ще більш оптимізоване налаштування. На рис. 4 можна побачити перспективу скорочення кількості перехідних процесів до двох. Розгін-гальмування.

## Список використаних джерел

1. Свіргун В.П., Свіргун О.А. Проблеми, що викликають при автоматизації кранів мостового типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2020. №21. 92-96 с.
2. Optimale Steuerung für Hebe und Fördermaschinen : навч. посіб. / О. Grigorow, W. Swirgun, G. Anishchenko u.a. – Х. : НТУ "ХПІ", 2013. – 240 с. – Нім. Мовою.
3. Свіргун, В., Свіргун, В. і Антощенко, Р. (2022) «Мікропроцесорна система керування мостовим краном на базі Arduino», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(23), с. 87-91. doi: 10.5281/zenodo.6822931.
4. Свіргун В. П., Свіргун В. В. Реалізація оптимальних законів керування макетом мостового крану на сучасній елементній базі. - Матеріали Між-народної науково-практичної конференції "Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація", Харків: ХНТУСГ, 2020. С. 80-81.
5. Свіргун В. П., Свіргун О.А. Улучшение качества управления краном с минимизацией времени перегрузочного цикла. Вісник СевНТУ. 2012. №133. 34-36 с.
6. Свіргун В.П., Свіргун О.А. Квазиоптимальный закон управления крановой тележкой // Вісник СевНТУ. Сер. Механіка, енергетика, екологія: зб. наук. пр. — Севастополь: СевНТУ, 2012. — Вип. 137. — С. 96-98.

УДК 502.3/7

## ПРИРОДНІ НЕБЕЗПЕКИ: БЛИСКАВКА

**Бабарика І.Г., к. с.-г н, доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Чим досконаліше вивчене небезпечне явище тим надійніше від нього можна захиститися*

Блискавка одне із самих загадкових, небезпечних але вражаючих природних явищ. В давнину люди дуже боялися блискавок і вважали їх проявом божого гніву.

В сучасному світі для їх вивчення застосовують самі передові наукові методи та технології, найбільше інформації отримується від спостережень за ними із супутників.

В середньому над земною поверхнею за рік відмічається близько півтора мільярди блискавок, але тільки 25% із них досягають поверхні землі, інші 75 розчиняються в атмосфері.

Діаметр блискавки складає близько двох сантиметрів, найдовша блискавка у світі продовжувалася більше ніж 7 секунд і простиралася майже на тисячу кілометрів. Найчастіше блискавка продовжується долі секунди, а середня довжина їх складає біля дев'яти км.

Швидкість блискавки може досягати 140 км.с, а це половина швидкості світла. В залежності від складу атмосфери блискавки мають: жовтий ,білий, помаранчевий, блакитний чи червоний колір.

Блискавки яскравіють не тільки на Землі, але і на інших планетах: Венера, Юпітер. Над морями і океанами блискавки б'ють частіше ніж над земною поверхнею, але потрапляють у воду у п'ять разів рідше ніж у поверхню землі.

Блискавки можуть бити в одне і теж саме місце декілька разів. Розряд блискавки завжди йде по шляху найменшого супротиву, найчастіше блискавки б'ють в антени і трансформатори.

В Україні в давнину існувало правило, не будувати будинки вище за церкву, яка найчастіше знаходилася в центрі населеного пункту, храми в основному були цегляні і дзвіниця, яка була найвищою, відігравала роль заземлення. Блискавки мають температуру біля 30 тисяч градусів за Цельсієм, що в п'ять разів вище ніж на поверхні сонця, тому інколи на піщаній поверхні від попадання блискавки утворюються чудернацькі скляні трубочки, так як температура плавлення піску 1700° С.

Блискавка це електричний світловий розряд в атмосфері який виникає під час грози і супроводжується громом. Грім це звук ударної хвилі яка виникає під час блискавки, та як вона нагріває повітря навколо себе до 30000°С менше ніж за секунду. Якщо блискавка б'є поруч з людиною то небезпечним є не тільки нагрів повітря а і в потужна ударна хвиля.

Удари блискавки часто є причиною лісових пожеж, серед дерев для удару блискавки найчастіше обирає дуб, рідше за все – бук, це відбувається через різний склад деревних масел. інколи удар призводить до вибуху дерева, через миттєвий нагрів і випаровування рідини. Втропічних лісах ліани відіграють роль заземлення і тому під час удару блискавки вони гинуть, а дерево залишається неушкодженим. За статистикою. 75% людей залишаються живими після влучання в них блискавки, в чоловіків блискавки потрапляють в 6 разів частіше ніж в жінок, мабуть це пов'язано з тим що чоловіки більше часу проводять на вулиці.

В природі існує декілька видів блискавок, а саме:

1. Лінійна. Найчастіша. Це ламана лінія яка має декілька розгалуджень.
2. Блискавки які мають назву «земля – хмара» утворюються між нижньою частиною хмари і найвищою точкою на поверхні землі.
3. Блискавка «хмара-хмара», це коли між двома хмарами виникає простріл.
4. Горизонтальна блискавка. Розповсюджується в горизонтальній площині по небу.
5. Стрічкова блискавка – це декілька лінійних блискавок які ідуть у напрямку до землі паралельно одна одній
6. Пунктирна блискавка. Проявляється у вигляді ланцюга із окремих рисок які світяться, явище надзвичайно рідкісне.
7. Супер болт. Блискавка потужність якої у тисячу разів вища ніж у звичайної.
8. Фіранкова блискавка. Виглядає як широка вертикальна смуга світла що тихо гуде.
9. Об'ємна блискавка. Білий чи червоний спалах при низькій та

напівпрозорій хмарності.

10. Пучкові розряди. Спостерігаються перед грозою на високих щоглах, мачтах.

Звичайна блискавка виникає на висоті близько 16 кілометрів.

11. Блискавка Спрайд. Електричний розряд холодної плазми на висоті від 50 до 130 кілометрів над Землею.

12. Із верхньої частини грозових хмар інколи проривається електричні розряди які мають назву Ельфи. Вони можуть мати до 400 кілометрів діаметрі і до 100 кілометрів висоти. Мають конусну форму.

13. Джети. Блискавки трубчато конусної форми із синім світінням.

14. Кульова блискавка. Це плазмова куля яка світиться і переміщається у повітрі, дуже рідкісне і непередбачуване явище, може вибухати, швидко переміщатися і таке інше. До сих пір не вивчене.

Щоб організувати власну безпеку від блискавки під час грози потрібно дотримуватися певних правил:

- Не можна ховатися під високі дерева, особливо поодинокі.
- На відкритому просторі краще присісти у яму чи траншею. Тіло повинно мати якнайменше точок дотику із землею.
- Не ховайтеся в невеликих спорудах, хатинах, будинках, наметах, тим більше серед острівців дерев. Також не можна бігати.
- Якщо вас двоє, троє чи більше, – не скупчуйтеся в укритті разом, а ховайтеся поодиноці, бо розряд, як відомо, перебігає через контакт людських тіл. Перебуваючи у сховищі, ноги тримайте вкупі, а не розкидано, тим самим звазивши площу можливого ураження розрядом; слід позбавитись усіх металевих предметів, які є на вас чи при вас: лопати, сокири, ножі, браслети – покладіть у захищеному місці подалі від себе.
- Не можна купатися під час грози, але якщо гроза застала під час купання, до берега треба добиратися повільно, спокійно, не вимахуючи руками.
- Перебуваючи в горах, уникайте різних виступів і підвищень.
- Утримайтеся від дзвінків по мобільному телефону, при великій потребі робіть це швидко, одразу ж після чергового грозового розряду.
- Якщо ви знаходитесь на відкритому місці і раптом відчуваєте, що волосся стає дибки, по шкірі легке поколювання або чуєте дивний звук вібрації, що виходить від предметів, це означає, блискавка ось-ось вдарить! Такі відчуття виникають за 3-4 секунди до удару блискавки. Негайно нагніться вперед, поклавши руки на коліна (не на землю!). Ноги повинні бути разом, п'яти притиснуті одна до одної (інакше розряд пройде через тіло).

Електричний розряд блискавки при проходженні через організм людини викликає загальні порушення: в місцях входу і виходу електричного розряду утворюються опіки тканин (III-IV ступеня), деколи на шкірі з'являються деревовидні розгалужені червоні смуги. Людина втрачає свідомість, знижується температура тіла, зупиняється дихання, пригнічується серцева діяльність, можливе спостереження стану "уявної" смерті, при якому не прослуховується дихання та пульс, зіниці широкі, не реагують на світло. Шкіряні покриви бліді. При легкому ураженні спостерігається запаморочення, шум у вухах, слабкість,

втрата свідомості.

При наданні першої допомоги людині, яку вразила блискавка:

- покладіть потерпілого на тверду поверхню в горизонтальне положення. Зателефонуйте 103.
- якщо це просто шок (втрата мови, свідомості), спробуйте вивести її з шокового стану (маєте з собою нашатир – дайте).
- якщо удар блискавки був прямим і сильним – мусите якнайшвидше зробити штучне дихання методом «рот у рот» і непрямий масаж серця.
- робіть реанімацію без зупинок, оскільки маєте лише 5-7 хвилин, максимум 15 хвилин, після чого шанси на порятунок дуже мізерні.
- ні в якому разі не можна закопувати потерпілого в землю! Земля не витягує струм, навпаки, вона є добрим провідником. Ви лише втратите дорогоцінний час.

Ядерні вибухи також можуть викликати блискавки, але б'ють вони навпаки знизу вгору.

Смерчі також часто супроводжуються блискавками через виникаючу статичну електроенергію.

Виверження вулканів також викликає появу блискавок. У Венесуелі є місце Катакумба де щоденно виникає величезна кількість блискавок, більше мільйона за рік. Це місце є найбільшим виробником озону у світі.

Метан дуже розріджує атмосферне повітря тому в заболочених місцях це викликає часту появу блискавок.

В Єгипті блискавки бувають один раз на двісті років. Штат Флорида в США носить назву «Смертельний штат». У цьому штаті в 2 рази більше смертей від удару блискавки ніж в будь-якій іншій державі на Землі. • Щороку тільки на території США в результаті ударів блискавки гине 200 осіб. Для порівняння в результаті атак акул у всьому світі гине не більше 90 осіб на рік.

Блискавки сприяють очищенню атмосфери від забруднення, а ще допомагають збагачувати ґрунт.

На сьогоднішній день природа блискавок маловивчена.

### **Список використаних джерел:**

1. Желібо Є.П., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. - Київ: „Каравела”, 2006. – С. 181 – 191.
2. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів освіти України – Київ: “Каравела” 2008. –С. 163-180.
3. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – 2-ге вид., переробл. - К.: Знання, 2010. – С. 33-62.
4. Кучма М.М. Цивільна оборона ( цивільний захист): Навчальний посібник. – 3-тє видання, виправлене і доповнене – Львів: «Магнолія плюс», 2009.- С. 44-84.
5. Євдін О.М., Могильниченко В.В. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Том 1. Техногенна та природна небезпека. Київ: “КІМ”, 2007. – С. 206 - 208.

УДК. 331.3

## **АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ АНКЕТУВАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ ГОТОВНОСТІ ПРАЦІВНИКІВ ВИКОРИСТОВУВАТИ ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ВІД ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ ВИРОБНИЧОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Черепньов І.А., доцент, Ляшенко Г.А., доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

**Євланов М.В., доцент**

*Харківський національний університет радіоелектроніки*

**Чумаченко С.М., старший науковий співробітник**

*Національний університет харчових технологій*

*Розглянуто зростаюче значення людського фактора у виникненні аварійних ситуацій, виробничого травматизму та професійних захворювань. Проаналізовано переваги та недоліки анкетування як процесу збирання інформації про готовність працівників використовувати засоби індивідуального захисту в процесі трудової діяльності.*

Починаючи з кінця ХІХ століття, коли з'явилися перші систематичні дослідження причин нещасних випадків на виробництві, фахівці стали приділяти особливу увагу «людському фактору». Як зазначено в роботі [1], за минулий час вагомість цього фактора в загальному переліку причин виробничого травматизму та виникнення аварійних ситуацій зросла більш, ніж на чверть і перевищила поріг 75%. Досить часто працівникам доводиться здійснювати свою виробничу діяльність в несприятливих умовах виробничого середовища. Тоді ефект "людського фактора" може проявлятися в різному ставленні до виконання вимог техніки безпеки і зокрема, до використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). Це знаходить прояв в широкому діапазоні: від застосування в суворій відповідності з вимогами інструкції і до повного або часткового ігнорування і, як наслідок зростання кількості виробничого травматизму і професійних захворювань [2]. Як зазначено в роботі [2] на прикладі будівельної галузі: неадекватні запобіжні заходи, недотримання правил, обмежені кошти, недостатні знання і низька кваліфікація співробітників призводять до несподіваних нещасних випадків. Безумовно, необхідне здійснення постійних поведінкових втручань, спрямованих або на роботодавців або організації, або на окремих працівників з метою заохочення використання ЗІЗ серед працівників, що вимагає наявності об'єктивної інформації про наявність засобів захисту, їх якість, навчання працівників їх використанню та особистому ставленню до них, рівень освіти та інші демографічні показники [3]. Найчастіше ці дані отримують, поширюючи серед співробітників анкети або запитальники, які вони заповнюють самостійно, вибираючи влаштовує їх відповідь з декількох запропонованих варіантів [2]. Даний метод збору інформації маловитратний, досить ефективний, дозволяє охопити значну кількість респондентів і не вимагає

від останніх спеціальних знань і навичок. У деяких випадках, як це описано в роботі [4] використовують одночасно паперову та електронну версію анкети, а для зацікавленості в участі максимально більшого числа учасників передбачають для них участь у лотереї з цінними призами. Однак даний метод збору інформації також характеризується значними недоліками. Серед цих недоліків особливо слід виділити пасивність даного методу і можливість спотворення одержуваної інформації [5]. Крім того, витрати часу на проведення анкетування зворотно пропорційні повноті і ретельності складання анкети. Це означає, що для отримання максимально точних відповідей, опитуваних анкети повинні містити велику кількість питань, розділених на спеціальні групи - Вступні питання, звичайні питання, питання-фільтри і контрольні питання. Тому часто виникають ситуації, в яких вигода, очікувана від результатів анкетування, виявляється значно менше витрат на складання і контроль змісту анкети. Доводиться шукати рішення, що утворюють компроміс між точністю і складністю анкети. В результаті такого пошуку переважну більшість анкет слід розглядати як інструмент, здатний виділити загально тенденції, але не надати точну модель аналізованого об'єкта або процесу. Також розмір анкети може негативно вплинути на кількість відповідей, оскільки респонденти відсіваються або взагалі не відповідають [4]. Наведемо приклад з результатів опитування, проведеного в Індонезії серед працівників одного із заводів з виробництва білого кристалічного цукру [6] і медичних сестер стаціонарних (легеневих) відділеннях РГУ ім. Хаджі Сурабаї [7]. В обох випадках оцінювали те, як ставлення респондентів до правил, які передбачають обов'язкове використання ЗІЗ, корелювалося з їх діями на практиці (табл.1 і 2).

Таблиця 1 – Взаємозв'язок між ставленням та дотриманням вимог щодо використання ЗІЗ працівниками заводу з виробництва цукру

Теоретичне ставлення до правил	Дотримувалися правил на практиці	Не дотримувалися правил на практиці
позитивне	16	24
негативне	18	22

Таблиця 2 – Взаємозв'язок між рівнем ставлення і поведінкою при використанні ЗІЗ у відділеннях легеневого стаціонару РГУ ім. Хаджі Сурабаї

рівень ставлення	порядок використання ЗІЗ						С
	поганий		помірний		хороший		
	п	%	п	%	п	%	0.417
помірний	5	62.5	2	25.0	1	12.5	
хороший	1	25.0	1	25.0	2	50.0	
загальний	6	50.0	3	25.0	3	25.0	

Як видно з наведених даних, позитивне ставлення працівників цукрового виробництва до правил які вимагають обов'язковості використання ЗІЗ не

збігається з їх діями в реальних умовах (табл.1). А у випадку з медичними сестрами можна зробити висновок, що зв'язок між рівнем ставлення медсестер до використання ЗІЗ і їх поведінкою має досить сильний рівень кореляції в позитивному напрямку (табл.2).

Розглянуті випадки дозволяють зробити наступні висновки. По-перше, в такій галузі діяльності, як управління безпекою життєдіяльності на підприємствах різного призначення, застосовувати анкетування як основний метод збору інформації про використання ЗІЗ недоцільно. По-друге, кількість питань в анкеті має визначатися особливостями вікових груп працівників щодо утримання уваги на одному і тому ж текстовому матеріалі. По-третє, питання анкет в галузі управління безпекою життєдіяльності повинні визначати основні результати впливу окремих факторів, але не використовуватися для виявлення кореляції між впливом двох і більше факторів (як показано в [6, 7]. Тому однією з важливих перспектив подальших досліджень в даній області є розробка нових і адаптація існуючих методів збору об'єктивної інформації, джерелом яких є працівники підприємств різних сфер діяльності.

#### **Список використаних джерел:**

1. Значення вищої професійної освіти для зниження ризику виробничого травматизму / С.О.Вамболь та ін. Інженерія природокористування. 2021. № 1 (19). С. 120 – 132. doi.org/10.5281/zenodo.6904067.
2. Jati Kasuma, Norlida Ismailly, Sara Ghaffari, Muhamad Saufi Che Rusuli, Abdul Hakim Abdul Gapor. Environmental Factor, Education & Training and PPE Impact on Safety Performance: A Study Among Construction Workers at SESCO Substation, Balingian, Sarawak. Research in World Economy. 2019. Vol. 10, №. 2; Special Issue. P. 38-47. DOI: 10.5430/rwe. v10n2p38.
3. Cynthia Widyawati, Indriati Paskarini. Correlation Between Age, Work Period, Knowledge, and Attitude's Workers With Behavior on The Use of PPE. Jurnal Berkala Kesehatan. 2021. Vol.7, № 2. P. 134-140.
4. Øystein Robertsen, Frank Siebler, Martin Eisemann, Marit N. Hegseth, Solveig Føreland, and Hans-Christian B. Vangberg. Predictors of Respiratory Protective Equipment Use in the Norwegian Smelter Industry: The Role of the Theory of Planned Behavior, Safety Climate, and Work Experience in Understanding Protective Behavior. Frontiers in Psychology. 2018. Volume 9. Article 1366. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01366>.
5. A. Leszek A. Maciaszek. Requirements Analysis and Systems Design (3rd Edition). Pearson. 2007. 612 p.
6. Cynthia Widyawati, Indriati Paskarini. Correlation Between Age, Work Period, Knowledge, and Attitude's Workers With Behavior on The Use of PPE. urnal Berkala Kesehatan. 2021. Vol 7, № 2. P. 134-140.
7. Gading Diah Zahara Putri, Y. Denny A. Wahyudiono. The Relation Between Knowledge and Attitude towards Behavior of Personal Protective Equipment Usage in Nurses. The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health.2021. Vol. 10, № 2. P. 170-179. <https://doi.org/10.20473/ijosh.v10i2.2021.170-179>.



УДК 631.372

## БЕЗПЛОТНІ ТРАКТОРА

**Волосник В. В. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд перспективних напрямів розвитку мехатронних систем таких як безпілотних систем керування напрямом руху.*

Зокрема, фінська компанія Valtra представила концептуальний трактор Robo Trac, який управляється з використанням GNSS-навігаторів і інтернету. Транспортний засіб призначений для роботи на виноградних полях, кавових фермах і у фруктових садах. Він здатен самостійно орати землю, обробляти ґрунт, сіяти насіння, зрошувати посіви (рис. 1).



Рис. 1 – Трактор RoboTrac «Valtra»

Безпілотний трактор, створений в Бельгії, вміє самостійно регулювати швидкість і повертати, пристосовуючись до стану ґрунту. У звичайному випадку від тракториста потрібні не тільки відмінні навички водіння, але і концентрація уваги: потрібно постійно стежити за становищем трактора, ґрунтом під його колесами і наміченим маршрутом. Роботизований трактор (рис. 2) сконструйований в центрі мехатроніки Фландрії (FMTC), що об'єднує кілька машинобудівних компаній, і Львовенський католицькому університеті. Новий вид сільгосптехніки обладнаний системами управління педалями акселератора, гальма і рульовим колесом, а також набором датчиків, включаючи GNSS-пристрій. Оскільки, на відміну від асфальту, на бездоріжжі швидкість транспортного засобу залежить від виду і твердості ґрунту, інноваційну машину оснастили датчиками, які здатні все це відслідковувати. На основі отриманої

інформації бортовий комп'ютер розраховує не тільки прийнятну швидкість, але і радіус повороту з точністю до декількох сантиметрів, як запевняє один з учасників проекту Грегорі Пинтю. Саме ж рішення про поворот трактор приймає на основі даних GNSS, підтримуючи тим самим заданий напрямок або маршрут.



Рис. 2 – Безпілотний трактор Case



Рис. 3 – Трактор Leica Geosystem

Швейцарська фірма Leica Geo systems підписала довгостроковий контракт з китайським виробником спецтехніки YTO на поставку свого обладнання для безпілотного управління тракторами (рис. 1.12).

Компанія «John Deere» (США) спільно з німецькими виробниками серійно випускають безпілотні модифікації тракторів і комбайнів, які більше 10 років успішно експлуатуються на великих сільськогосподарських підприємствах США і Європи.

Зарубіжні автовиробники ведуть також розробки БАС наступного призначення:

- будівельно-дорожня техніка (бульдозери, екскаватори, грейдери, крани тощо);
- техніка для надзвичайних ситуацій (пожежні машини, позашляхові транспортні засоби, машини швидкої допомоги, спецтехніка тощо);
- для автотранспортних засобів подвійного призначення;
- для охорони територій по периметру (пересувні засоби охорони,

спостереження та відеозапису);

– для забезпечення спортивних заходів на кортах для гольфу, в парках.

Впровадження безпілотних АТЗ дозволить ефективно вирішувати завдання підвищення безпеки АТЗ, зниження числа пробок на дорогах, ДТП, травм і смертей, зниження витрати палива, викиду шкідливих речовин, парникових газів в атмосферу і підвищення рівня комфорту для пасажирів. Базові технічні рішення при розробці безпілотних автомобілів можуть бути адаптовані і впроваджені на серійних АТЗ. Безпілотний автомобіль є перспективним проектом для цивільного і військового призначення.

### Список використаних джерел:

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. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довірливих структур. *Національний технічний університет «ХП»*: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х.: НТУ «ХП», 2012. № 64 (970). С. 26–30.
10. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.

УДК 631.372

## ОБРОБКА ДАНИХ ДАТЧИКУ ДИНАМІКИ

Докучаєв К. І. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет**В роботі наведено метод обробка даних датчику динаміки мобільних машин.*

Датчик динаміки був створений на основі датчику GY-85. Він являє собою закінчений модуль, що включає в себе наступні компоненти:

ITG3205 – одночиповий тривісний MEMS гіроскоп, цифровий вихід, мікросхема оптимізована для ігор, 3D-миші і 3D-додатків віддаленого управління. Має розширені можливості зсуву і стабільності, температурна чутливість, можливість користувальницької калібрування чутливості. Низькочастотний шум нижче, ніж у попередніх поколінь пристроїв, що спрощує розробку додатків і рішень для більш чуйних пристроїв.

ADXL345 – це мініатюрний, тонкий, має високу енергоефективність, тривісний акселерометр з високою роздільною здатністю (13 біт) і діапазоном вимірювання до +/-16g. Цифрові результати вимірювання представляються у вигляді 16-розрядних чисел в додатковому коді.

Для обчислення проекції сили гравітації на вісь  $X$  скористаємося наступною формулою:

$$A_x = g \sin(\alpha), \quad (1)$$

де  $\alpha$  – кут між віссю акселерометра і горизонтом.

За горизонт зазвичай приймають площину, ортогональну силі гравітації. Так як вихідне значення акселерометра пропорційно синусу кута нахилу в поле гравітації, для визначення ухилу отримаємо наступну формулу:

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{A_x}{g}\right). \quad (2)$$

В поле силі гравітації, крім осі  $X$  також знаходяться осі  $Y$  і  $Z$ . Подібно ситуації з віссю  $X$ , де значення виміряне акселерометром буде пропорційно синусу кута нахилу, прискорення, виміряний акселерометром по осі  $Y$ , буде пропорційно косинусу кута нахилу. З цього можна зробити висновок, що в той час як чутливість по одній осі буде зменшуватися, вона ж за іншою буде збільшуватися. Внаслідок цього, розрахунок кута нахилу можна буде провести, скориставшись формулами:

$$\tan(\alpha) = \frac{A_x}{A_y}; \quad (3)$$

$$\alpha = \arctan\left(\frac{A_x}{A_y}\right). \quad (4)$$

Для того щоб було можливо точно виміряти значення кутів для всієї сфери,

необхідно використання третьої чутливої осі. У початковій позиції положення пристрою таке, при якому осі  $X$  і  $Y$  знаходяться в площині горизонту, а вісь  $Z$  ортогональна цим осям.

У початковий момент часу, коли сила гравітації діє тільки на вісь  $Z$ , отримуємо всі значення кутів рівні нулю. При цьому значення кутів можуть бути обчислені за наступними формулами:

$$\alpha = \arctan \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}} \right); \quad (5)$$

$$\beta = \arctan \left( \frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}} \right); \quad (6)$$

$$\gamma = \arctan \left( \frac{A_x}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}} \right). \quad (7)$$

Рівняння динаміки поступального руху трактора має вигляд:

$$m_T a_T(v) = P_T(v) - P_{кр}(v) - mg(f(v)), \quad (8)$$

Знаючи прискорення трактора  $a_T$  з формули (2.8) визначаємо силу тяги:

$$P_T(v) = P_{кр}(v) + mg(f(v)) + m_T a_T(v), \quad (9)$$

де  $m_T$  – загальна маса трактора;  $\dot{V}_T$  – лінійне прискорення трактора;  $P_{тяг}(V)$  – тягове зусилля на ведучих колесах, умовно визначений для випадку відсутності втрат енергії в трансмісії;  $P_{кр}(V)$  – функція зміни зусилля на гаку від швидкості руху;  $g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,80 \text{ м/с}^2$ ;  $f(V)$  – функція зміни коефіцієнта опору коченню коліс трактора від швидкості;  $f_{тр}(V)$  – умовне збільшення коефіцієнта опору коченню коліс трактора за рахунок приведенного до коліс опору в трансмісії і ходовій частині машини.

### Список використаних джерел:

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. 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.
4. 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 631.372

## НАУКА МЕХАТРОНІКА

Коровицька В. В. магістр, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд визначення «мехатроніки», ознаки мехатронних систем та узагальнену структуру мехатронної системи.*

Слово «мехатроніка» отримало визнання в останні роки, оскільки воно охоплює та об'єднує низку технологій, включаючи комп'ютерне програмне забезпечення, техніку керування, машинобудування, електротехніку та електронне програмне забезпечення. На рис. 1 наведено графічний символ «мехатроніки».



Рис. 1 – Символ мехатроніки

Мехатроніка – це наука, яка вирішує проблеми машинобудування за допомогою комп'ютерних цифрових методів керування. Ця комбінація систем, які зазвичай були окремими дисциплінами, призвела до нових підходів до досягнення продуктивності більш складних інженерних систем. Тому це дає можливість мати нові погляди на проблеми. Інженери можуть розглядати проблему з точки зору цілого ряду технологій, а не лише з механічної точки зору.

Мехатронна система характеризується такими ознаками:

- фізико-технічна складність;
- високий рівень системної інтеграції;
- суттєве переміщення функцій системи з механічної частини на електронну;
- вища продуктивність систем порівняно з традиційними системами;

– використання інтегрованої та розподіленої архітектури обробки даних.

Мехатроніка не є ні простою комбінацією механічних та електричних систем, ні вдосконаленою системою керування; це завершена інтеграція всіх з них. Однак, щоб отримати більш гнучкі, надійні та дешеві рішення, ця інтеграція повинна бути виконана на етапі проектування будь-якого процесу.

На етапі проектування інтелектуальних мехатронних систем поведінки необхідно враховувати кілька рівнів стратегії керування, як представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Рівні керування та роботи для мехатронних систем

<b>Стратегічний рівень</b>	Виробничі цілі користувача
<b>Тактичний рівень</b>	Попередні цілі аналізуються для встановлення цілі
<b>Рівень завдання</b>	Вирішіть завдання, які необхідно виконати у зв'язку з поставленою метою
<b>Рівень дії</b>	Розділіть окремі завдання на відповідну послідовність дій
<b>Рівень траєкторії</b>	Визначте необхідну траєкторію руху від поточної позиції

На рис. 2 наведено, як мехатронна система працює через дві диференційовані області разом із інтерфейсом. Домени розділені на енергетичне та інформаційне середовища. Крім того, ці світові інтерфейси забезпечують вимірювання та функції керування, які є важливими для будь-якої мехатронної системи.

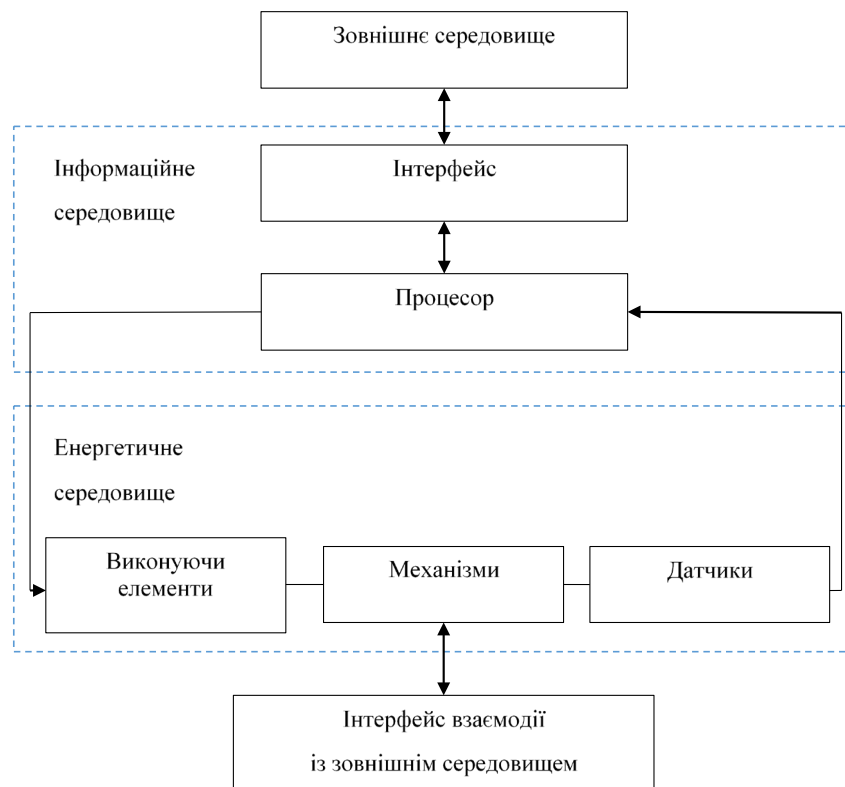


Рис. 2 – Узагальнена структура мехатронної системи

В інтелектуальній мехатронній системі датчики використовуються для надання інформації як про систему, так і про умови навколишнього середовища. Датчики мають важливе значення для забезпечення продуктивності та надійності системи.

З іншого боку, приводи – це механічні пристрої, які використовуються для переміщення або керування механізмом чи системою. Найпоширеніші приводи засновані на звичайних і усталених технологіях, таких як електронні двигуни, гідравлічні і механічні приводи.

Прикладом мехатронної системи є система рульового керування з електропідсилювачем (EPAS), яка використовує модуль керування гідропідсилювачем рульового керування для регулювання величини допоміжного кермування.

Мехатроніка дає як назву, так і фокус на проектуванні, розробці та вдосконаленні широкого спектру інженерних систем.

### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних 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. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довільних структур. *Національний технічний університет «ХПІ»: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування*. Х.: НТУ «ХПІ», 2012. № 64 (970). С. 26–30.



УДК 631.372

## ФІЛЬТРАЦІЯ СИГНАЛУ ДАТЧИКУ НАХИЛУ

Куліш В. В. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд методів фільтрації сигналу датчику нахилу.*

Фільтр Калмана є «промисловим стандартом» для вирішення багатьох інженерних задач, в тому числі МЕМС-датчиків, який ефективно нівелює шумові характеристики сигналу.

Класичний фільтр Калмана став основою для побудови більшості інерційних вимірювальних систем, модулів і алгоритмів визначення орієнтації.

Існують різні варіанти реалізації фільтрів Калмана: розширений фільтра (ЕКФ, Extended Kalman filter), сигма-точковий фільтр (УКФ, Unscented Kalman filter), множинний фільтр, нелінійний фільтр, «відбілювати» фільтр, гібридний фільтр (Hybrid Kalman filter).

До достоїнств описаного фільтра Калмана відноситься передбачення роботи фільтра, що дає хороші оцінки поведінки об'єкта ЦГЗ в сьогоденні і майбутньому, імовірна модель, яка значно знижує спотворення.

До числа недоліків використання фільтра Калмана і його модифікацій відноситься те, що вони складні в реалізації, вимагають великої обчислювальної потужності. Лінійна регресія повторень є основоположною для фільтрів Калмана, має високі вимоги до частоти дискретизації, часто перевищує пропускну здатність об'єкта. Стан відносини, що описує кінематику обертового тіла в трьох проекціях, часто необхідна велика кількість векторів стану і реалізації розширеного фільтра Калмана для лінеаризації задачі. Для вирішення задач ЦОС МЕМС-датчиків необхідно потужне обчислювальний пристрій, що дозволяє реалізувати фільтр Калмана.

Комплементарний фільтр являє собою спрощену модель фільтра Калмана для одновимірного випадку, в якому ланка інтерполяції представляє перший доданок [8]. Комплементарний фільтр описується наступним виразом:

$$a = (1 - k) \cdot gir + k \cdot acc, \quad (1)$$

де  $a$  – відфільтрований результуючий кут нахилу;  $gir$  і  $acc$  – значення кута нахилу і повороту, отримані за допомогою гіроскопа і акселерометра, відповідно;  $k$  – коефіцієнт комплексування комплементарного фільтра.

Схему комплементарного фільтра першого порядку представлено на рис. 1.

Приріст кута визначається кутовою швидкістю, що реєструється гіроскопом на попередній ітерації роботи алгоритму. Комплементарний фільтр має невелику обчислювальною складністю, завдяки якій набув широкого поширення в авіації та різних системах стабілізації.

Відфільтрована величина кута нахилу є комплексним значенням показань інтегрованого кута гіроскопа і миттєвого значення кута нахилу акселерометра в пропорції, яка визначається коефіцієнтом  $k$ . На кожній ітерації фільтра

відбувається інтегрування нового комплексним значення кута зі значенням кута, отриманим за минулої ітерації роботи фільтра.

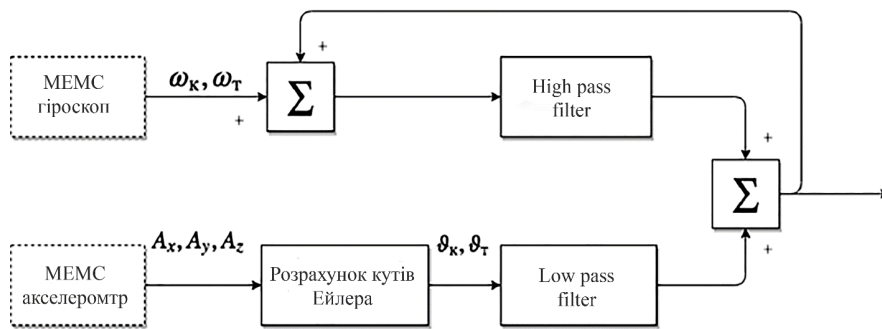


Рис. 1 – Схема комплементарного фільтра першого порядку

До переваг комплементарного фільтра відноситься: простота настройки, невисокі вимоги до обчислювальних ресурсів, простота в реалізації, прийнятна точність визначення кута.

До недоліків композитного фільтра відносяться: функціонування тільки по осях крену і тангажа, оскільки присутня невизначеність при повороті акселерометра по осі ризикування, яка не дозволяє виконати корекцію за вищевказаною осью, обмежені можливості фільтрації.

#### Список використаних джерел:

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. 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.
6. 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.
7. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довільних структур. *Національний технічний університет «ХПІ»: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування*. Х.: НТУ «ХПІ», 2012. № 64 (970). С. 26–30.

УДК 631.372

## КЛАСИФІКАЦІЯ ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СИЛ

Лисенко Д. П., Нікітенко А. А., студенти; Кісь В.М., к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено класифікацію приладів для вимірювання сил.*

Прилади, призначені для вимірювання сил і моментів, що крутять, прийнято називати динамометрами; ця назва застосовується до всіх силовимірювальних приладів без урахування їх конструктивних особливостей.

У тих випадках, коли необхідно відзначити конструктивну особливість приладу, застосовують такі назви: динамограф – для записуючих приладів, динамометри – для приладів, що вказують і вважають, ротаційні (або торсійні) динамометри або динамографи – для приладів, що вимірюють крутні моменти.

Слова «пружинні», «гідролічні», «електричні», додані до основної назви, характеризують принципову схему приладу.

Подібні відмінності в назвах застосовуються і для інших не динамометричних приладів, наприклад: тахометри і тахографи, хронометри і хронографи та ін.

Всі прилади для вимірювання сил діляться на два основні види: інерційні та малоінерційні динамометри. Загальну класифікацію приладів для вимірювання сил наведено на схемі (рис. 1).

В основі поділу динамометрів на інерційні та малоінерційні лежить основна їхня властивість — здатність реєструвати змінні зусилля тієї чи іншої тривалості чи частоти коливань.

Відмінності між інерційними та малоінерційними динамометрами полягають у тому, що для перших як вимірювальний елемент застосовуються гвинтові, еліптичні та інші пружини, що мають деформацію приблизно від 4 до 60 мм, а для других – пружини великої жорсткості (зазвичай плоскі), що мають деформації від часток мм до 2 мм.

Як перетворювачі деформацій вимірювальної пружини у значні переміщення пера, стрілки тощо зазвичай застосовуються різні механічні, але найчастіше електричні пристрої.

Зважаючи на інертність рідини в гідролічних передачах та значні деформації силовимірювальних пружин гідролічних динамометрів, останні відносять до інерційних приладів, незважаючи на невеликі переміщення поршня.

До малоінерційних відносять динамометри, у яких відсутні вимірювальні пружини, наприклад динамометри, засновані на п'єзоефект, у яких зусилля сприймається безпосередньо кристалом кварцу. Такі динамометри прийнято вважати безінерційними. Але враховуючи наявність у кристалі та в передаючих сили деталях цих динамометрів деформації, хоч і незначною, слід відносити їх до малоінерційних.

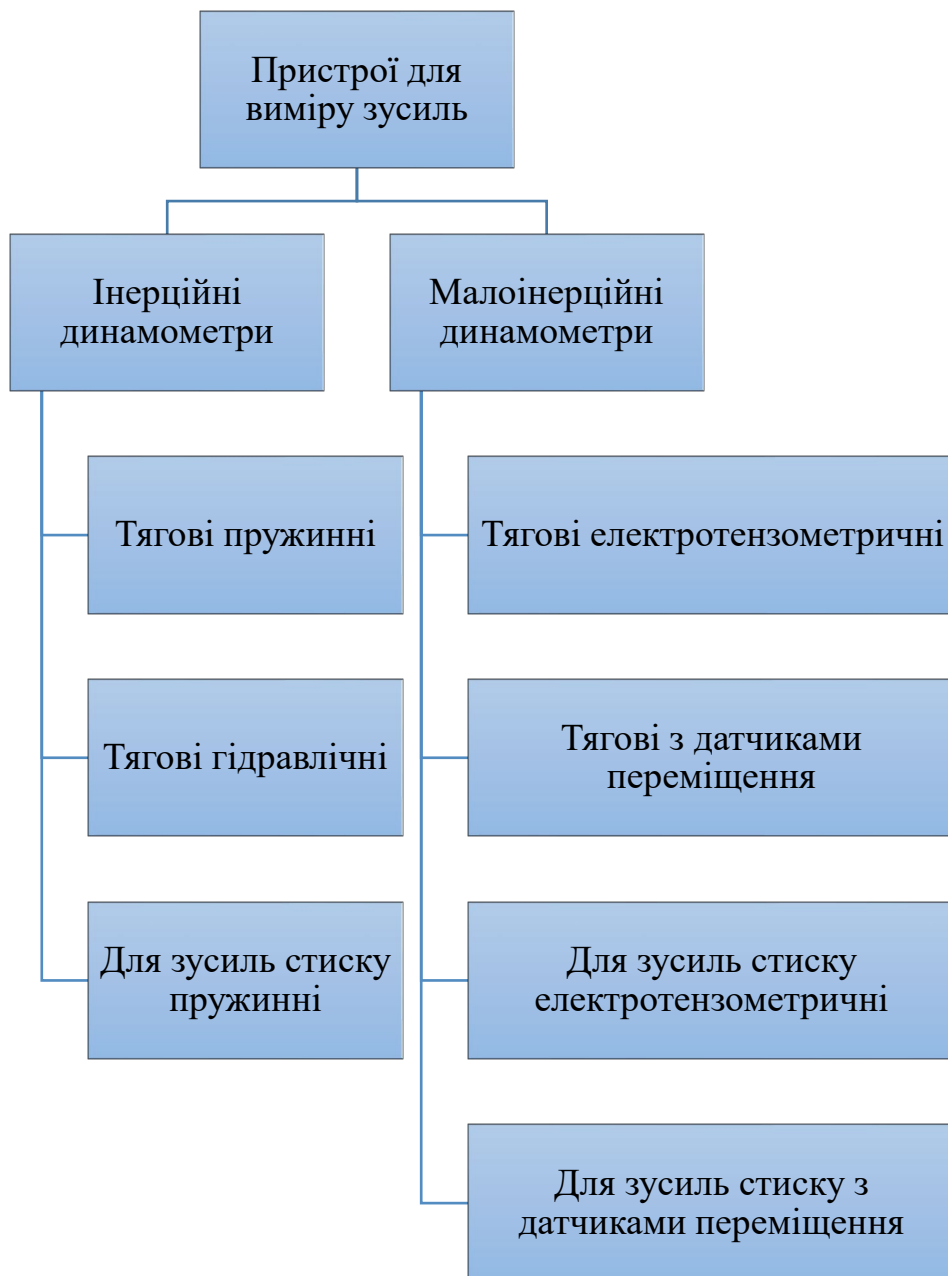


Рис. 1 – Пристрої для виміру зусиль

Інерційні динамометри застосовують для вимірювання змінних зусиль, що змінюються з частотою приблизно до 10 коливань в секунду, а зусилля, що вимірюються малоінерційними динамометрами, можуть досягати багатьох сотень коливань в секунду.

Усі прилади для виміру сил діляться на два види, види – на класи, класи – на групи. В основу поділу приладів за класами та групами покладено принципові та конструктивні відмінності в силовій частині приладів, а також способи передачі показань до реєстратора.

Поділ приладів на пружинні та гідравлічні вельми умовно. Гідравлічні прилади мають основним вимірювальним елементом також пружину, і вся різниця полягає лише в тому, що в пружинних динамометрах зусилля передається до пружини механічним шляхом, а в гідравлічних через рідину.

### Список використаних джерел:

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. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довільних структур. *Національний технічний університет «ХПІ»: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування*. Х.: НТУ «ХПІ», 2012. № 64 (970). С. 26–30.
10. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.
11. 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>.
12. 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

## ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ТРАКТОРІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

**Невдачин М. П. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд технологій що застосовуються при випробуваннях тракторів сільськогосподарського призначення.*

Проаналізуємо, які показники ефективності сільськогосподарського трактора можна отримати у польових умовах, використовуючи бортову вимірювальну систему і які для цього потрібні первинні перетворювачі.

Отримання показників надійності передбачає визначення величини напрацювання на відмову II і III груп складності, що виключає можливість їх отримання за короткий термін за допомогою бортової вимірювальної системи.

Методи визначення максимального тиску рушіїв на ґрунт викладені в ГОСТ 26953-86 і вимагають використання платформних ваг і визначення площі контакту шини. Платформні ваги повинні бути повіреними. Нормативні значення максимального тиску рушіїв на ґрунт збігаються зі значеннями ГОСТ 26955-86.

Інші функціональні показники відповідно до переліку критеріїв ефективності сільського та лісового господарства можна визначити за допомогою бортової вимірювальної системи і комплекту датчиків (табл. 1.1).

Таблиця 1 – Показники і первинні перетворювачі для їх визначення

Показники	Одиниця виміру	Тип датчика	Тип сигналу датчика
Швидкість руху	км/год, м/с	Колієвимірювальне колесо	дискретний
Тягове зусилля	кН	тензодатчик	аналоговий
Буксування	%	Датчики положення рушіїв	дискретний
Витрати палива	кг/год, г/кВт-год	Регулятор потоку палива	дискретний

Типова схема розташування первинних перетворювачів на тракторі при проведенні випробувань показана на рис. 1.

Як видно з табл. 1, первинні перетворювачі для визначання показників тракторів по типу вихідного сигналу поділяються на два типи: аналогові і дискретні.

Первинні перетворювачі за допомогою кабелів підключаються до блоку реєстрації, який зазвичай виконує функції фіксації, цифрової обробки, обчислення та реєстрації поточних показників і їх усереднених значень за досвід.

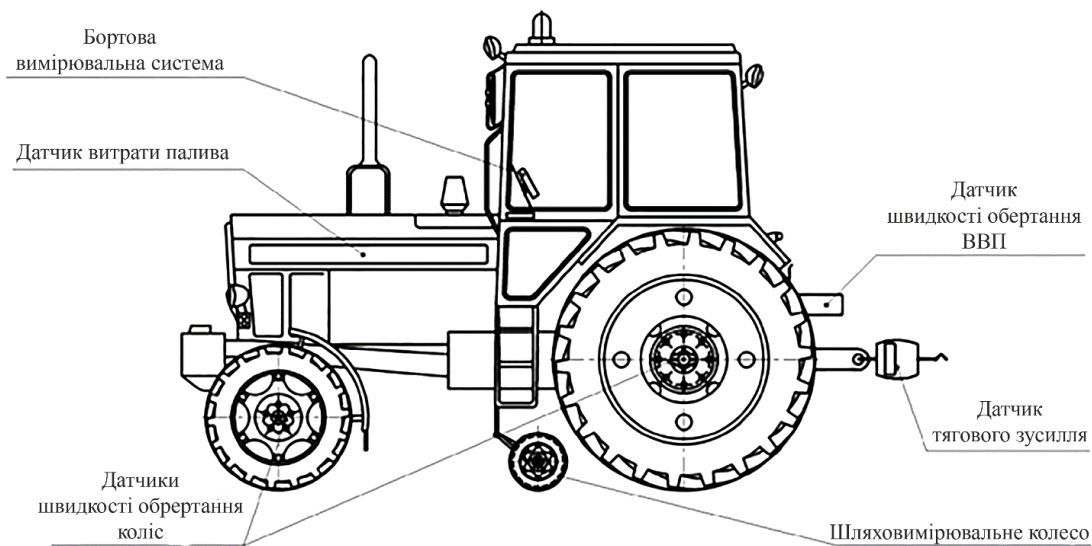


Рис. 1 – Схема установки первинних перетворювачів на тракторі

Отримання і обробка результатів випробувань при використанні вимірювальної інформаційної системи в залежності від природи інформаційної сигналу включають в себе кілька етапів.

Обробка аналогових сигналів проходить в наступній послідовності:

- апаратна фільтрація перешкод;
- перетворення в цифровий вигляд;
- цифрова обробка в сигнальному процесорі;
- реєстрація та накопичення;
- розрахунок фізичної величини на основі коефіцієнта перетворення;
- передача отриманої величини на реєстрацію або відтворення;
- аналіз отриманої величини на адекватність заданої моделі.

Обробка дискретних сигналів проходить наступним чином:

- апаратна реєстрація переходу рівня напруги;
- збільшення лічильника переходів;
- розрахунок фізичної величини на основі коефіцієнта перетворення;
- передача отриманої величини на реєстрацію або відтворення.

Ще одним параметром, використовуваним для розрахунків, є час. Від точності вимірювання часу залежить точність визначення таких показників, як швидкість, потужність, часова та питома витрати палива.

### Список використаних джерел:

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. 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

## МЕХАТРОННА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ РАДІУСУ КОЛЕСА

Юр'єв В. Р. студент, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено огляд конструкції та принцип дії мехатронної системи контролю радіусу колеса.*

Ультразвуковий далекомір HC-SR04 найвідоміший датчик для застосування в робототехніці, Arduino, Raspberry Pi, ESP8266 і ESP32 модулях. Дозволяє вимірювати відстань до об'єкта в діапазоні від 2 до 700 см. Датчик має невеликі габарити і простий інтерфейс.

Максимальну відстань до об'єкта в діапазоні тобто діапазон чутливості, можна змінювати в межах від 400 до 700 см змінюючи номінал резистора R7.

Датчик HC-SR04 має досить компактні розміри. Висота датчика 15 мм, а його ширина 40 мм, що дозволяє встановлювати датчик в компактні сенсорні мехатронні системи.

Датчик має генератор та приймач ультразвуку які змонтовані на одній платі.

Ультразвукове загасання в повітрі дуже велике, яке можна застосовувати тільки в невеликому просторі. На практиці ультразвукова система ранжирування застосовується в ближньому вимірі, точність сантиметрового рівня. Ультразвукові пускові установки передають ультразвукові хвилі в певному напрямку і починають синхронізацію одночасно із запуском. Ультразвукові хвилі поширюються в повітрі і відразу ж повертаються, коли на шляху виникає перешкода. Ультразвуковий приймач негайно зупиняє синхронізацію після прийому відбитих хвиль (рис. 1).

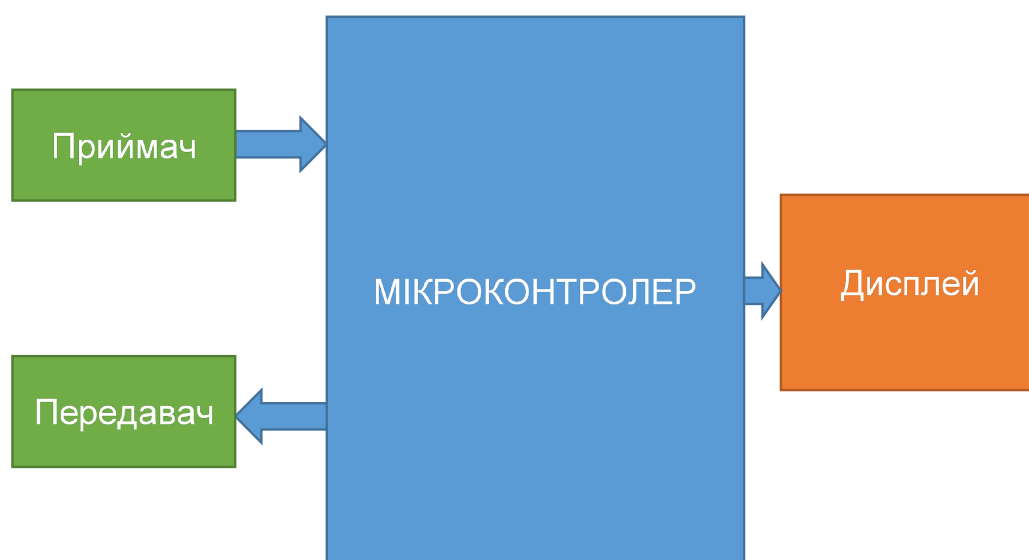


Рис. 1 – Структурна схема мехатронної системи контролю радіусу колеса



Передавач отримує вихідний імпульс у вигляді серії прямокутних хвиль, ширина яких є тимчасовим інтервалом передачі ультразвуку. Чим більше вимірювання відстаней об'єкта, тим більше ширина імпульсу. Номер вихідного імпульсу пропорційний вимірюваній віддалі. Вимірюється ширина вихідного імпульсу, тобто часовий інтервал між передачею ультразвукової хвилі і прийомом ультразвукової хвилі, тому вимірювання відстаней:

$$S = \frac{1}{2vt}, \quad (1)$$

де  $S$  – відстань від датчика до поверхні;  $v$  – швидкість ультразвуку;  $t$  – час.

Ультразвукова система вимірювання відстані, заснована на одночиповому мікроконтролері, повинна генерувати прямокутну хвилю з частотою 40 кГц з використанням мікроконтролера, а після посилення за допомогою схеми запуску ультразвукового датчика і випускаються ультразвукові хвилі. Ультразвукова хвиля відбивається рефлектором і приймається прийомним датчиком, а потім посилюється і формується приймальною схемою для управління перериванням одночипового мікроконтролера. Системна блок-схема, як показано.

Одночипова ультразвукова система вимірювання відстані реєструє час ультразвукового випромінювання і час прийому відбитої хвилі через підсилювач. При прийомі відбитої хвилі ультразвукової хвилі на вихідному кінці приймальної схеми генерується негативний перехід, і сигнал запиту переривання генерується на вхідному порту джерела зовнішнього переривання мікроконтролера з одним чіпом. Мікроконтролер відповідає на запит зовнішнього переривання і виконує зовнішню процедуру обслуговування переривання для зчитування різниці в часі. Обчислить відстань, результат виводиться на світлодіодний дисплей і використовує точний час, точність вимірювання відстані висока. Багато ультразвукові системи ранжування використовують цей метод проектування.

Мехатронний датчик радіусу колеса розташовується за колесом трактора вздовж горизонтальної осі колеса (рис. 2).

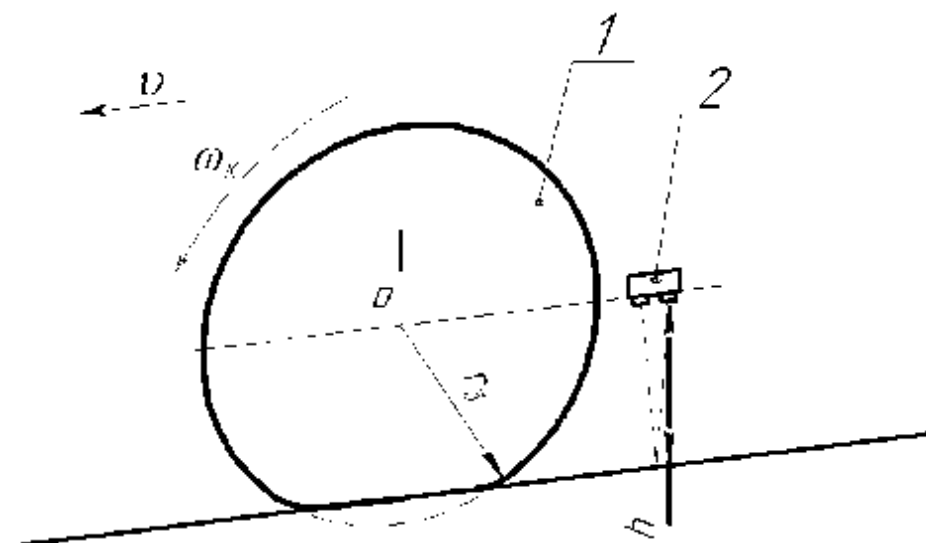


Рис. 2 – Схема встановлення датчика радіусу колеса

Датчик 2 встановлюється як можна ближче до колеса 1. При визначенні динамічного радіусу необхідно враховувати деформацію ґрунту, що утворена ґрунтозачепами. Датчик динамічного радіусу колеса має наступні переваги: високу точність вимірювання; високу швидкість (швидкодію); простоту конструкції.

Діапазон вимірювання складає 10-400 см, а точність вимірювання становить 1 см. При вимірі немає прямого контакту з вимірюваним об'єктом.

#### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних 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. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довільних структур. *Національний технічний університет «ХП»*: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х.: НТУ «ХП», 2012. № 64 (970). С. 26–30.
10. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.

УДК 631.372

## ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ДВИГУНА ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

**Задорожний В. П. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі наведено обґрунтування системи автоматичного керування режимами роботи двигуна тракторного агрегату.*

Залежно від конкретних умов руху, складу тракторного агрегату, виконуваної сільськогосподарської операції тощо завдання керування режимами роботи двигуна трактора можуть бути різними. На більшості енергоємних операцій, коли двигун може бути повністю завантажений при заданому діапазоні робочих швидкостей агрегату (оранка, суцільна культивация, розкидання добрив), метою керування є забезпечення максимальної швидкості пересування з метою отримання найвищої продуктивності. Для досягнення цього, двигун встановлюється в режим максимальних обертів, а коробка передач включає таку передачу, яка забезпечує максимально низьке передавальне число трансмісії, при якому двигун може стабільно працювати в режимі максимальної потужності.

В інших випадках швидкість роботи тракторного агрегату може бути обмежена агротехнічними вимогами (міжрядна обробка, посадка саджанців, боронування, збиральні роботи) або умовами безпеки, збереження вантажу і самої машини (транспортування). При цьому двигун, як правило, недовантажений і працює на часткових характеристиках при зниженій потужності. Швидкість регулюється зміною положення педалі акселератора, яка підлаштовує всережимний регулятор оборотів двигуна під режим швидкості, необхідний для цієї операції.

Через недовантаження двигуна в розглянутих випадках діапазон регулювання швидкості відносно великий. У сучасних швидкохідних дизелях вона дорівнює 3 і більше. Перемикання швидкостей також може використовуватися для розширення діапазону регулювання швидкості.

Коли трактор працює з машинами, робочі органи яких приводяться в рух від незалежного ВВП, що підтримує постійну швидкість (наприклад, збиральні машини та ін.), двигун повинен працювати на номінальних обертах. При цьому регулювання навантаження двигуна по потужності можливо тільки перемиканням передач. Швидкість змінюється практично лише дискретно (якщо знехтувати зміною швидкості через ступінь нерівномірності регулятора і зміни пробуксовки провідних коліс трактора).

Ці приклади не вичерпують всіх умов експлуатації трактора, але є найбільш характерними, дозволяючи уявити собі складність вимог до САК за режимами роботи двигуна.

Існуючі САК, що застосовуються на різних сільськогосподарських машинах, поділяються на два класи: системи постійної потужності, які підтримують постійну роботу двигуна і потужність при заданому положенні

системи керуючого органу, і системи постійної швидкості, що підтримують постійну швидкість машини. Необхідність створення системи, що підтримує постійну швидкість вперше була обґрунтована М. А. Ізерманом в 1941 р., а конструктивне рішення цього завдання було здійснено набагато пізніше Л. І. Гром-Мазнічевським при розробці автоматичної гідростатичної трансмісії трактора. Крім того, існують системи, що підтримують постійний крутний момент на робочому органі самохідної машини (комбайнова молотарка, ротор екскаватора та ін.).

САК режимами роботи двигуна тракторного агрегату, мабуть, повинні містити всі ці режими – режим постійної потужності, постійної швидкості і режим підтримки постійного високого навантаження на двигун (за крутним моментом), тобто він повинен бути багаторежимним.

### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних 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. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.

УДК 631.372

## МАЙБУТНЄ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА: АВТОНОМНИЙ ЕЛЕКТРИЧНИЙ ТРАКТОР

**Кісь О. В., магістр, Антощенко Р. В., д.т.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі обґрунтовано концепцію майбутнього сільськогосподарського виробництва, що полягає у застосуванні автономних електричних тракторів.*

В останні роки, з бурхливим розвитком індустріалізації, сільськогосподарські машинобудівні заводи поступово замінили традиційні трудомісткі методи ведення сільського господарства, підвищили ефективність роботи і знизили потреби в робочій силі. Це серйозна зміна в історії сільського господарства. Сьогодні сільськогосподарське машинобудування розвинулося в різні форми, наприклад, агрокультурна техніка для ріллі, для посівів і підживлення, для управління полями тощо. Однак широке використання сільськогосподарської техніки збільшує використання транспортних засобів з двигунами внутрішнього згоряння, викликаючи забруднення повітря, шкоду навколишньому середовищу та швидке споживання ресурсів локальної мережі. За статистикою, світові ресурси природного газу, нафти і вугілля можуть поставлятися ще на 30 років, 55 років і 152 роки. Щоб зменшити шкоду навколишньому середовищу, багато країн почали енергійно просувати галузі, пов'язані з електромобілями, і досягли певних результатів у акумуляторах, гібридних транспортних засобах та електромобілях.

Трактор є мобільною машиною, який часто використовується в сільському господарстві. В основному він використовується для буксирування іншої безмоторної сільськогосподарської техніки для сільського господарства, збору врожаю та посіву. Для легкових автомобілів ключовими критеріями ефективності є швидкість, вантажна сила і тягове зусилля, але для тракторів високі показники швидкості не важливі. Трактор повинен тягнути сільськогосподарську техніку. Він може мати різні режими роботи в залежності від сільськогосподарських машин, якими він оснащений. Якщо за трактором встановлений плуг, то проводиться оранка. Якщо трактор оснащений роторним плугом, пристрій силової передачі трактора може використовуватися для роторного обробітку ґрунту. Сільськогосподарські трактори, що використовуються на Тайвані, менше приводяться в рух двигуном внутрішнього згоряння. Розвиток сільськогосподарської техніки повинен відповідати вимогам користувачів та забезпечувати безпечні та екологічні умови праці та зменшувати попит на робочу силу, підвищувати комфорт роботи для кращого сільськогосподарського виробництва.

Електричні трактори вивчаються з 19 століття. Перший електричний трактор з'явився в США, а наступні розробки в основному привелися в дію від АКБ. Електричний трактор потужністю 36,8 кВт, виготовлений німецькою компанією Сіменс у 1912 році, був першим електричним трактором, який в

основному використовувався для роторних операцій з обробку ґрунту. Німецька компанія Bungartz розробила електричний трактор під назвою Torfer в 1945 році. Він оснащувався коробкою передач і мав функцію регулювання швидкості. Його ключовою характеристикою було переміщення як вперед, так і назад з поворотом. Пізніше General Electric (США) представила серію електричних тракторів ElecTrak. Цей електричний трактор використовував свинцево-кислотні акумулятори для живлення двигунів постійного струму з постійними магнітами. Потужність двигунів становила від 5,9 кВт до 11 кВт. Крім того, трактор оснащувався поворотним перетворювачем, який міг буксирувати інші сільськогосподарські знаряддя. З 1990-х років техніка управління та акумуляторних технологій швидко розвивалася, а продуктивність електричних тракторів поступово покращувалася, і з'явилося більше досліджень, присвячених розробці електричних тракторів та їх електромеханічної конструкції.

Багато досліджень присвячено вивченню продуктивності і стійкості тракторів. Існує багато досліджень проблем автономного водіння, але дуже мало про інтелектуальні електромобілі для безпілотного водіння у сільському господарстві. Тому проблема створення автономного електричного трактору є актуальною та перспективною для сільськогосподарського виробництва.

#### **Список використаних джерел:**

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних 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. 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.
7. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.

УДК 631.372

## ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ

Сміцков Д. С. аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі зазначено необхідність проектування трансмісії повнопривідних колісних тягово-транспортних машин.*

Сільськогосподарські агрегати, що являють собою зчіпку 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.

Дійсні кутові швидкості мобільної машини, прискорення і швидкості фільтруються методом обробки даних ІВП [1], компенсується кут нахилу елемента СГА, вібрації та шуми видаляються фільтром Баттерворту.

Виконані дослідження сільськогосподарського агрегату підчас яких застосовано вимірювальну систему з інерційними вимірювальними пристроями та розроблений метод підвищення точності вимірювання параметрів [8].

Вимірювальною системою визначали прискорення трактору які перераховуються у тягово-енергетичні показники трактора. Тягова потужність трактора, що визначена класичним способом через тягове зусилля трактора, складає 108,0 кВт [1]. Потужність, що визначена вимірювальною системою через прискорення та обробку даних розробленим методом, складає 101,3 кВт. Похибка вимірювання тягової потужності трактора складає 6,2%. Потужність, що визначена вимірювальною системою через прискорення без обробки даних, складає 98,6 кВт. В такому випадку похибка вимірювання тягової потужності трактора складає 8,7%.

### Список використаних джерел:

1. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоеlementних 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. Artimov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.
10. Антощенко Р. В. До питання дослідження комбінованих сільськогосподарських агрегатів довірливих структур. *Національний технічний університет «ХПІ»: зб. наук. праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування*. Х.: НТУ «ХПІ», 2012. № 64 (970). С. 26–30.



УДК 631.372

## ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСМІСІЙ ПОВНОПРИВІДНИХ КОЛІСНИХ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Череватенко Г. І. аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі зазначено необхідність проектування трансмісій повнопривідних колісних тягово-транспортних машин.*

Новий технічний об'єкт повинен, безумовно, перевершувати існуючі. Це досягається відповідною стратегією проектування, націленою на досягнення високих показників технічного рівня та ефективності виробу, що створюється.

Особливо важливим є етап функціонального проектування, на якому визначаються оптимальні структури та параметри технічного об'єкта. Вирішення завдань функціонального проектування потребує освоєння методів побудови математичних моделей, чисельних методів розв'язання систем рівнянь, що описують функціонування технічного об'єкта, методів оптимізації та структури.

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).

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. ТТМ агрегують з сільськогосподарськими машинами та причепами великої маси.

Удосконалення конструкцій та створення нових ТТМ підвищеної енергоефективності та енергонасиченості потребує поглиблених досліджень динаміки трансмісії особливо повнопривідних машин. Тому дослідження, присвячені визначенню динамічних та тягово-енергетичних показників повнопривідної тягово-транспортної машини, є актуальними та перспективними.

Проектування нової та удосконалення існуючої механічної трансмісії потребує визначення кінематичної схеми, тобто. шляхи та способи підведення потужності від двигуна до коліс. Розрізняють бортові та мостові схеми трансмісій, які можуть бути з блокуванням, диференціальним або змішаним приводом.

На рис. 1 наведено найпоширеніші схеми трансмісій повнопривідних колісних тягово-транспортних машин з колісною формулою 4x4.

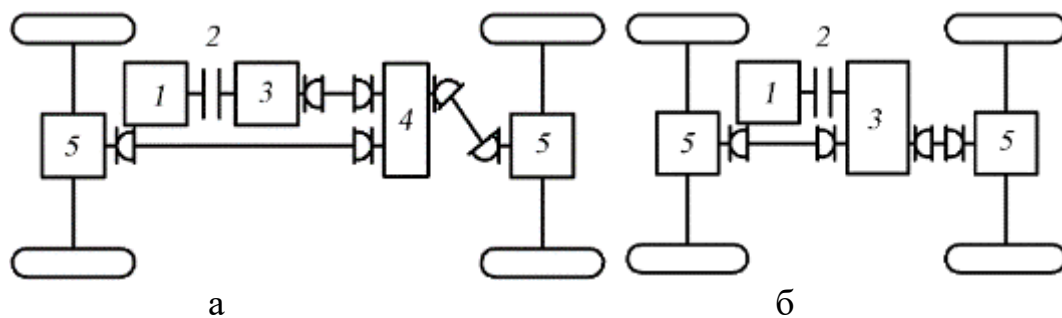


Рис. 1. – Схеми трансмісій повнопривідних тягово-транспортних машин:  
 а – схема трансмісії з мостовим приводом та роздавальною коробкою; б – без роздавальної коробки; 1 – двигун; 2 – зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – роздавальна коробка; 5 – головна передача та диференціал

Роздавальна коробка 4 зазвичай є обов'язковим агрегатом в трансмісії повнопривідної колісної машини з мостовим приводом 5, за винятком випадку, коли функцію роздавальної коробки виконує коробка передач 3.

### Список використаних джерел:

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. Artimov, N., Antoshchenkov, R., Antoshchenkov, V., Ayubov, A. Innovative approach to agricultural machinery testing. *Engineering for Rural Development*, 2021, 20. 692–698.
6. 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.
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.
8. Антощенко Р. В., Ковальов Р. Ю. Мехатронна інформаційна система машино-тракторного агрегату. *Механізація сільськогосподарського виробництва. Вісник ХНТУСГ*. Х.: ХНТУСГ, 2011. Вип. 107. Т. 2. С. 110–113.
9. Кісь О. В., Антощенко Р. В. Комп'ютеризація та інформаційні технології у сільському господарстві. *Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Технічні науки. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. № 199. 2019 – С. 229–234.

•

Секція 5

**ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ  
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ  
ТА ОБЛАДНАННЯ**

УДК 539.3:534.1

## МОДЕЛЮВАННЯ ДЕФОРМУВАННЯ БАГАТОШАРОВОГО СКЛІННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ УДАРНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

**Сметанкіна Н.В., д.т.н., старший науковий співробітник**

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України*

*Запропоновано метод дослідження коливань багатошарового скління транспортних засобів при ударному навантаженні. Модель скління базується на уточненій теорії багатошарових пластин. Розрахункові результати добре узгоджуються з експериментальними даними.*

Багатошарове скління транспортних засобів є одним з основних конструктивних елементів, яке може піддаватися інтенсивним динамічним навантаженням. Воно повинно задовольняти вимоги щодо ударної міцності та надійності за умови збереження своїх експлуатаційних характеристик. Тому розрахунок та проектування елементів скління, що відповідають зазначеним вище вимогам безпеки, є актуальною проблемою.

У більшості випадків проектування багатошарових елементів конструкцій транспортних засобів, а саме наземного транспорту, здійснюється на основі експериментальних даних шляхом емпіричного підбору пакету шарів [1]. Теоретичне обґрунтування конструкторських рішень практично відсутнє. Це пояснюється складністю розв'язання задач нестационарної динаміки композитних конструкцій при нестационарних навантаженнях [2]. Основними методами дослідження динамічного відгуку конструкції є чисельні методи, які пов'язані з дискретизацією розглядуваної системи, наприклад, метод скінченних елементів [3]. Тому важливою задачею є розробка методів, які дозволяють подати розв'язок в аналітичному вигляді з урахуванням особливостей нестационарного деформування багатошарових конструкцій. Метою роботи є розробка методу розрахунку параметрів напружено-деформованого стану елементів багатошарового скління наземного транспорту при впливі ударного навантаження, який дозволяє подати розв'язок задачі в аналітичному вигляді.

Скління розглядається як багатошарова пластина з ізотропних шарів сталої товщини. Форма скління у плані описується рівнянням фігури Ламе. Ударне навантаження здійснюється за допомогою індентора з напівсферичною кінцевою частиною, який скидається на зовнішню поверхню першого шару пластини. Динамічна поведінка скління описується на основі кінематичних гіпотез, які враховують деформації поперечного зсуву, обтиснення вздовж товщині та інерції обертання нормального елемента у межах кожного шару. Рівняння руху скління під впливом ударного навантаження отримано з варіаційного принципу, доповнено рівнянням руху індентора та умовою сумісності переміщення індентора і скління.

Метод розв'язання задачі базується на методі занурення заданої складної області в область канонічної форми [4]. Вихідна пластина занурюється у допоміжну пластину, форма і граничні умови якої обираються таким чином, щоб

розв'язок задачі можна було одержати у аналітичній формі. Розв'язок має найбільш простий вигляд, якщо як допоміжну обрати прямокутну в плані шарнірно оперту пластину. Тоді розв'язок вихідної задачі можна записати у вигляді розвинень у тригонометричні ряди по функціях, що задовольняють граничні умови шарнірного опирання.

Щоб забезпечити виконання вихідних граничних умов, до допоміжної пластини додаються додаткові компенсуючі навантаження. З умови задоволення вихідних граничних умов на межі вихідної пластини формується система інтегральних рівнянь, з якої визначаються компенсуючі навантаження. Функції переміщень та компенсуючих навантажень розвиваються в подвійні тригонометричні ряди по функціях, що задовольняють граничні умови допоміжної пластини.

З метою підтвердження вірогідності чисельних результатів проведено їх порівняння з експериментальними даними, які отримано при ударному навантаженні п'ятишарового шарнірно опертого елемента скління при ударі сталевим індентором. Розрахункові й експериментальні дані добре узгоджуються між собою, що підтверджує вірогідність чисельних результатів. Максимальне значення напруження не перевищило допустимого значення, що дозволяє рекомендувати розглядуване скління для подальшого практичного впровадження.

Розроблений метод може бути використаний при проектуванні безпечного багатошарового скління сільськогосподарської техніки з урахуванням умов експлуатаційного та аварійного динамічного навантаження.

#### **Список використаних джерел:**

1. Sierikova O., Koloskov V., Degtyarev K., Strelnikova O. The deformable and strength characteristics of nanocomposites improving. *Materials Science Forum*. 2021. Vol. 1038. P. 144–153.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

УДК 519.6:001.5

## DEVELOPMENT OF METHODS FOR PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELING OF COMPLEX SYSTEMS

**O. Zavgorodniy, Ya. Kotko, D. Levkin**

Doctor of Technical Sciences, Professor<sup>1</sup>

Candidate of Economic Sciences<sup>2</sup>

Candidate of Engineering Science, Associate Professor<sup>3</sup>

*State Biotechnological University*

*Abstract. The paper investigates the theoretical aspects of the development and modernization of physical and mathematical modeling methods to improve the quality of functioning of complex systems. Taking into account the disadvantages and advantages of these mathematical models and methods, a list of areas of their possible application is proposed.*

Physical and mathematical modeling is a powerful tool for solving applied engineering problems. The prerequisites for modern achievements in scientific and technological progress are the development of applied mathematical models and the improvement of existing methods of physical and mathematical modeling to improve the quality of automation of complex systems design. Optimization of control processes of complex systems is based on the use of physical and mathematical models and computational methods for their implementation, which involves the study of processes and phenomena of physical nature based on mathematical relationships.

With the development of modern technologies (artificial intelligence, biotechnology, digitalization and digitalization processes), the use of physical and mathematical models and computational methods in interdisciplinary scientific fields is becoming increasingly popular. Among the mathematical models for the calculation and optimization of a number of complex systems, we highlight the following:

- when choosing the optimal mode of operation of a transportation system, a mathematical model based on the Doppler effect is often used. This allows to take into account data for filtering mathematical models and building ROC curves. At the same time, improving the quality of the transport system is achieved by optimizing the energy and time spent on cargo transportation. This allows to reduce the load on individual links and the transport system as a whole by optimizing the movement of vehicles and choosing the optimal routes for the transportation of goods [1];

- mathematical models of parallel computing of complex cyber-physical systems for modeling and identifying high-performance technologies in the presence of a significant number of feedbacks and interaction of a network of computing elements. The computational structures for implementing the calculation and optimization of the objective function parameters are built taking into account the algorithms of multi-parameter regularization to identify the parameters of the modeled system [2];

- applied optimization mathematical models used to calculate and optimize the parameters of technical and biotechnological systems under the influence of thermal

load sources. By applying algorithms constructed using specialized methods from the theory of pseudo-differential operators, the existence of a single solution to boundary value problems for systems of differential heat conduction equations modeling the processes of thermal loading in these systems is substantiated [3].

Thus, the development of new and improvement of existing applied optimization mathematical models and computational methods for implementing the processes of searching and searching for local extrema of the objective function to find the most optimal values of the selected parameters is an integral part of improving the quality of functioning of technical, biotechnological, transport and other systems. Determination and justification of the conditions for the correctness of boundary value problems allows to increase the accuracy of the search process of local extremes by increasing the accuracy of the formalization of boundary value problems in mathematical modeling.

### References

1. Yanjun Li. Mathematical Modeling Methods and Their Application in the Analysis of Complex Signal System / Yanjun Li // Hindawi. Advances in Mathematical Physics. - 2022. - S. 1–10. <https://doi.org/10.1155/2022/1816814>.
2. Petryk M. Methods mathematical modeling and identification of complex processes and systems on the basis of high-performance calculations / Petryk M., Gancarczyk T., Khimich O. // Akademia Techniczno-Humanistyczna Bielsku-Białej, Bielsko-Biała. - 2021. – S. 195. <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/35999>
3. Levkin D. Upravlinnia yakistiu tekhnichnykh rishen v biotekhnologichnykh protsesakh / Levkin D., Zhernovnykova O., Shtonda O. // Vcheni zapysky Tavriiskogo Natsionalnogo Universytetu imeni V.I. Vernadskogo. Seriya: «Tekhnichni nauky». – Kyiv, 2023. – Vol. 34(73). No. 1. – S. 108–112. <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2023.1/16>

УДК: 631.1, 659.1, 615.1, 519.6, 519.86, 339.138 366.42

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У МАРКЕТИНГОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АПВ**

**Стороженко І. П., д.ф.-м.н, професор**

*Державний біотехнологічний університет*

**Ольховська А. Б. д.фарм.наук, доцент**

*Інститут медичних та фармацевтичних наук ПрАТ «ВНЗ «Міжрегіональна академія управління персоналом»*

*Запропоновано математичну модель аналізу та оцінки ризиків у маркетинговій комунікативній діяльності підприємств АПВ та фармацевтичній при просуванні нового продукту на ринок. Отримана модель дозволяє суб'єктам ринку обґрунтовано та своєчасно оцінити ризики при просуванні нових продуктів на ринок.*

Сучасне маркетингове середовище породжує додаткові елементи невизначеності, розширює зони ризикових ситуацій. За цих умов виникає неоднозначність і невпевненість в отриманні очікуваного результату з подальшим підвищенням рівня ризику в діяльності всіх учасників ринку [1].

Функціонування підприємств АПВ за сучасного стану економіки України зумовлює необхідність їх адаптації до можливих ризикових ситуацій у зовнішньому та внутрішньому середовищі [2]. Актуальною проблемою для керівництва підприємства АПВ є мінімізації ризиків, пов'язаних із впровадженням та просуванням на ринок нових товарів за допомогою маркетингових комунікацій, необхідність вибору найкращих методів оцінки ризиків, що забезпечують точність і достовірність очікуваних результатів. В роботах [3, 4] представлено практичний досвід застосування системи управління ризиками в діяльності фармацевтичних підприємств, який може бути поширений на підприємства АПВ.

Метою роботи є розробка математичної моделі для аналізу та оцінки ризиків маркетингової комунікаційної діяльності при просуванні нового товару на ринок в умовах обмеження та економії інвестиційних коштів на маркетингові комунікації.

У своїй маркетинговій комунікаційній діяльності підприємства прагнуть виключити будь-які фактори ризику, які негативно впливають на їх загальну бізнес-діяльність. Але це досить часто призводить до погіршення загальної господарської діяльності у порівнянні з конкурентами. Завжди необхідно шукати компроміс між досягненнями основних економічних показників та загрозою можливих збитків при впровадженні та просуванні нових товарів.

Як правило існує дуже багато чинників, які впливають на ризики. Для підприємств на початковому етапі бажано провести факторний аналіз та виявити найбільш потужні чинники. Проте, навіть після такого аналізу кількість важливих факторів залишається значною. Другою особливістю є те що фактори,



як правило, мають якісний опис. Тому при аналізі ризиків в основному покладаються на думку фахівців. Саме для задач, які дуже погано піддаються формалізації та розв'язуванню звичайними математичними та статистичними методами краще підходять нечіткі моделі [5].

В основу моделі ризиків покладено 18 ризикоутворюючих факторів [4, 6] (таблиця 1). Десять перших з них є зовнішніми, які не залежать від підприємства, та вісім останніх – внутрішні. Для кожного з фактору за думкою експертів були визначені імовірність появи та сила впливу [4]. Ці 36 змінних ( $P$  та  $F$  для 18 факторів) утворюють блок вхідних даних.

Таблиця 1 – Імовірність та сила впливу факторів на підсумковий ризик

<b>Ризикоутворюючі фактори</b>	<b><math>P</math></b>	<b><math>F</math></b>
1. Зміна законодавчої бази	0,4	2
2. Зміна курсу валют	0,8	3
3. Поява на ринку нових аналогічних більш дешевих продуктів	0,4	2
4. Розповсюдження фальсифікованих продуктів	0,4	3
5. Невідповідність споживчих властивостей продуктів очікуванням цільової аудиторії	0,2	3
6. Порушення дистриб'юторами маркетингової комунікативної політики виробника	0,2	2
7. Помилковий вибір цільового сегмента ринку споживачів	0,2	4
8. Втрата контролю над рекламною діяльністю	0,4	2
9. Помилки при виборі стратегії позиціонування	0,4	3
10. Дії конкурентів щодо формування негативного іміджу та репутації підприємства на ринку	0,6	3
11. Недостатність досвіду щодо технологій просування товарів у власної служби маркетингу підприємства	0,6	2
12. Помилки при складанні бюджету на маркетингові комунікації	0,6	3
13. Помилкове визначення мети комунікативної політики	0,4	2
14. Помилки при виборі каналів та інструментів комунікацій	0,6	2
15. Виготовлення неякісної рекламної продукції	0,2	1
16. Недотримання корпоративного стилю рекламної кампанії	0,4	1
17. Недосягнення запланованих обсягів продаж лікарських засобів	0,6	2
18. Перевищення витрат на маркетингові комунікації над доходами	0,6	4

В моделі застосовано шкала рівнів імовірності  $P$  кожного фактору 0...0,25 (малоймовірно), 0,26...0,50 (можливо), 0,51...0,8 (ймовірно) та 0,81...1,0 (значно ймовірно). Сила впливу фактор  $F$  визначалась шкалою від 0 до 5 з гранульованостями 0...1,5 (незначна), 1,5...2,5 (помірна), 2,5...3,5 (критична) та 3,5...5 (катастрофічна).

Модель має три блока вхідних даних втрат, обумовлених зовнішніми факторами (*External*), внутрішніми чинниками (*Internal*) та їх сумою (*Losses*). Вихідні змінні рівномірно розподілені від 0 до 100 % з кроком 10 %. Вихідні змінні мають реальний рівень збитків, які визначені експертами [4].

Взаємодія між імовірністю  $P$  та силою впливу  $F$  фактору визначають ступінь впливу фактору  $Power$  – другий рівень ієрархії схеми. Ступінь впливу має шкалу від 0 до 6, в якій 0 (значно низький), 1 (низький), 2 (помірно низький), 3 (середній), 4 (помірно високий), 5 (високий) та 6 (значно високий). Правило агрегації для вхідних даних – мінімум, а для вихідних – максимум. Отже 36 змінних ( $P$  та  $F$  для 18 факторів) зменшуються до 18 змінних  $Power$ . Процес агрегації продовжується, ще два рази поки не отримуємо вихідні дані втрат *External* та *Internal*. Дані *External* та *Internal* об'єднуються у *Losses*.

В отриманій моделі вводяться вхідні дані та отримується рівень можливих втрат та імовірність цієї події [6]. Модель реалізована на безкоштовній платформі Fuzzy TECH.

За вхідними даними, наведених в таблиці 1, отримано вихідні дані, які представлено на рис. 1.

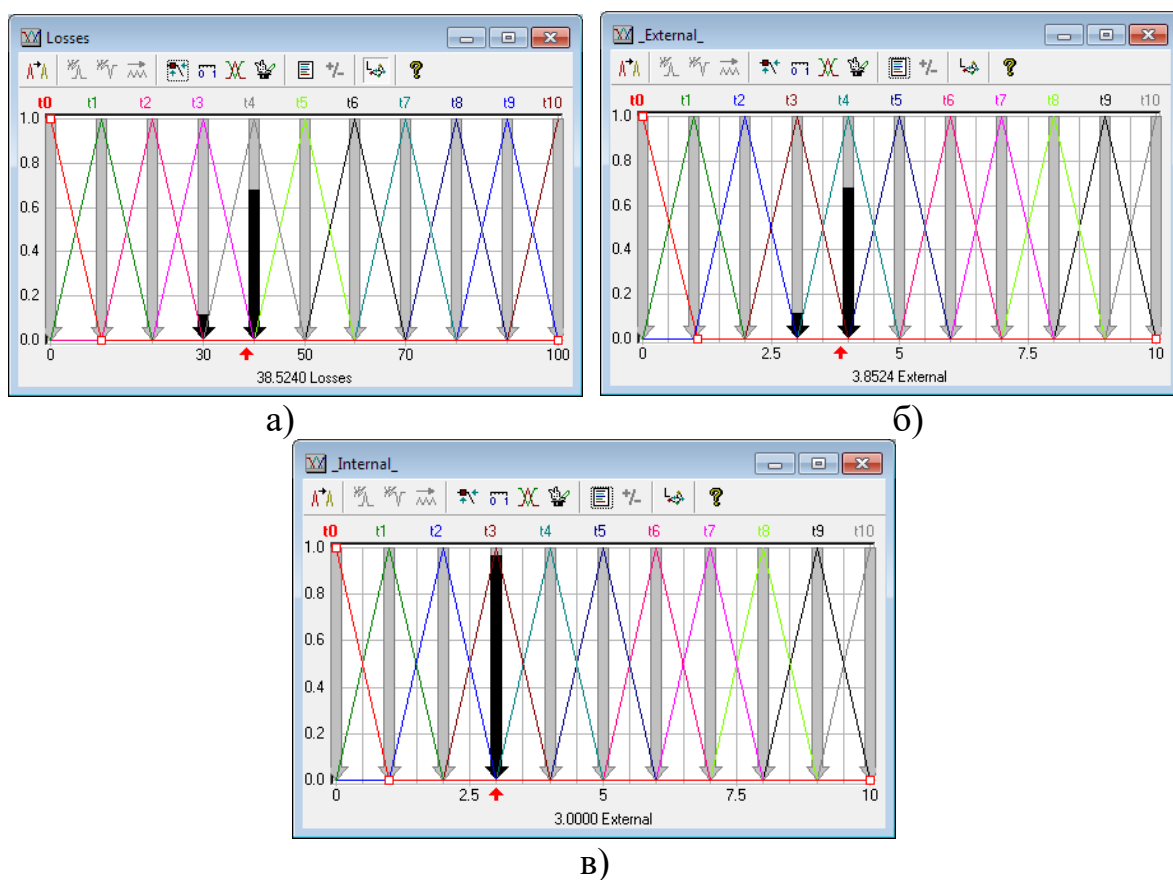


Рисунок 1 – Можливі втрати загальні (а), обумовлені зовнішніми (б) та внутрішніми чинниками (в).

За результатами моделювання, з досить високою ймовірністю 0,7 збитки можуть скласти 38,5%. Збитки від 10 до 45 % розглядаються, як помірні [7]. Аналіз втрат через зовнішні та внутрішні чинники показують, що загальні втрати визнані насамперед зовнішніми факторами.

Керівництво підприємства-виробника не повинно нехтувати достатньо високою залежністю впливу зовнішніх факторів на кінцевий ризик і рекомендувати обирати таку стратегію управління ризиками, щоб пом'якшити їх

вплив на загальні обсяги продажів нової продукції та збільшити бюджет маркетингових комунікацій.

Розглянута модель аналізу була використана на практиці [4] в провідному національному фармацевтичному підприємстві при просуванні безрецептурного лікарського засобу. Розроблена модель дозволила змодельовати різні ситуації впливу зовнішніх і внутрішніх факторів ризику, кількісно визначити ефект їх впливу, а за результатами отриманих значень розрахувати відсоток можливих втрат. Наприклад, було встановлено, що з імовірністю 0,75 введення заборони на рекламу лікарського засобу фармацевтичне виробниче підприємство може зіткнутися з 59,8 % втрат обсягу продажу лікарського засобу та збільшення бюджету маркетингових комунікацій фармацевтичного підприємства.

Таким чином, запропонована модель дозволяє суб'єктам ринку обґрунтовано та своєчасно оцінювати вплив окремих факторів ризику на результати реалізації програми маркетингових комунікацій в умовах обмеження інвестиційних коштів для маркетингових комунікацій.

Модель може бути поширена на інші задачі оптимізації в АПВ, які трудно розв'язуються звичайними математичними методами.

#### **Список використаних джерел:**

1. Kaplan R. S., Mikes A. Managing risks: a new framework. *Harvard Business Review*. June 2012. P. 9.
2. Levkina R.V., Kravchuk I. I., Sakhno I.V., Kramarenko K.M., Shevchenko A.A. The economic-mathematical model of risk analysis in agriculture in conditions of uncertainty. *Financial and credit activity: problems of theory and practice*. 2019. Vol. 3, No 30. – P. 248–255.
3. Samborskyi O., Slobodyanyuk M., Yevtushenko O. There is a question of risk and management of vagueness processes in the field of pharmaceutical. *The scientific heritage*. 2017. Vol. 9, No 9. P. 26–35.
4. Anzhela Olkhovska, Volodymyr Malyi, Ihor Storozhenko. Substantiation for the optimal strategy of risk management in marketing communicative activities of pharmaceutical enterprises based on mathematical model approach. *Scientific Journal "ScienceRise: Pharmaceutical Science"*. 2018. Vol. 15, No 5. P. 24–31.
5. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Пер. с англ. – 2-е изд. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 798 с.
6. Розробка моделі аналізу й оцінки ризиків та вибір стратегії управління ними у маркетинговій комунікативній діяльності фармацевтичних підприємств: методичні рекомендації. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Україна. № 87994; опубл. 23.04.2019.
7. Ольховська А. Б., Малий В. В., Стороженко І. П. Розробка моделі аналізу й оцінки ризиків та вибір стратегії управління ними у маркетинговій комунікативній діяльності фармацевтичних підприємств: методичні рекомендації. Харків : НФаУ, 2018. 32 с.

UDK 621.797

## SIMULATION OF THE THERMAL PROCESS OF GRINDING

**Viacheslav Oleksenko, PhD, professor**

*National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute"*

*This article describes a mathematical model that simulates the determination of the maximum heat on the surface of a metal part during grinding. This model features the ability to change the initial parameters so that the resulting temperature does not exceed the critical one.*

*У статті розкрито математичну модель, яка імітує визначення максимальної температури на поверхні металевої деталі під час шліфування. Її особливість полягає в можливості змінювати початкові параметри таким чином, щоб результуюча температура не перевищувала критичну.*

The key task in production is to create quality products. In industry, the quality of a product depends on the quality of its parts, which in turn depends on the machining of materials. Abrasive processing is widely used in factories to obtain increased accuracy and surface quality. For this purpose, special circles are used, the cutting elements of which are grains. Continuous improvement of machine tools and abrasive wheels has made this process a highly productive one. The workpieces can be processed with micron precision and excellent roughness, which can be achieved, for example, by grinding or polishing.

A common problem in abrasive metal working is an increase in temperature. Heat is generated when the abrasive grain is loaded. Thermal phenomena arise and are concentrated in rather small areas. The generated heat energy provides intensive heating of the part, which can lead to a decrease in quality or damage. Temperatures can rise so high that changes in the structural composition of the surface layer, local melting, deformation, and the formation of microcracks are possible. As a result, the quality of the workpiece decreases or it becomes unsuitable for further use. This is a significant problem for industry, especially in those industries that require a lot of cutting and grinding. Enterprises thus suffer substantial losses. There are known cases of manufacturer's recalls occurring for batches of already sold product due to the fact that the defect was detected during operation. The fact is that the human eye may not notice thermal damage to the metal. A defected part which becomes part of the final product may make it unusable before the end of the warranty period.

Knowing the temperature of not only the part but also the contact surfaces of the cutting grain is important, since thermal conductivity to the grains is possible. Moreover, the temperature of these surfaces determines the diffusion breakdown and wear of the grinding wheels themselves. Therefore, the temperature factor becomes the main limitation in this process.

Temperature can be found from the well-known differential heat equation. However, as a partial differential equation, it has an infinite number of solutions. To select the solution that describes the grinding process from this set, additional conditions must be imposed on the sought temperature function. These are called initial

or boundary conditions. Due to the stochasticity of abrasive machining, this is a very difficult task. At the moment, the variety of mathematical descriptions available does not reflect all the nuances of the grinding process. However, this is not necessary if only the basic patterns are being studied. Therefore, scientists followed the path of rational systematization and used simplified models.

The creation of a model that is as close as possible to the real grinding process and the development on its basis of a computer program that calculates the temperature, speed, force, and other parameters of grinding and which gives appropriate practical recommendations will change the production of products around the world. In view of the importance of this model and without exaggeration, I note that the demand for such a program would be greater than that for the vaccine against COVID-19.

A general analysis of the literature of the 20th century makes it possible to conclude that initially the temperature of the part was judged by the nature and intensity of phase transformations in the surface layer during grinding. The dependence of the contact temperature on the grinding conditions was mainly determined experimentally. The theoretical calculation of grinding temperatures was carried out in accordance with the basic laws of heat transfer. Scientists, under certain conditions, determined the amount of heat in the grinding zone, established its distribution between the part and the wheel, or took into account coolants, etc. As a result, formulas and basic laws of thermal phenomena of the process under study were obtained from the differential heat equation, empirical results, the Fourier problem.

Features of the thermal model during grinding are disclosed in the article [1]. The model is studied under the assumption that the cutting grain has a cylindrical shape. Ellipses are obtained in their section when grinding.

Such a mathematical model provides the possibility for the given initial data to calculate the missing data and find the maximum temperature on the surface of the part in the grinding zone. Moreover, it allows one to analyze the effect on the maximum temperature on the surface of the part in the grinding zone of changes in the initial conditions. The use of coolants can also be attributed to the initial conditions. They have a smell and therefore affect the purity of the air. Their disposal pollutes soil and groundwater. In addition to environmental problems, there are other problems associated with their use. Therefore, in my research I have tried to solve the problem without using coolants. To meet the set research tasks, it became necessary to automate the implementation of the created mathematical model for determining the temperature on the surface of the part during grinding. Based on this model, a computer program has been developed for an approximate calculation of the maximum temperature on the workpiece surface and optimization of the grinding process in the thermal aspect. It is proved that the mathematical model is an acceptable substitute for the process under study.

### **References;**

1. Oleksenko V. Optimization of the Thermal Process of Abrasive Metal Working / Viacheslav Oleksenko // *Acta Metallurgica Slovaca*. – Slovaca, 2021. – VOL. 27, NO. 2. – P. 94-98, <https://doi.org.10.36547/ams.27.2.895>.

УДК 664.8/9

## РОЗВ'ЯЗОК ЗАДАЧІ ПРО РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУРИ У ВНУТРІШНЬОМУ ОБ'ЄМІ ТЕРМОСТАТА ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

**Пак А.О., доц., Мандражи О.А.**

*Державний біотехнологічний університет*

**Пак А.В., доцент**

*Українська інженерно-педагогічна академія*

*В дослідженні наведено візуалізацію наближеного розв'язку задач теорії тепломасообміну з використанням методу R-функцій для виділеного об'єму циліндричної форми. Відмічено, застосування наведеної моделі без урахування утворення та розвитку дисипативних структур не відбиває реальних розподілень температури в термостаті та їх кінетику під час індукованого тепломасообміну.*

Ефективність інтенсифікації процесів тепло- та масообміну в термостаті з вологим колоїдним капілярно-пористим тілом (ККПТ) у його внутрішньому виділеному об'ємі лежить на шляху дослідження математичних моделей з урахуванням широкого діапазону змін теплофізичних параметрів та межових умов. При значних градієнтах температури взаємний вплив процесів тепло- та масообміну призводить до появи нових механізмів тепломасообміну (ТМО), вияви та дослідження яких можна здійснювати на основі аналізу початково-межових задач теорії ТМО. Розв'язки задач теорії ТМО про розподілення температури і вологовмісту в термостаті з трьома фазами, надають можливість виявляти особливості механізму і рушійні сили для процесів тепло- та масообміну та ефективно керувати ними [1-3].

Під час розгляду широкого класу крайових задач різної фізичної природи виникає необхідність у вирішенні диференціальних рівнянь в частинних похідних, в яких досліджувана область має складну конфігурацію. У таких випадках, як правило, використовуються чисельні методи: сіткові [2], варіаційні [3] та проєкційні [4]. Однак, кожен з них має свої переваги і недоліки. Так, сіткові методи володіють великою ефективністю алгоритму, але при цьому не точно враховують геометрію досліджуваного об'єкта. У разі варіаційних методів не завжди можна побудувати базисні функції, які задовольняли б всім необхідним умовам, тому їх використання обмежене [4]. Слід відмітити метод R-функцій [1], що володіє геометричною гнучкістю і універсальністю по відношенню до вибраного способу мінімізації функціоналу [5].

В теорії ТМО всебічно досліджені розв'язки задач лише для таких форм тіл, для яких використовуються інтегральні перетворення (необмежена пластина, циліндр нескінченної висоти, куля) [2-4]. У той же час такі практичні форми, як паралелепіпед, півкуля (або інші частини кулі), циліндр скінченної довжини, похила призма та ін., не стають предметом аналітичних досліджень. Це зумовлено тим, що будь-який метод повинен урахувати як аналітичну, так і

геометричну інформацію задачі.

Метою дослідження є візуалізація наближеного розв'язку задач теорії ТМО з використанням методу  $R$ -функцій, отриманого в роботі [5], та застосування їх для описання ефекту індукованого тепломасообміну (ІнТМО). Візуалізація проводилась шляхом побудування розподілення температури під час ІнТМО у внутрішньому виділеному об'ємі термостата циліндричної форми, що містить три фази: газову, рідку та тверду.

Оскільки ідентифікувати ефект ІнТМО в термостаті можна за кінетикою температури (наявність ділянки кінетики з негативним прирощення температури –  $dT < 0$ ), то скористаємось розробленими алгоритмами для знаходження розподілу температури у внутрішньому виділеному об'ємі термостата циліндричної форми, що містить три фази: газову, рідку, тверду (ККПТ). Обмежимося наведенням в тексті роботи наочних матеріалів.

На рис. 1 наведено розподілення полів температур за різних моментів часу під час ІнТМО в термостаті з циліндричною формою внутрішнього виділеного об'єму, отримані з використанням розробленої математичної моделі.

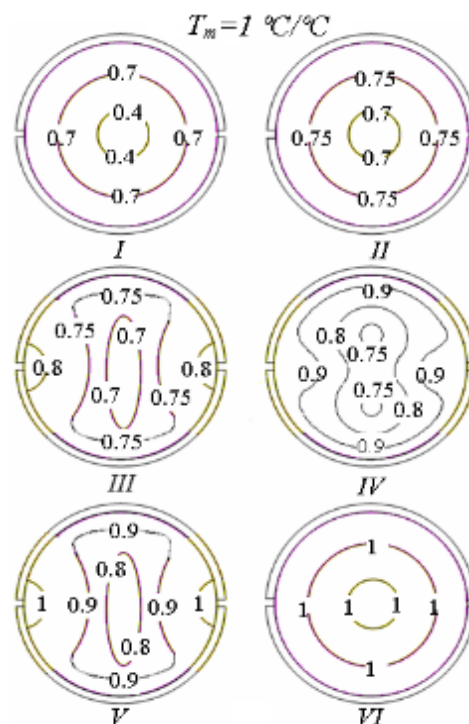


Рисунок 1 – Розподілення полів температур за різних моментів часу у внутрішньому виділеному об'ємі термостата циліндричної форми під час ІнТМО, отримані розв'язком задачі теорії ТМО з використанням методу  $R$ -функцій сумісно з методом малого параметра: *I, II* – нагрівання; *III, IV, V* – ТМО; *VI* – рівновага

Розподілення температур наведені для поперечного перерізу виділеного внутрішнього об'єму термостата. Рис. 1 *I, II* відповідають початку процесу, а саме етапу прогрівання внутрішнього середовища термостата з трьома фазами: газовою, рідкою та твердою (ККПТ). Внутрішнє середовище термостата

прогрівається і починається видалення системної води, причому поширення зони випаровування відбувається від обтюраторів (рис. 1 III, 1 IV). По мірі випаровування води температура шарів, які досягли свого кінцевого вологовмісту, підвищується (рис. 1 V). Рис. 1 VI відповідає завершенню процесу зневоднення – встановлюється рівновага за температурою та вологовмістом.

З отриманих результатів видно, що температура у внутрішньому виділеному об'ємі термостата циліндричної форми, не зменшується, тобто  $dT \geq 0$ , що свідчить або про «зрив» ефекту ІнтМО, або про відсутність його «запуску». Таким чином, застосування розробленої моделі, яка базується на класичних диференціальних рівняннях ТМО навіть з використанням методу  $R$ -функцій, без урахування утворення та розвитку дисипативних структур, тобто без урахування «запуску», «протікання» та «закінчення» ефекту ІнтМО, не відбиває реальних розподілень температури в термостаті та їх кінетику під час ІнтМО.

Прийнятні результати можна отримати, якщо для ефекту ІнтМО вирішувати не тепломасообмінну задачу, а теплову. При цьому врахування масообміну здійснювати через функцію, яка описує розсіяння теплової енергії на фазовий перехід води у газовий стан.

Необхідно відмітити, що розв'язки задачі про розподіл температури та вологовмісту у внутрішньому виділеному об'ємі термостата циліндричної та паралелепіпедної форми, що містять три фази, отримані методом  $R$ -функцій сумісно з методом малого параметра та сумісно з методом Бубнова–Гальоркіна, прийнятні для використання при виявленні особливостей механізму і рушійних сил для процесів тепло- та масообміну без енергії активації в тілах циліндричної та паралелепіпедної форми з точним урахуванням їх геометрії. Відзначене має практичну значимість для дослідження процесу зневоднення сировини з частинками циліндричної форми.

### Список використаних джерел:

1. Погожих М. І. Наближений розв'язок задач теорії сушіння капілярно-пористих тіл складної форми / М. І. Погожих, М. С. Синєкоп, Д. О. Торяник, А. О. Пак // Science Rise – №3/2 (20). – 2016. – С.6-11.
2. Шутюк В.В. Математичне моделювання сушіння харчових продуктів перегрітою парою / В.В. Шутюк, С.М. Василенко, О.С. Бесараб Наукові праці НУХТ. – К. : НУХТ, 2013. – №49. – 84-87.
3. Kumar A. Implicit boundary method for finite element analysis using non-conforming mesh or grid / A. Kumar, S. Padmanabhan, R. Burla // International Journal for Numerical Methods in Engineering. – 2008. – Vol. 74 (9). – P. 1421–1447.
4. Trefethen Lloyd N. Numerical Analysis / Lloyd N. Trefethen // Princeton Companion of Mathematics. – Princeton University Press. – 2006. – 20 p.
5. Погожих М. І. Сумісне використання  $R$ -функцій і проєкційного методу в задачах теорії сушіння / М. І. Погожих, М. С. Синєкоп, А. О. Пак, М. А. Чеканов / Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / [редкол. : О. І. Черевко (відпов. ред.) та ін.]. – Харків : ХДУХТ, 2016. – Вип. 1(23) – С. 284-293



УДК 539.3

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МІЦНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Сичов А.І., к.т.н., доц., Сичова Т.О., к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*В доповіді розглянуто математичне моделювання міцності тонкостінних елементів обладнання. Надано постановку та метод розв'язання задачі осесиметрично навантажених оболонок обертання. Наведені результати розрахунку на міцність тонкостінних елементів ємнісного апарату для трьох математичних моделей.*

В переробних і харчових виробництвах широко використовується багато видів обладнання, яке складається з тонкостінних оболонкових елементів. При його проектуванні важливою задачею є розгляд різних математичних моделей міцності такого обладнання.

У доповіді розглядаються основні розрахункові схеми тонкостінних оболонкових елементів обладнання та математичні моделі осесиметрично навантажених оболонок обертання. Визначальна система рівнянь задає крайову задачу. Для розв'язку цієї задачі використовується чисельний метод дискретної прогонки з ортогоналізацією розв'язків на кроці по координаті С.К.Годунова. Інтегрування відбувається за схемою вкладеного методу Рунге-Кутта-Мерсона четвертого порядку. Для розрахунків міцності тонкостінних елементів обладнання використано пакет прикладних програм.

В розрахунках на міцність ємнісного апарату були розглянути циліндричні, конічні та еліптичні оболонки жорстко закріплені по краю та навантажені внутрішнім тиском. Було розглянуто три моделі оболонок: уточнена з урахуванням поперечного зсуву, класична Кірхгофа-Лява та безмоментна. Отримані значення максимальних напружень, які знайдені з розрахунків для цих моделей, суттєво відрізняються один від одного.

**Висновки.** По результатам дослідження можна зробити висновки, що розрахунки обладнання по уточненим математичним моделям показують більш складний характер напруженого стану в оболонкових елементах обладнання. Таким чином, використання математичного моделювання в розрахунках на міцність дає можливість точно оцінити напружено-деформований стан конструкцій та зменшити величину коефіцієнтів запасу міцності конструкції (матеріалоемність обладнання).

### Список використаних джерел:

1. Ялпачик В.Ф. Розрахунки обладнання харчових виробництв / Ялпачик В.Ф., Буденко С.Ф. та ін. Навчальний посібник. – Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. – 264 с.
2. Сичов А.І., Сичова Т.О. Розрахунки на міцність тонкостінних елементів обладнання переробних і харчових виробництв зі зниженою жорсткістю // Інженерія переробних і харчових виробництв. Харків, 2017. №2(1). С.79-82.

УДК 352.74

## МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ САХАРОЗИ МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ДИНАМІКИ

Торяник Д.О., канд. фіз.-мат. наук

*Державний біотехнологічний університет*

*Проведено комп'ютерне моделювання водних розчинів сахарози різних концентрацій. Отримано дані щодо молекулярної рухливості води у розчинах.*

Сахароза  $C_{12}H_{22}O_{11}$  (рис. 1) є найбільш поширеним вуглеводом, який входить до складу майже всіх рослинних культур та широко застосовується у харчовій промисловості. Це дисахарид, який належить до групи олігосахаридів та складається з двох моносахаридів –  $\alpha$ -глюкози та  $\beta$ -фруктози. Велика кількість груп ОН призводить до активної взаємодії молекули сахарози з молекулами води та утворенню великої кількості водневих зв'язків.

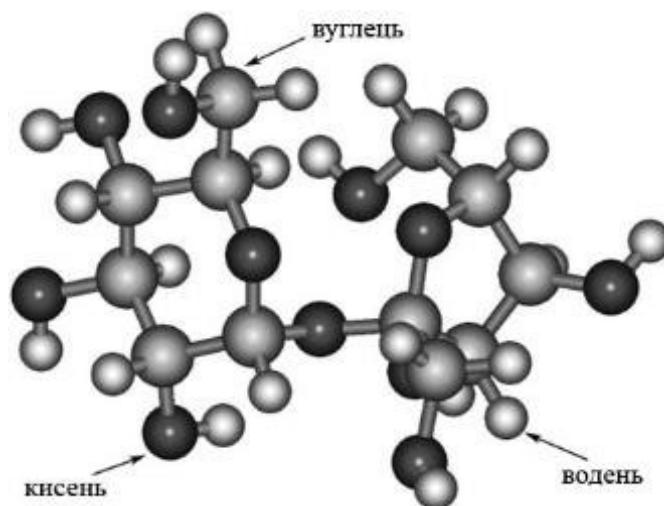


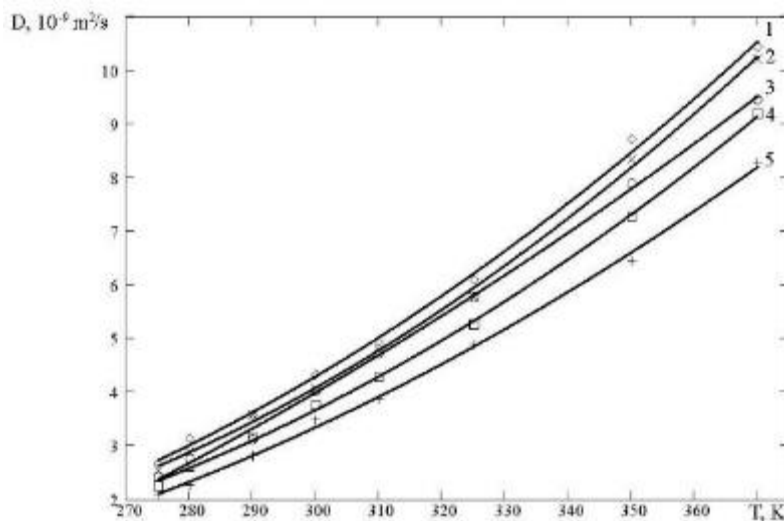
Рисунок 1 – Просторова модель молекули сахарози.

Водні розчини сахарози різної концентрації досліджувались методом молекулярної динаміки. Для розрахунків та обробки результатів використовувалась програма GROMACS. Конфігурація молекули сахарози отримана за використанням програми PRODRG і адаптована для використання програмою GROMACS.

Проведено моделювання систем, що відповідають 5%, 10% і 15% водним розчинам сахарози. Розчину сахарози з концентрацією 5% відповідає кубічна комірка з довжиною ребра 4,51нм, яка містить 8 молекул сахарози та 2901 молекулу води. Розчину сахарози з концентрацією 10% відповідає кубічна комірка з довжиною ребра 3,58 нм, яка містить 8 молекул сахарози та 1371 молекулу води. 15% концентрації розчину сахарози відповідає комірці з ребрами 3,15 нм, 2,93 нм і 3,25 нм, яка містить 8 молекул сахарози та 860 молекул води. Чисельний експеримент проводився за температур 275 К, 280 К, 290 К, 300 К, 310 К, 325 К, 350 К і 370 К та за умови нормального тиску. Також для порівняння

результатів було проведено моделювання чистої води за таких самих температур. Для цього було взято кубічну комірку з ребром 3,13 нм, яка містила 1022 молекули води.

Вихідні конфігурації, які відповідають системам, що було змодельовано, створено засобами які є в програмі GROMACS. Попередньо системи було приведено у рівноважний стан мінімізацією енергії за допомогою короткого молекулярно-динамічного розрахунку. Повне моделювання методом молекулярної динаміки проводилося з шагом 0,001 пікосекунди. Координати атомів системи записувались в файл через 500 шагів, тобто кожні 0,5 пс. Розрахунковий час при моделюванні розчинів за кожної температури становив 5000 пс.



Концентрації розчину сахарози:

1 – чиста вода, 2 – 5%, 3 – 10%, 4 – 15%, 5 – 30%.

Рисунок 2 – Залежність коефіцієнта самодифузії від температури.

Під час обробки результатів було отримано залежності середнього квадрату зміщення центру мас молекул води від часу. Базуючись на цих даних було розраховано коефіцієнти самодифузії води та побудовано температурні залежності для розчинів досліджених концентрацій (рис. 2). Порівняння за однакових температур для різних концентрацій розчинів показує, що при невеликих концентраціях сахарози наявність молекул цукру мало впливає на рухомість молекул води. Наприклад, за температури 300 К коефіцієнти самодифузії молекул води в розчинах з концентраціями сахарози 5%, 10% і 15% менше ніж у чистій воді відповідно на  $0,267 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ ,  $0,312 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$  і  $0,581 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{с}$ .

Більше інформації про зв'язування води молекулами сахарози дає кількість водневих зв'язків, що утворює сахароза з молекулами води, а також структура гідратної оболонки молекул сахарози та кількість молекул води, з яких вона складається. Цей розрахунок можна виконати на основі файлів координат, які отримано під час комп'ютерного експерименту. Розраховано, що приблизно через 200 пікосекунд кількість молекул гідратної оболонки починає коливатись

навколо деякого середнього значення, яке майже не залежить від концентрації розчину. Аналогічну картину дає розрахунок кількості водневих зв'язків між молекулами сахарози та води.

Таким чином проведене моделювання водних розчинів сахарози методом молекулярної динаміки дозволило детально проаналізувати структуру розчинів сахарози та оцінити вплив концентрації сахарози та температури на молекулярну рухомість.

**Список використаних джерел:**

1. Erik Lindahl, Berk Hess and David van der Spoel. GROMACS 3.0: A package for molecular simulation and trajectory analysis // J. Mol. Mod. 2001. № 7. P.306-317.
2. Schuettelkopf A.W. and van Aalten D.M.F. PRODRG – a tool for high-throughput crystallography of protein-ligand complexes // Acta Crystallogr. – 2004. – D60. – P.1355-1363.

УДК 551.524.3

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИСОТИ СНІГОВОГО ПОКРИВУ В УЧБОВОМУ МІСТЕЧКУ «ДОКУЧАЄВСЬКЕ»

**Масленніков Д.І., к. фіз.-мат. н., доцент**  
**Масленнікова В.В., канд. ек. наук, доцент**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено результати аналізу середньої висоти снігового покриву на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле ДБТУ) за період спостережень з 1968 по 2019 рр. Встановлено, що середня висота снігового покриву протягом 52 років має тенденцію до зменшення на фоні періодичних коливань.*

Зміна клімату - це одна з найбільш значущих проблем у сфері охорони природного середовища і збалансованого природокористування. Причина зміни клімату лежить в площині збільшення впливу техногенних факторів, які ведуть до порушення природної рівноваги всієї кліматичної системи. А це в свою чергу веде до зміни метеорологічних величин, збільшення повторюваності виникнення атмосферних явищ. У зв'язку з глобальними змінами клімату охорона природного середовища розглядається як на національному так і міжнародному рівнях. Запас води у ґрунті прямо пропорційний висоті снігового покриву. А від запасу води залежить швидкість і величина сходів, отже, і майбутня врожайність.

**Метою** даного дослідження є аналіз зміни середньої висоти снігового покриву на МС Рогань (дослідне поле університету) за період спостережень з 1968 по 2019 рр. В ході досліджень застосований метод ковзного середнього, кореляційного і регресивного аналізів, графічний і картографічний методи. З їх допомогою виявлено просторово-часова мінливість середньої річної температури повітря.

Проблеми клімату вивчають багато вчених. Мікрокліматичні дослідження розпочати ще в 50-х роках, багато приділяється уваги їм і в сучасній Україні [1,2]. У 2016 році була запропонована математична модель середньорічної температури повітря на МС Рогань [3].

**Результати досліджень.** Для встановлення динаміки середньої висоти снігового покриву на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле університету) аналізувалися часові ряди висоти снігового покриву за період з 1968 по 2019 рр. Дані наведені в таблиці 1.

Оцінка кліматичних трендів проводилася методами кореляційного і регресійного аналізів. Був знайдений коефіцієнт кореляції між середніми висотами снігового покриву і часом в роках,  $r=-0,50$ . Знайдено рівняння прямої лінії регресії

$$x=-0,258t+20,076, \quad (1)$$

де  $x$ -відповідна середня висота снігового покриву, см,  $t$ -час у роках, причому 1968 вважається першим.

Таблиця 1 – Середня висота снігового покриву, см, МС Рогань (дослідне поле

ХНАУ)

Рік	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Середня висота, см	19,3	2,0	39,8	13,2	7,3	4,8	5,1	4,9	39,1
Рік	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Середня висота, см	33,6	31,6	44,8	20,8	5,3	12,8	4,8	18,3	16,3
Рік	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Середня висота, см	5,8	42,6	11,6	9,3	5,8	10,4	10,7	11,1	12,5
Рік	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Середня висота, см	9,8	26,1	9,9	10,6	9,8	16,3	7,9	6,8	15,7
Рік	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Середня висота, см	8,1	7,6	20,4	3,5	7,0	6,8	12,8	9,1	5,3
Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		
Середня висота, см	6,7	3,9	8,0	13,1	12,5	7,6	3,3		

У формулі (1) коефіцієнти показують, що в середньому за рік протягом 52 спостережуваних років середня висота снігового покриву зменшувалась на 0,258 см. В цілому за період інструментальних спостережень з 1968 по 2019 рр. середня висота снігового покриву зменшилась на 13,4 см.

У ході дослідження було проаналізовано відхилення значень, розрахованих за рівняннями регресії від вимірних середніх висот снігового покриву. Динаміка змін середніх висот снігового покриву повторює періодичні коливання. Тому було проведено апроксимація вище зазначених відхилень методом найменших квадратів. Як шукана була обрана тригонометрична функція

$$\Delta x = (at+b)\sin\omega t + (ct+d)\cos\omega t, \quad (2)$$

де  $\Delta x$  - відхилення середньої висоти снігового покриву від трендових значень, (рівняння (1)),  $\omega = 2\pi/T$  - циклічна частота,  $T$  – період коливань,  $a, b, c$  і  $d$  - постійні коефіцієнти,  $t$  – час у роках, причому 1968 вважається першим.

Обчислення показують, що найкраще відхилення середніх висот снігового покриву від прямої лінії регресії описують коливання з періодом  $T = 9$  років, а коефіцієнти функції (2) при цьому мають такий вигляд:

$$\Delta x = (-0,238t+10,605)\sin 0,698t + (-0,105t+3,748)\cos 0,698t. \quad (3)$$

Об'єднуючи формули (1) та (3), отримаємо остаточну математичну модель

$$x = -0,258t + 20,076 + (-0,238t+10,605)\sin 0,698t + (-0,105t+3,748)\cos 0,698t. \quad (4)$$

На рис. 1 наведено порівняльні значення вимірної середньої висоти

снігового покриву, теоретичної, розрахованої за формулою (4) та розрахованої за рівнянням прямої лінії регресії (1).

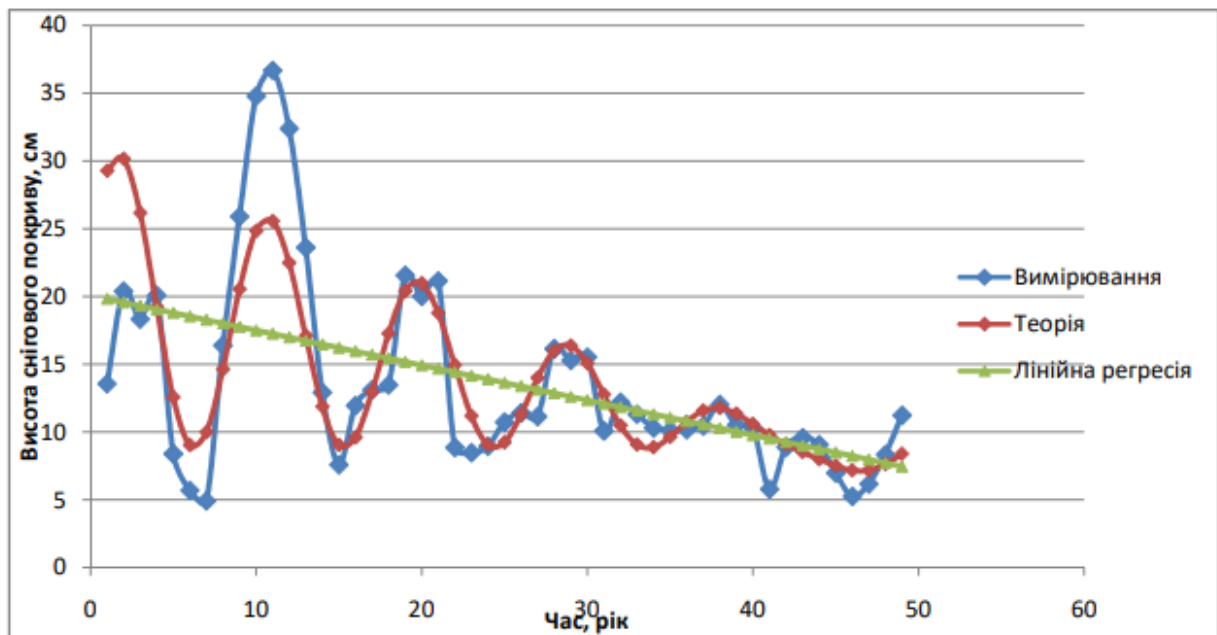


Рисунок 1 – Порівняльні значення середньої висоти снігового покриву

**Висновки.** Тепловий стан атмосфери – це один із складових кліматичної системи, що характеризується температурним режимом. Так, на метеорологічній станції Рогань (дослідне поле університету) спостерігається збільшення середньої річної температури повітря [3], що спричиняє зменшення середньої висоти снігового покриву. З'ясовано, що в середньому за рік протягом 52 років середня висота снігового покриву на дослідному полі ДБТУ, селище Докучаєвське Харківської області) зменшувалась на 0,258 см. У цілому за період інструментальних спостережень з 1968 по 2019 гг. середня висота снігового покриву зменшилась на 13,4 см.

#### Список використаних джерел:

1. Бабіченко В.М. Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури повітря через  $0^{\circ}\text{C}$ ) в умовах сучасного клімату/ В.М. Бабіченко, Н.В. Ніколаєва, С.В. Рудишина, Л.М.Гущина //Укр. географічний журнал – 2009. –№9. – с. 25 – 35.
2. Решетченко С.І. Зміна температурного режиму на території Харківської області/ С.І. Решетченко, Т.Г. Ткаченко, О.Г. Лисенко // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна, Вип. 43, сер. Геологія. Географія. Економіка. – 2015.– С. 153 – 159.
3. Maslennikov D.I. Mathematical model of the microclimatic peculiarities in temperature conditions./ Maslennikov D.I., Tkachenko T.G., Wybrane zagadnie niarolnictwa i ekologii, Monografia, University of Opole, (Польща), 2016, P.72-80.

УДК 001.18

## ПОСЛАННЯ ПЕРЕКАЗІВ ТА ЛЕГЕНД ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ

**Мандражи О.А.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Сучасні інноваційні розробки не мають загрожувати існуванню нашої планети, і якщо для певних питань наукова думка не бачить напрямів до вирішення, то, можливо, є розумним зазирнути у далечінь наших витоків.*

Казки, легенди, оповідання – уся народна творчість є дивовижним надбанням наших предків, що і досі залишається невичерпним матеріалом для сучасників. Дивовижно, адже людство у власних думках, образах використовувало багато технічних наробок ще за тисячоліття до їхнього створення і втілення у життя. Літаюча мітла, килим-самоліт, яблучко, що котиться по тарілочці, клубочки, що вказують шлях, для нас не є дивними речами, враховуючи наскільки стрімко і міцно увійшли в наше життя машини, літаки, комп'ютери, навігатори. Уява людини випередила час і те, що наразі є для нас звичним, лише трохи більше за століття тому було фантастичним, але, як ми тепер розуміємо, не було недосяжним.

Технічний прогрес покликаний робити життя людини більш цікавим, у чомусь простішим, у чомусь екстремальнішим. Але у сучасних розробок є й обернена сторона. На превеликий жаль, одним з негативних проявів, з яким зіткнувся світ, стало забруднення нашої планети. Причому темпи цього процесу настільки швидкі, що вимагають негайних рішень. Викликом став той факт, що з одного боку, ми звикли до технологічних досягнень і вже не можемо від цього відмовитись, а з іншого – людство усвідомлює, що бездіяльність за означеною вище проблемою, може привести до знищення унікальної природи, та й усієї планети Земля, що поки є і залишається для нас нашою єдиною домівкою. Одним з прикладів окресленого, є вироблення полімерних матеріалів, від яких планета задихається, але їхнє виробництво не забороняється, оскільки розвиток у цьому напрямі визнається перспективним і для комфортного життя людей, і для технічного прогресу. У багатьох сферах полімери вважаються незамінними, наприклад, при виготовленні фільтрів очищення, необхідність застосування яких у різноманітних галузях важко заперечувати. Постає питання з утилізації неорганічних речовин. Поки наука не має якихось більш-менш дієвих розробок у зазначеному напрямі. Ось на даному етапі, чому би і не звернути увагу саме на легенди і казки. Можливо, у їхніх чарівних діях можна відшукати підказки. І справді, є ж казка, за якою гарбуз перетворюється на карету, але потім опівночі карета перетворюється знову на гарбуз. Отже, органічна речовина перетворюється в неорганічну, а потім з неорганічної перевтілюється в органічну. А якщо це є у казках, у тій мудрості, що передається поколіннями, значить описані перетворення заслуговують на увагу і втілення у реальність. Окреслене переконує, що описаний перехід можна спробувати реалізувати, залишається тільки зрозуміти, яким чином цього досягти.



Часто, і особливо у науковому середовищі, можна почути про те, що найкращий наш вчитель – природа. Уважне ставлення до неї, спостережливість, допитливість, наполегливість – і ось вона вже відкриє для тебе якісь свої таємниці. Чи не є у природі щось, щоб мало відношення як до органічних так і до неорганічних речовин. Всесвітньо відомий український вчений, академік Національної академії наук України Владислав Володимирович Гончарук у власних інтерв'ю та виступах, розповідаючи про таємниці Всесвіту, його закономірності розвитку, наголошує, що життя на Землі зародилось з мікрофлори, а мікрофлора з вірусів. Вірус – це доволі цікавий неклітинний агент, походження якого допоки не вдається достовірно встановити. Узагалі, наукова думка наразі не має однозначної відповіді стосовно того, чи є вірус живим організмом чи ні. Академік В. Гончарук має своє бачення на це питання, пропонуючи замислитись: а чому би нам не сприймати вірус одночасно як живий і не живий, органічний та неорганічний. Розвиток науки збагачено подібними дивами. Той самий електрон, який є однією зі складових елементів матерії, у свій час викликав не аби яке здивування, оскільки людині прийшлося усвідомити його як складову атома, яка має і хвильові властивості, і властивості частинки. Наразі нас може і дивує цей факт, але в той же час, ми його сприймаємо спокійно.

Маємо сподівання і надію, що сьогочасні наукові установи спрямовуватимуть свої зусилля і науковий потенціал не тільки на багатовекторні та багаторівневі дослідження зі створення новітніх виробок, а й будуть при цьому опікуватись здоров'ям планети Земля. Адже наша планета – живий організм, який прагне до гармонії, краси, рівноваги. То ж замислимося над посланнями з глибини віків, щоб втілити їх у наше життя.

•

Секція 6

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ І  
МАТЕРІАЛИ В СЕРВІСНІЙ  
ІНЖЕНЕРІЇ ТА  
МАШИНОБУДУВАННІ**

УДК 621.

## **Особливості дослідження і розробки технологічних процесів при виробництві прокатних валків**

**Автухов А.К. д.т.н., доц., Ковалевський О.В.**

*Державний біотехнологічний університет*

Показано, що якість прокатних валків залежить від швидкості охолодження виливків при їх виготовленні. Етап кристалізація виливків один із основних періодів технології їх виготовлення, оскільки у час відбувається формування більшості найважливіших властивостей прокатних інструментів. В сучасних умовах інформацію про процес структуроутворення металу та формування необхідного рівня експлуатаційних характеристик робочого шару прокатних валків доцільно отримувати шляхом математичного моделювання процесу кристалізації сплавів.

Умови використання прокатних валків, що характеризуються циклічним впливом температури (близько 600°C) та аркушів (до 3 т/мм<sup>2</sup>), висувають значні вимоги до їх робочої кулі. Внаслідок цього проблема виробництва якісних валків залишається найважливішим завданням вальцеробного виробництва. Етап кристалізація виливків один із основних періодів технології їх виготовлення, оскільки у час відбувається формування більшості найважливіших властивостей прокатних інструментів.

Якість та властивості робочого шару прокатних валків істотно залежать від умов кристалізації виливків. При кристалізації масивних виливків, внаслідок нерівномірного розподілу температури і неодночасного перебігу структурних перетворень, виникають напруги, що впливають на структуроутворення та експлуатаційні характеристики прокатних валків і відповідно – на зносостійкість і твердість робочої поверхні. Для виробництва валків з необхідним рівнем властивостей робочого шару необхідно регулювати кінетику зміни структуроутворення виробу в період його кристалізації.

На процес формування експлуатаційних характеристик виливків істотно впливають такі фактори як: геометричні та фізичні властивості вилівка та форми, зазору між виливком і формою, характер перебігу рідкого металу, швидкість кристалізації розплаву, виділення теплоти кристалізації у матеріалі вилівки, зміна теплофізичних коефіцієнтів матеріалів вилівки і форми та багато інших. Визначення впливу всіх перерахованих чинників на фізико-механічні характеристики готових виробів пов'язані з великими труднощами експериментального та теоретичного характеру. В наслідок того, що при розробці математичних моделей зазвичай звужують коло питань, що аналізуються, виникають суттєві розбіжності у розрахункових та експериментальних даних.

В даний час існують різні теорії кристалізації сплавів, кожна з яких має свої недоліки, переваги та обмеження [1-4].

Одним із найбільш потужних засобів дослідження та розробки технологічних процесів при виробництві формуючих інструментів є

математичне моделювання структурних змін у робочому шарі при кристалізації виливків. Незважаючи на значні успіхи в цьому науковому напрямку, існують об'єктивні фактори, що стримують розвиток цієї галузі досліджень, зумовлені тим, що для отримання розумних кількісних результатів необхідно мати точні дані щодо параметрів математичних моделей. Використання довідкових даних для створення досить складних моделей не завжди виправдано, в наслідок відмінності лабораторних умов від реальних умов процесу, тому такі моделі мають велику похибку. Все це іноді призводить до суттєвих розбіжностей у розрахункових та експериментальних даних.

Дослідження процесу швидкості охолодження сплавів, зміни теплофізичних характеристик матеріалів виливки та форми має важливе значення для розуміння механізмів та уточнення математичних моделей процесу кристалізації. Один із способів впливу на процес затвердіння злитків і підвищення якості виливків є управління зовнішніми факторами, що впливають на структуроутворення розплаву, що кристалізується. Проте механізм на затвердіння розплавів різних чинників вивчений недостатньо. Пояснення істоти явищ, що відбуваються, а також практичні дані та рекомендації часто не узгоджуються між собою, а іноді й суперечать один одному. Вище наведене свідчить про те, що питання вивчення впливу зовнішнього впливу на процес кристалізації виливків до сьогодні є актуальним.

#### **Список використаних джерел:**

1. Скобло Т.С. Применение компьютерного анализа металлографических изображений при исследовании структуры высокопрочного чугуна/ Т.С. Скобло, О.Ю. Ключко, Е.Л. Белкин// Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – № 6. – 2012. – С. 36-42.

2. Скобло Т.С. Оценка напряжений и деформаций в прокатных валках при их кристаллизации / Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Бурцев С.А., Власовец В.М., Попов С.Н., Погорелов В.Я., Соколов Р.Г. // Ресурсозберігаючі технології матеріалів та обладнання у ремонтному виробництві: Вісник ХНТУСГ, вип. 96 – Харків. 2010. – С.297-309.

3. Скобло Т. С., Автухов А. К., Белкин Е. Л. Методический подход оценки условий кристаллизации двухслойных чугуновых отливок для производства листопрокатных валков. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. Луцьк. 2016. Вип. №53. С. 165-169.

4. Теоретическая оценка условий кристаллизации отливок листопрокатных валков. Скобло Т. С. Автухов А. К. и др. *Науковий журнал. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. Х.: ХНТУСГ. 2018. №12. С.141-146

УДК 631.354.2-585.17

## РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕНЬ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ КЛИНОПАСОВИХ ВАРІАТОРІВ МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА

Лисенко С.В., ст. викл.

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто та надано рекомендації з оцінки та прогнозування довговічності деталей, що втрачають працездатність через зношування. Розглянуто методику визначення діючих навантажень на варіатор молотильного барабана.*

**Ключові слова:** *клинопасових варіатор, навантаження, надійність, пас, шків, довговічність, граничний стан, зернозбиральний комбайн.*

Сучасний рівень розвитку сільськогосподарської техніки характеризується постійно зростаючими вимогами до надійності машин. Очевидно, що забезпечення необхідного рівня надійності машин неможливо без пошуку рішень, що дозволяють підвищити працездатність ресурсопределяючих елементів конструкції. При проектуванні варіаторів, модернізації серійно виготовлених, плануванні та проведенні сервісного обслуговування фахівці повинні мати інформацію про довговічність елементів конструкцій, що дозволяє розробляти необхідні конструкторсько - технологічні та організаційні заходи, виконувати розрахунки їх техніко-економічної ефективності.

Аналіз умов експлуатації і характерних дефектів машин та обладнання сільськогосподарського виробництва свідчить про незадовільну якість виготовлених деталей. У зв'язку з цим необхідність виявлення видів і причин відмов варіаторів при їх виготовленні, ремонті та під час експлуатації є актуальною.

Надійність варіаторів багато в чому визначається їх технічним станом. У зв'язку з цим важливо знати динаміку накопичення пошкоджень деталей варіаторів, види ушкоджень, характеристику кожного ушкодження, в загальному їх числі, а також методику визначення діючих навантажень на варіатор молотильного барабана з використанням зв'язку осьової сили зі швидкісним і силовим режимом роботи.

Аналіз існуючих джерел різних проблем, що виникають при експлуатації визначає шляхи вдосконалення варіаторів.

Параметричними відмовами варіаторів можна вважати граничний знос шківів і пасів, який призводить до неприпустимого ковзання. При настанні граничного стану деталей і спряжень варіатора, їх подальша експлуатація повинна бути припинена, щоб уникнути аварійної поломки або різкого погіршення технічних характеристик[1].

У гідрокерованих варіаторах зернозбиральних комбайнів необхідне натягнення гілок паса створюється осьовим впливом пружин, кулачків або натискних пристроїв гідравлічного типу. Тому для забезпечення працездатності

варіатора і його розрахунку необхідно визначити осьові сили. Особливо важливо це для систем з автоматичним регулюванням, що використовують зв'язок осьової сили зі швидкісним і силовим режимами роботи варіатора.

У роботі проаналізовані принципи взаємодії варіаторного паса зі шківом при зміні передавального числа. Розглянуто та надано методичні рекомендації з оцінки та прогнозування довговічності деталей, що втрачають працездатність через зношування.[2].

Розглянуто методику визначення діючих навантажень на варіатор молотильного барабана та способи забезпечення довговічності пасів варіатора за рахунок вибору профілю конусної поверхні шківів, що забезпечує належний контакт паса з шківом під час експлуатації[3].

### **Список використаних джерел:**

1. Кухтов В.Г. Лисенко С.В. «Класифікація відмов і оцінка надійності деталей варіаторів зернозбиральних комбайнів». Науковий журнал. «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». № 6. 2016 р., стор. 18 - 23. Харків. ХНТУСГ

2. Кухтов В.Г. Лисенко С.В., Куліш А.В., Подзолков А.Ю. «Показники забезпечення ресурсу варіаторів зернозбиральних комбайнів», Вісник ХНТУСГ., випуск 163, 2015р., с.12 – 18.

3. Кухтов В.Г., Лисенко С.В., Самарін А.Є. Розрахункові дослідження навантажень клинопасових варіаторів. Матеріали 4-ї Всеукраїнської науково – практичної конференції. Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування. СЕУТТО-2013. С.184 – 189. м. Херсон. 2013.

**УДК 621.771.63:621.981.3**

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ЗАДАЧІ ПОЛОСИ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ ЛИСТОВИХ ПРОФІЛІВ З ПЕРІОДИЧНИМИ ГОФРАМИ**

**Тришевський О.І., проф., Слівкін Є. В., студ.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведені результати досліджень щодо вдосконалення технології та підвищення якості листових профілів, з відформованими на плоских ділянках періодичними поздовжніми гофрами жорсткості. Знайдений експериментально мінімум поздовжніх деформацій стиснення плоских бічних ділянок профілів, що відповідає рівню задачі заготовки 0 – (-20) мм, дозволяє рекомендувати даний інтервал для використання при виробництві профілів з поздовжніми періодичними гофрами.*

Одним з основних конструкційних матеріалів, що широко застосовується практично у всіх галузях сучасного машинобудування внаслідок поєднання високих механічних властивостей із відносно невеликою металоємністю, є гнуті

профілі, листові та сортові, посилені повздовжніми гофрами жорсткості, що періодично повторюються. Технологічні процеси формування гофрів за рахунок місцевої витяжки на заготовці, що постійно рухається та не має сталого контакту з інструментом (формуєчими валками), досить складні і враховуючи відносну новизну цієї технології недостатньо вивчені. У зв'язку з цим проведення досліджень, спрямованих на підвищення якості листових профілів, з відформованими на плоских ділянках гофрами жорсткості, є важливим та актуальним.

Формування періодичних гофрів на листових профілях відбувається в перших клітинах профілезгинальних станів, бічні, прилеглі до кромки ділянки полоси нічим не обмежені. Контакт заготовки з валками здійснюється лише в їхній осьовій площині, а формування кожного з гофрів, що періодично повторюються, супроводжується утворенням позаконтактної зони осередку деформації. При формуванні гофрів великих розмірів можливе часткове переміщення металу із плоскої полиці у зону формування, утворення утягування. При цьому перерозподіл внутрішніх напружень в профілі призводить до утворення залишкових напружень в зоні бічної полиці, які за певних умов викликають пластичну втрату стійкості плоского бічного елемента і виникнення хвилястості на профілі.

Аналіз публікацій з питань удосконалення технологічних процесів та покращення якості гнутих профілів показує, що однією з основних тенденцій сучасних досліджень є визначення деформованого стану металу, зокрема залишкових деформацій у готових профілях. Отримана на основі цих досліджень інформація використовується для вдосконалення режимів формування, конструкції калібрів валків, зниження стоншення в місцях формування, пружинення готового профілю. Дослідження виконуються на профілях із сучасних високоміцних сталей.

Питання впливу різних технологічних параметрів на якісні характеристики готових профілів з повздовжніми періодичними гофрами жорсткості та їх обліку під час проектування нових технологій у науково-технічній літературі практично не розглядаються. Як показує практика, одним з основних параметрів, що впливає на умови формоутворення, енергосилові параметри і якість готових профілів, є напружено-деформований стан металу як в осередку формоутворення гофрів, так і на прилеглих до нього плоских ділянках профілів, в тому числі і при зміні рівня задачі плоскої заготовки в кліть, що формує повздовжні періодичні гофри.

**Метою проведених досліджень** є визначення впливу зміни рівня завдання листової заготовки при формуванні листових профілів з періодично повторюваними повздовжніми гофрама на: - зміну повздовжніх деформацій  $\epsilon$  на плоских бічних ділянках профілів; - зміну залишкової деформації  $\epsilon_{\text{зал}}$  на цих же ділянках; - розподіл показника якості профілів за площинністю  $k/\lambda$  за осьовою площиною валків; а також визначення оптимального рівня задачі полоси, що забезпечує покращення якості профілів по площинності при мінімальних значеннях енергосилових параметрів їх формування – зусиль  $P$  та моментів  $M$ , що крутять.

Дослідження проводили на двох станах - 550 та 1-4x50-300 та зіставляли результати, а також оцінювали можливість використання стану 1-4x50-300 для експериментів та вироблення рекомендацій для підвищення якості профілів, що виробляються на агрегаті 1-5x300-1650. Для кожного стану були виготовлені два комплекти валків, які забезпечували отримання профілів кришок люків напіввагонів та хребтових балок мостових кранів з гофрами найбільш поширеної в сортаменті конфігурації – напівкруглої та типових розмірів.

Завдання полос товщиною 2-5 мм, шириною 400 мм і довжиною 1800-2000 мм на різних рівнях забезпечувалося підйомом та опусканням увідних проводок на 20 та 40 мм від нульового рівня. Відстань від проводок до осьової площини валків на обох станах - 300 мм обрана для зручності закріплення датчиків [1], що фіксували деформований стан на бічних ділянках полос перед формуванням.

Підготовлені полоси шириною 400 мм і довжиною 1800-2000 мм на кожному з рівнів (+40 мм; +20 мм; 0 мм; -20 мм; -40 мм) задавали в стани, при цьому проводили запис поздовжніх деформацій у процесі формування профілів за показниками наклеєного тензодатчика та тензорезисторного вимірювального перетворювача [1]. Також на готових профілях були проведені виміри кінцевої відстані між рисками ділильних сіток та загальної довжини кромки заготовок.

У зв'язку з лімітом місця у тезисах (рис.1) приведені дані тензометричних досліджень тільки для одного з 5 досліджених рівня задачі – 20 мм. Зіставлені результати вимірів у різний спосіб залишкової деформації на кромках профілів мають хорошу збіжність: значення поздовжніх деформацій, визначені шляхом ділильних сіток і - іншими, різняться лише на 15%.

Крім того, методом електротензометрії для випадку виготовлення профілів з періодичними гофрами шириною 118 мм на стані 550 отримані експериментальні дані, що дозволяють провести якісний та кількісний аналіз виникнення та розподілу хвилястості на плоских бічних ділянках у процесі формування профілів високої жорсткості при задачі полоси на різних рівнях.

Як показали дослідження [2], хвилястість виникає в результаті складних процесів, що відбуваються на бічних ділянках заготовки ще при її проходженні від проводкової арматури до осьової площини валків. Змінюючи рівень задачі заготовки у валки, можна добитися такого перерозподілу знакозмінних деформацій на цьому етапі, який, в кінцевому рахунку, забезпечить зведення до мінімуму залишкових деформацій полиць на готовому профілі. Аналіз процесу формоутворення та зіставлення отриманих результатів з даними аналізу виникнення хвилястості на бічних елементах профілю при утворенні сталого осередку деформації, дозволили виявити наявність на відрізку від виходу заготовки з проводок до осьової площини валків трьох приблизно рівних по довжині ділянок.



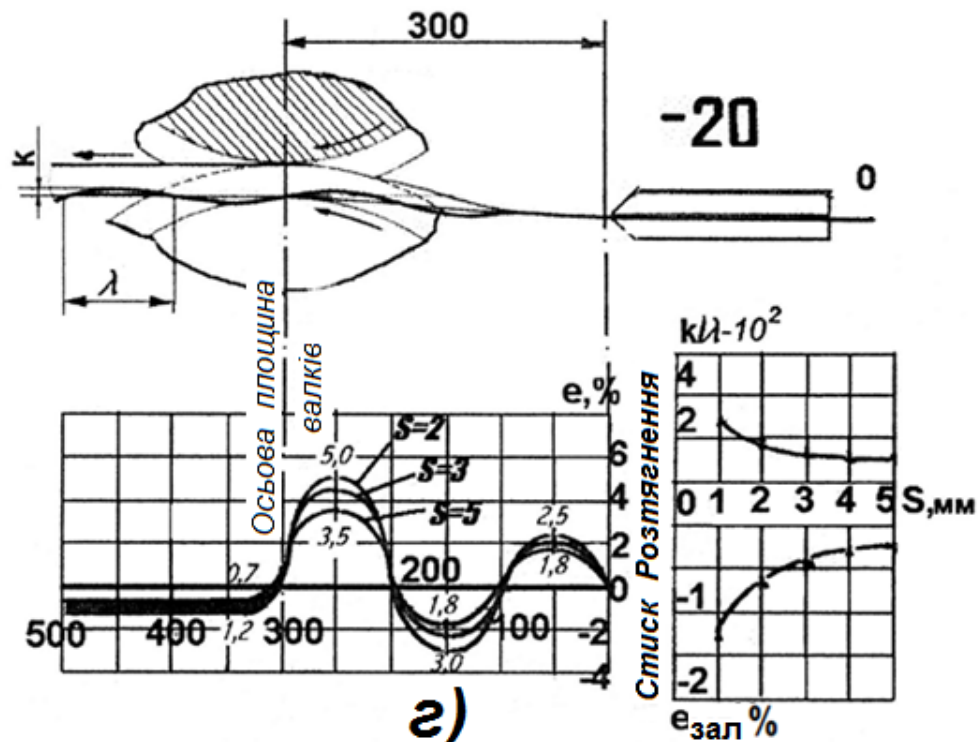


Рисунок 1 – Зміна поздовжніх деформацій  $e$  на плоских бічних ділянках профілів при формоутворенні, а також залишкової деформації  $e_{зал}$  і відношення  $k/\lambda$  на готових профілях при рівні задачі заготовок: -20 мм;

На першій ділянці кромка заготовки зберігає пряmolінійність, а на плоских бічних ділянках зі зміною рівня задачі від +40 до -40 мм виникає і послідовно збільшується, досягаючи 2 - 2,5% деформація розтягу від поперечного згину заготовки опуклим формуючим елементом. Наближення металу до валків пов'язане з початком витяжки листового металу на другій ділянці, що відповідає позаконтактній зоні осередку деформації. При цьому на плоскій бічній ділянці виникають напруження стиснення і утворюється напівхвиля, увігнута по відношенню до осі формування. Зі зміною рівня задачі від +40 до -20 максимальні деформації стиснення зменшуються від 5,5 - 7% до 1,8 - 3%, а при рівні задачі -40 мм збільшуються до 2 - 4,2%.

На третій ділянці, у міру наближення до осової площини валків, бічні ділянки заготовки відгинаються у бік валка з увігнутими формуючими елементами (верхнього), що викликає розтяг цих ділянок та утворення іншої напівхвилі, опуклої по відношенню до осі формування. Зі зміною рівня завдання від +40 до -40 мм максимальні деформації розтягування зростають з 1,2 - 3,2% до 4 - 5,5%.

Явище переформування хвилі при проходженні через осову площину валків призводить до зміни знаку деформації та появи на плоских бічних ділянках залишкової деформації стиснення. При зміні рівня завдання від +40 до -20 мм залишкова деформація стиснення на бічних ділянках зменшується з 2,1 - 2,5% до 0,7 - 1,2%, а при рівні задачі -40 мм зростає до 1,1 - 1,8%.

Проведені тензометричні дослідження дозволили встановити оптимальний рівень задачі заготовки (-20 мм), при якому поздовжні деформації на плоских

бічних ділянках профілю набувають мінімальних значень. Цей висновок підтверджується результатами обміру ділильних сіток та параметрів хвилястості  $k$  та  $\lambda$  на готових профілях. Зі збільшенням товщини заготовки від 2 до 5 мм залишкова деформація на полицях  $e_{\text{зал}}$  і відношення  $k/\lambda$  при всіх випробуваних рівнях задачі заготовки зменшуються. Мінімальні значення  $e_{\text{зал}}$  та  $k/\lambda$  зафіксовані при рівні задачі -20мм (див. рис.1).

**Висновки:**

1. В результаті дослідження впливу зміни рівня задачі металу у валки встановлено, що кількісний перерозподіл поздовжніх знакозмінних деформацій, що відбувається при цьому, призводить до появи різних за величиною залишкових поздовжніх деформацій на плоских бічних ділянках профілів. При зміні рівня задачі заготовки від + 40 мм до - 20 мм величина залишкових деформацій стиснення на бічних ділянках профілю зменшується від 2,1-2,5% до мінімальних значень 0,7-1,2%, а потім знову дещо зростає до 1,1-1,8% при рівні задачі – 40 мм.

2. Результати визначення різними експериментальними методами залишкових деформацій на бічних ділянках профілів мають розбіжності у межах 15%. Це підтверджується результатами аналізу якості профілів хвилястістю, що виникає на таких ділянках. Мінімальна інтенсивність хвилястості, оцінена показником  $k/\lambda$ , має місце при завданні листового металу на рівні -20 мм.

3. Оскільки експериментальні дослідження були проведені на обладнанні, близькому за технічною характеристикою до промислового агрегату 1-5x300-1650 і при цьому використовували найбільш типові в його сортаменті типорозміри періодичних гофрів, знайдений експериментально мінімум поздовжніх деформацій стиснення плоских бічних ділянок профілів, при рівні задачі –20 мм, дозволяє рекомендувати цей рівень для використання при настроюванні виробництва профілів високої жорсткості у промислових умовах.

### **Список використаних джерел:**

1. Тришевский О.И., Сливкин Е.В. Методика определения продольных упруго-пластических деформаций внеконтактной зоны очага формообразования продольных гофров в валках. Abstracts of the 6th International scientific and practical conference. “Actual trends of modern scientific research” MDPC Publishing. Munich, Germany. 2021. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-actu-al-trends-of-modern-scientific-research-17-19-yanvary-2021-goda-myunhen-germaniya-arhiv>.

2. Тришевський О.І., Слівкін Є.В. Вплив технологічних факторів формування профілів з повздовжніми періодичними гофрама на точність розмірів їх періоду. Матеріали міжнародної науково-технічної конф. «Новые и нетрадиционные технологии в энерго- и ресурсосбережении» Одесса. 2021. С.187-189.

УДК 621.793.7

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ЗАЛИШКОВІ НАПРУЖЕННЯ У ГАЗОТЕРМІЧНИХ ВІДНОВЛЮЮЧИХ ПОКРИТТЯХ

Дерябкіна Є.С. доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*Представлені результати експериментальних досліджень розподілу та величини залишкових напружень у газополумених покриттях, напилені за традиційною технологією та із застосуванням механічної обробки шарів покриття. Показано, що така обробка забезпечує можливість формування покриття з низьким рівнем залишкових напружень та високою міцністю зчеплення. Це дозволить прогнозувати довговічність відновлених деталей машин.*

Процес газотермічного напилювання покриттів завжди супроводжується появою залишкових напружень в усьому об'ємі покриття, які впливають практично на всі експлуатаційні характеристики напилених деталей. Залишкові напруження можуть бути причиною появи тріщин і відшарувань, впливають на адгезійну і когезійну статичну і багатоциклову міцність, зносо - і корозійну стійкість. Причому їх величина може досягати значних величин і залежить від способу напилювання, попередньої підготовки поверхні під напилювання, режимів, товщини і складу покриттів. Залишкові напруження є одним з факторів, що визначають якість напиленого покриття, і мають вирішальний вплив на міцність покриття, яке напилене, і його зчеплення з підкладкою, на опір втоми і довговічність відновлених і зміцнених деталей, тому дуже важливо знати їх величину і характер розподілу.

Необхідно відмітити, що при експлуатації деталей з покриттями стискаючі напруження є більш безпечними. У роботах [1-3] приводяться дані по залишковим напруженням в залежності від різних умов напилювання, властивостей матеріалів покриття і основи та подальшої обробки. Підвищення експлуатаційних властивостей напилених покриттів можна забезпечити фізико-механічним впливом електричних розрядів, вібраційних коливань, дробеструйною обробкою і т.п. Додавання змінних напружень, які не перевищують межі втоми, дозволяють забезпечити релаксацію залишкових напружень. При напилюванні під дією теплового фактора стискаючі залишкові напруження частково знімаються. При охолодження в напиленому шарі під дією внутрішніх сил у газополумених покриттях наводяться розтягуючі залишкові напруження, рівень яких залежить від теплонапруження процесу напилювання (до 28,2 МПа).

Досліджувалася можливість застосування механічної обробки щітковим інструментом газополуменового покриття в процесі його формування для зниження рівня залишкових напружень. Експерименти проводилися на зразках зі сталі 45 з покриттям порошкового сплаву ПГ-10Н-01. Величину залишкових напружень в напиленому шарі і підкладці визначали по деформації зразка в процесі поступового видалення шарів. Для дослідження залишкових напружень

в газополуменевих покриттях виробляли напилювання призматичних зразків розміром  $140 \times 10 \times 2$  мм. Ширину  $b = 10$  мм вибирали з умови сталості напружень по ширині зразка ( $b \leq 15$  мм). Зняття напружених шарів здійснювалося електрохімічним травленням. Склад електроліту до 500г NaCl на 1 л  $H_2O$ , щільність струму при травленні 0,4-0,5 а/см<sup>2</sup>, поверхні зразка, що не підлягають стравлювання, захищалися лаком ХВЛ-21. Глибина травлення визначалася за допомогою мікрометра, як середня величина 10-ти вимірів по довжині стрижня. Розрахунок залишкових напруг у точці, що відстоїть від поверхні покриття на відстані, проводили за формулою:

$$\sigma(a_i) = \frac{8E_1}{\ell^2} \left\{ f_1 [h - e(a_i) - a_i] + N(a_i) \frac{df}{da}(a_i) - (h - a_i) f(a_i) - \int_0^{a_i} M(\varepsilon) d\varepsilon \right\}, \quad (1)$$

де  $f_1$  - прогин, викликаний розкріпленням зразка;  $e(a_i)$  - відстань від наведеного центру тяжкості перерізу до поверхні; протилежної шарам, що видаляються;  $h$  - висота напиленого зразка;  $a_i$  - товщина віддаленого шару;  $f(a_i)$  - прогин, викликаний видаленням шару;  $\ell$  - відстань між точками опори зразка при вимірі прогинів.

Застосування щіткової обробки дозволило знизити рівень розтягуючих залишкових напружень в покритті з 28 до 16 МПа. Встановлено, що в перехідній зоні покриття - підкладка величина напружень стиску знизилася з 110 до 80 МПа. Такий характер формування залишкових напруг у шарах та підкладці та їх релаксацію можна пояснити наклепом при механічній обробці. Зниження рівня напруг, що розтягують, відбувається за рахунок пластичної деформації, що узгоджується з літературними даними. Перерозподіл та зниження напружень призводить до суттєвого підвищення когезії покриття, причому міцність останнього на розрив зростає з 50 до 75 МПа [4].

**Висновок.** Експериментальна перевірка дозволила встановити остаточний характер залишкових напружень після застосування механічної обробки щітковим інструментом в процесі нанесення газополуменевих покриттів - це стійкі залишкові напруження стискання, максимальні значення яких знижуються на 30-40% порівняно з традиційним процесом напилювання відновних покриттів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Петров С.В., Карп И.Н. Плазменное газоздушное напыление. – Киев: Наук. думка, 1993. – 495 с.
2. Хижняк В.Г., Долгих В.Ю., Король В.И. Технологія нанесення та властивості карбідних покриттів на основі металів перехідної групи. – Харків: ННЦ ХФТІ, Доп. ОТТОМ–2. – Ч.2.– С. 99–103.
3. Пилипенко О.М. Комбінована обробка газотермічних покриттів // Сучасні процеси механічної обробки інструментами з НТМ та якість поверхні деталей машин / Серія Г. – Київ: ІНМ НАНУ, 2001. – С. 97–107.
4. Обоснование возможности подготовки поверхности металлическими щетками под газотермическое напыление покрытий / О.С. Полянський, С.О. Лузан, Є.С. Дерябкіна // Праці Таврійського держ. агротехнологічного університету. - Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип.11. Т.1.- С.34-42.

УДК 544.022.537

## ВПЛИВ ТОВЩИНИ ПОРИСТОГО ФТОРОПЛАСТА-4 НА ЙОГО СТРУКТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

**Калюжний О.Б. к.т.н., доц., Рачковський А.С. Гвоздік Р.Г.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Встановлено, що фільтрувальні матеріали, які повинні забезпечувати задану тонкість очищення певних фільтрованих середовищ, повинні також забезпечувати задовільну проникність і необхідну жорсткість. Показано, що характеристики порової структури практично не залежать від товщини пористого фторопласту-4.*

Розвиток автомобільного будівництва України передбачає широке використання матеріалів стійких до агресивних середовищ, у тому числі пористих полімерних матеріалів. Провідною тенденцією в галузі полімерного матеріалознавства є розробка та вивчення пористих матеріалів на основі фторопласту-4. Ідеальний каркас пористого матеріалу повинен мати високопористу структуру із взаємопов'язаною мережею пор.

Метод сольового вилуговування дозволяє формувати пористі структури з регульованим розміром пор та пористістю шляхом зміни дисперсного складу та концентрації пороутворювача [1]. Як пороутворювач, що вилуговується, зазвичай використовується сіль хлориду натрію (NaCl) [2].

Із приготованих сумішей фторопласту-4 і NaCl шляхом таблетування в прес-формі з витримкою 30 с при питомому тиску  $155 \pm 5$  МПа були отримані заготовки пористого фторопласту-4. 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 пористого фторопласту-4 була їх сушка при  $100^\circ\text{C}$  протягом 12 годин [3].

Було встановлено, що фільтрувальні матеріали, які повинні забезпечувати задану тонкість очищення певних фільтрованих середовищ, повинні також забезпечувати задовільну проникність і необхідну жорсткість. Показано, що зазначений комплекс властивостей матеріалів з функціональним призначенням - фільтрування виконується тільки в діапазоні пористості 64-74%, при цьому в міру зменшення середнього діаметра пор пористість матеріалу також повинна зменшуватися в межах зазначеного інтервалу.

Для вивчення реальної структури були приготовлені 3 типу порошку пороутворювача різної дисперсності А, В, С (див. табл. 1).

Таблиця 1 – Фракції пороутворювача

Тип пороутворювача	Фракції пороутворювача, %				
	< 40 мкм	70 – 40 мкм	140 – 70 мкм	350 – 140 мкм	500 – 350 мкм
А	-	-	-	90	10
В	-	15	70	15	-
С	20	30	50	-	-

За допомогою кожного типу порошку були виготовлені пористі фторопласти трьох товщин ( $\Delta h$ ). На цих матеріалах проведені структурні дослідження, результати яких представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Структурні характеристики пористого фторопласту-4.

Тип пороутворювача	$\Delta h$ , мм	$\Pi$	$K_{из}$	$d_{мак}$ , мкм	$d_{ср}$ , мкм
А	12	0,743	1,64	93,6	71,2
	6	0,745	1,68	93,6	71,2
	2	0,749	1,67	100,8	82,6
В	12	0,716	1,79	42,7	31,8
	6	0,713	1,80	42,7	31,8
	2	0,716	1,80	48,8	39,0
С	12	0,651	2,07	30,6	22,9
	6	0,649	2,09	33,9	26,9
	2	0,653	2,05	38,1	30,0

Дані, наведені у табл. 2 показують, що характеристики порової структури практично не залежать від товщини пористого фторопласту-4. У міру переходу від грубодисперсних порошків пороутворювача до дрібнодисперсних коефіцієнт звивистості пір збільшується, а максимальний, середній і гідравлічний діаметри пір зменшуються.

Ці експериментальні дані також показують, що серед факторів, що впливають на формування порової структури, домінуючим є дисперсність пороутворювача.

#### Список використаних джерел:

1. S. Mane, S. Ponrathnam, N. Chavan. Can. Chem. Trans. 4(2), 210 (2016), DOI:10.13179/canchemtrans.2016.04.02.0304.
2. A.B. Kalyuzhny, T.L. Karpova, B.G. Kalyuzhny, V.Ya. Platkov. Funct. Mater. 6 (2), 25 (1999).
3. O. B. Kaliuzhnyi, V. Ya. Platkov. Iran. J. Mater. Sci. Eng. 17 (2), 13 (2020), DOI: 10.22068/ijmse.17.1.13

УДК 631.31

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРУ ЗНОШУВАННЯ КУЛЬТИВАТОРНИХ ЛАП

**Рибалко І.М. д.т.н., доц., Тіхонов О.В. к.т.н., доц., Захаров А.В. аспірант**

*Державний біотехнологічний університет*

*Процес взаємодії робочих органів машин із ґрунтом при їх переміщенні характеризується впливом абразиву на клин із плоскою або криволінійною робочою поверхнею. Вплив лапи на ґрунт залежить від характеру деформування матеріалу, параметрів клину, фізико-механічних властивостей та стану металу, а також ґрунту, швидкості переміщення техніки.*

Аналіз літературних джерел виявив, що близько 60% стрілочастих лап культиваторів сільськогосподарської техніки втрачають працездатність через зношування носка та крил. При цьому носок зношується на 30 мм, крила по ширині – на 15 мм. У робочій зоні крил відзначається і деформація металу. Виявлено досить велику кількість способів їх зміцнення та відновлення. Усі вони трудомісткі і після використання ресурс робочих органів набуває у ~70% щодо нових. Згодом, у процесі експлуатації метал втрачає свої первісні властивості, відбувається його деградація [1].

Істотним недоліком сучасних стрілочастих лап культиваторів із площинними деформаторами є неякісне розпушування ґрунту. Інтенсифікація такого впливу за рахунок зношування ріжучих кромки леза лап негативно впливає на енерговитрати процесу обробки. Крім того, відбувається руйнування біоактивних структур ґрунту до пилоподібних, що легко піддаються ерозії [2].

У цьому інтерес представляє проведення досліджень зношування культиваторних лап, розробки нового технологічного процесу, що забезпечить з одного боку підвищення їх довговічності, з другого – якість обробки ґрунту.

В даний час відсутні реальні фізико-математичні моделі абразивного зношування та формування геометрії ріжучих елементів лап культиватора. Визначення основних закономірностей абразивного зношування ріжучих елементів, формування оптимальної їхньої геометрії, підбір матеріалів для виготовлення та зміцнення, їх вплив на технологічний процес виробництва та експлуатації є важливим завданням у проблемі підвищення ресурсу ґрунтообробних органів машин [3, 4].

Встановлено [3], що процес взаємодії робочих органів машин із ґрунтом при їх переміщенні характеризується впливом абразиву на клин із плоскою або криволінійною робочою поверхнею. Вплив лапи на ґрунт залежить від характеру деформування матеріалу, параметрів клину, фізико-механічних властивостей та стану металу, а також ґрунту, швидкості переміщення техніки.

Величину абразивного зношування лапи по товщині можна представити у вигляді функції від наступних факторів:

$$I_h = f(p, L, H_{\mu}, T, S), \quad (1)$$

де  $p$  – нормальний питомий динамічний тиск ґрунту;  $L$  – шлях тертя;  $H_{\mu}$  – твердість матеріалу лапи;  $m$  – показник зношування абразиву;  $S$  – площа тертя.

Для аналізу зміни профілю стрілчастих лап культиваторів в експлуатації були обрані вироби виробництва MARATHON SERIES фірми OSMUNDSON та 9.3" Tiger Mate II фірми CNH. Порівняно досліджували як нові, так і відпрацьовані (зношені) в однакових умовах (ґрунтах) експлуатації [5, 6].

При контролі перевіряли товщину та основні розміри крил, ширину захоплення. Візуально видно, що їх геометричні розміри після експлуатації суттєво відрізняються. Для визначення товщини використовували лінійку та цифровий штангенциркуль фірми MIOI. Основні характеристики: точність виміру – 0,01мм, діапазон виміру 0-150мм. Вимірювання лап проводили згідно з розробленою схемою.

Оцінка якості нових культиваторних лап показала, що їх геометричні розміри з двох сторін ідентичні, а зміна товщини становить 5,43-6,09мм для MARATHON SERIES та 6,34-7,33 для 9.3" TigerMate II. На кожній лапі проводили по 14 вимірювань. Ширина захоплення нових лап двох різних виробників становила 235мм і 234мм відповідно. Для порівняння показань області вимірювань в лапі розділили її на три умовні зони від центру (через 39мм кожна). Виміри були використані для порівняння з показниками оцінки величини зносу. Далі проводили вимірювання ширини захвату на зношених лапах – розмір А, відмінність яких помітна візуально. Зміну розміру аналізували їх поєднанням (накладанням).

На підставі запропонованої методики було проаналізовано культиваторні лапи як зарубіжного виробництва, так і вітчизняного. Ширина лап MARATHON SERIES практично не змінювалася при експлуатації, а 9.3" TigerMate II зменшилася в межах від 234 мм до 227 мм.

З отриманих даних випливає, що лапи культиваторні зношуються не рівномірно, товщина у всіх зонах аналізу відрізняється. Розмірні характеристики нових лап однакові та симетричні. Після експлуатації вони суттєво відрізняються. Це свідчить про те, що лапи працюють у різних умовах, ґрунтах та зношуються не рівномірно. Також спостерігається перекіс при закріпленні їх на стійці культиватора. Деякі лапи мали видимі потертості (в зоні кріплення) основного металу, що свідчило про їх велике напрацювання і несвоєчасну заміну при технічному обслуговуванні або ремонті.

Зношування ріжучих кромek лап культиваторів є незворотним процесом під час взаємодії з ґрунтом при виконанні робіт. Розмір і характер зношування визначаються, передусім, закономірностями розподілу напружень на робочих поверхнях культиваторної лапи [7, 8]. Для забезпечення довговічності культиваторних лап, зниження величини їх зношування необхідно, з одного боку знижувати схильність до абразивної ушкодження впливу, а з іншого – забезпечити підвищення експлуатаційних властивостей матеріалу, зміцненням з нанесенням покриттів.

Виходячи з досвіду фахівців ДБТУ, це може бути найефективнішим при використанні зміцнення оптимальним матеріалом та спеціальним модифікуванням. Експериментальні дослідження свідчать про те, що найбільша



інтенсивність зношування стрілчастих лап культиватора характерна для носка. У міру віддалення від нього інтенсивність зношування ріжучої кромки лапи знижується.

Закономірність зміни інтенсивності зношування лапи по довжині її ріжучої кромки, запропонована в роботах [2, 3], має вигляд:

$$i = i_0 m_i l^{-\frac{H_\mu X}{H_a} \sqrt{\frac{E_M S}{pT}}}, \quad (2)$$

де  $H_\mu$  і  $H_a$  – відповідно значення твердості матеріалу лапи та абразиву;  $X$  – постійна емпірична, що враховує оптимальні фактори;  $E_M$  – коефіцієнт пружності матеріалу лапи;  $S$  – площа робочої поверхні лапи;  $p$  – питоме навантаження ґрунту на лапу;  $T$  – напрацювання на одну лапу;  $l$  – довжина елемента пласта;  $i$  – інтенсивність зносу.

Запропонована залежність інтенсивності зношування по довжині ріжучої кромки показує, що нерівномірне зношування лапи культиватора можна пояснити змінним тиском ґрунту на різні зони по периметру.

### Список використаних джерел:

1. Оценка степени деградации металла изделий в процессе эксплуатации. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, И.Н. Рыбалко, А.Ю. Марченко, А.В. Тихонов // Міжнародний науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового і транспортного комплексів» – Харків: ХНТУСГ, 2018. – №11 – С. 49-59.
2. Семчук Г.И. Динамика изнашивания лап культиваторов / Г.И. Семчук // Технологический аудит и резервы производства. - 2013. - № 6(5). - С. 27-28.
3. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник. Т. I: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. ч. 1 / П. М. Заїка - Харків: Око, 2001. – 444 с.
4. Северинов М.М. Износ деталей сельскохозяйственной техники / М.М. Северинов – Л.: Колос, 1972. – 288 с.
5. Технология восстановления изношенных культиваторных лап типа MARATHON SERIES фирмы OSMUNDSON / Т.С. Скобло, А.В. Тихонов, И.Н. Рыбалко, С.Г. Карташов, А.В. Сайчук, И.В. Холкина // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Харків, 2015. – Вип. 158. – С. 188-197.
6. Рыбалко И.Н. Разработка методики оценки культиваторных лап и их состояния после эксплуатации / И.Н. Рыбалко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві». – Харків, 2016. – Вип. 168. – С. 46-51.
7. Evaluation of the stress state of a cultivator blade in production and operation // Т. Skoblo, I. Rybalko, A. Tihonov, T. Maltsev // Research in Agricultural Engineering. – 2020. - Vol. 66, Issue 2. - P. 60-65. <https://doi.org/10.17221/8/2020-RAE>
8. 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.

УДК 621.723

## АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ І НЕДОЛІКІВ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ РІЗЬБИ

**Рибалко І.М. д.т.н., доцент, Тіхонов О.В. к.т.н., доцент, Діордійчук В.В.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто переваги та недоліки методів зміцнення різьби НКТ. Технологія фінішного плазмового зміцнення може бути використана для нанесення зміцнюючого покриття на різьбову частину труб і муфт НКТ.*

Кожна технологія нанесення покриттів має свої переваги та недоліки, що визначають їх сферу застосування. Так, технології газотермічного напилення мають певний ряд недоліків, які характерні практично для всіх методів нанесення покриттів і не дозволяють застосовувати дані технології нанесення покриттів на трубні різьби [1, 2]. До них відносяться:

- неможливість отримувати якісне покриття завтовшки менше 50 мкм;
- висока нерівномірність товщини покриття (якщо вона <50 мкм), що перевищує  $\pm 20$  мкм;
- низька адгезійна міцність покриття, що наноситься (менше 80 МПа), що не гарантує його надійність, особливо при роботі у важких умовах експлуатації.

Аналіз зазначених технологій нанесення газотермічного методу показав, жодна з них не задовольняє всьому комплексу вимог, що висуваються до покриття, які наносяться на різьбу НКТ: за товщиною, допусками ущільнюваності, корозійної стійкості, антифрикційності шорсткості поверхні ( $R_z \geq 20$  мкм) [1, 2].

Технологія лазерного нанесення покриття не дозволяє наносити його на гострі кромки, а отже, не може бути використане для зміцнення різьби, так як не зможе забезпечувати необхідний рівень зносостійкості покриття на витках різьби.

Сьогодні покриття, що наноситься на різьбу НКТ, має бути [1, 2]:

- зносостійким, що володіє властивостями твердого мастила: бути ущільнювальним, протизадирним, антифрикційним;
- захищати різьбу від корозії в агресивних нафтопромислових середовищах, що містять сірководень та вуглекислий газ;
- міцне зчеплення із основою;
- бути суцільним та рівномірним з товщиною покриття 30-40 мкм та шорсткістю  $R_z < 20$  мкм.

Вимога до зносостійкості та ущільнюваності покриття досить суперечливі. Так, зносостійкість передбачає високу твердість, а ущільнюваність висуває вимогу високої пластичності покриття, що наноситься. Нанесення високоякісного покриття з такими властивостями і завтовшки кілька десятків мікрон є важким технологічним завданням [1, 2].

Серед методів нанесення покриттів найбільш оптимальними є низькотемпературні процеси (нагрів деталей при нанесенні не перевищує 250°C),

що забезпечують мінімальний термічний вплив на матеріал основи.

Цим вимогам із максимальною ефективністю відповідає технологія фінішне плазмове зміцнення. Фінішне плазмове зміцнення – процес безкамерного хімічного осадження тонкоплівкових покриттів при атмосферному тиску із застосуванням рідких елементоорганічних сполук і газових середовищ з одночасною активацією поверхні електродуговою плазмою [3, 4].

Технологія фінішного плазмового зміцнення може бути використана для нанесення зміцнюючого покриття на різьбову частину труб і муфт НКТ.

#### **Список використаних джерел:**

1. Проскуркин Е.В. Защитные покрытия – качество и долговечность труб/ Е.В. Проскуркин // Национальная металлургия. – 2003. – № 5. – с. 68-78.

2. Скобло Т.С. Напряжения и деградация структуры, формируемые в насосно-компрессорных трубах при эксплуатации: монография. / Т.С. Скобло, А.И. Сидашенко, И.Н. Рыбалко – Харьков: ООО «ПромАрт», 2018. – 152с.

3. Тополянский П.А. Прогрессивные технологии нанесения покрытий – наплавка, напыление, осаждение/ П.А. Тополянский, А.П. Тополянский // Ритм. – 2011 – №1. – 8 с.

4. Тополянский П.А. Исследование нанесения тонкопленочных покрытий при атмосферном давлении / П.А. Тополянский // Инструмент и технологии. – 2007. – 12 с.

**УДК: 621.791**

## **АНАЛІЗ СПОСОБІВ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ПРИВАРЮВАННЯ**

**Автухов А.К. д.т.н., доц., Бейник Д.В.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено інформацію щодо переваг електроконтактного способу відновленні зношеного шару деталей у порівнянні з іншими методами.*

Електроконтактні способи приварювання порівняно з іншими методами відновлення мають цілу низку переваг. До таких переваг можна віднести: несуттєве нагрівання основного металу деталі; формування тонких та рівних шарів металопокриття та мінімальні припуски на подальшу механічну обробку наплавлених поверхонь; практично повна відсутність вигорання легуючих елементів; відсутність світлового випромінювання та низьке газовиділення, універсальність способів та можливість застосування присадних матеріалів у різних формах (сталеві стрічки, дроти та металеві порошки); простота технологічного процесу; висока якість відновлених деталей, що пояснюється термомеханічною дією на присадний метал з боку інструменту - роликowego електрода; висока продуктивність процесу.

Способи електроконтактного приварювання присадних матеріалів відрізняються між собою конструкціями та розташуванням роликowych електродів, методами подачі присадного матеріалу, методами формування

покриття на поверхні деталі та способами попередньої підготовки присадного матеріалу.

При відновленні або зміцненні деталей електроконтактним приварюванням можуть використовуватись різні форми електродів: роликові (дискові) електроди – найпоширеніші; роликові електроди зі сферичною поверхнею контактної зони одного торця; призматичні з конічною поверхнею контактної зони; конічні електроди; плоскі електроди; складові роликові електроди; електроди формою відновлюваної поверхні [1].

До цього часу багатьма дослідниками принципово було вивчено та запатентовано велику кількість способів електроконтактного приварювання. Способи електроконтактного приварювання можна розділити за різновидами використовуваного присадного матеріалу: контактне приварювання дроту, стрічки та порошку.

Аналіз способів електроконтактного приварювання різних присадних матеріалів показав, що найбільш технологічним способом контактного приварювання при відновленні зношених деталей машин є приварювання сталевий стрічки, основним недоліком якої є відносно невисока міцність зчеплення покриття з основним металом деталі, порівняно з покриттям з сталевий дроту. При цьому основним недоліком контактного приварювання сталевий дроту є його недостатня технологічність, що полягає в тому, що при приварюванні необхідно точне позиціонування подачі зварювальної головки та дроту, а також випадки обриву дроту при приварюванні. Таким чином, для поєднання технологічних та якісних показників процесу електроконтактного приварювання доцільно використання сітчастих присадних матеріалів.

#### **Список використаних джерел:**

Покриття и их использование в технике. «Прочность материалов и конструкций», под ред. В.Т. Троценко К.: Академперіодика, 2006.С. 981-1074.

**УДК 621**

### **ВИКОРИСТАННЯ СІТЧАСТИХ ПРИСАДНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОКОНТАКТНОГО ПРИВАРЮВАННЯ**

**Автухов А.К. д.т.н., доц., Бейник Д.В.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведена інформація щодо розрахунку параметрів сучасних присадних металевих сітчастих матеріалів (діаметр дроту сітки та розміри комірки) з метою визначення їх придатності для електроконтактного приварювання при відновленні деталей.*

Використання сітчастих присадних матеріалів при електроконтактному приварюванні пояснюється поєднанням властивостей технологічності (як у сталевий стрічки) і високої міцності зчеплення (як у сталевий дроту).

Сітчастий матеріал (зварна або тканина сітка) як і листовий матеріал, включає

практично всі переваги електроконтактного приварювання сталевий стрічки та сталевий дроту і практично виключає всі їхні недоліки. В даний час підприємства, що випускають металеві вироби (метизи), пропонують широку номенклатуру різних сіток. Сітки металеві дротяні розділяються: за способом виготовлення, за формою осередків, за розмірами осередку у світлі сітки, за живим перерізом, за видом металів і сплавів дроту, за видом поверхні дроту сітки, що застосовується, за видом поверхні полотна [1].

Для електроконтактного приварювання сітчастих присадних матеріалів необхідно розрахувати її параметри, а саме діаметр дроту сітки та розміри комірки з метою визначення придатності її як присадного матеріалу. Так використання сіток з малим діаметром дроту і великим розміром осередків не дозволить отримати суцільне покриття достатньої товщини, наприклад, більше 0,5 мм, тому для отримання покриття із заданою товщиною необхідно спочатку розрахувати параметри сітки, що приварюється, які б забезпечили суцільність покриття або задану пористість. За законом збереження мас речовин

$$m_{\text{сер}} = m_{\text{сл}} \leftrightarrow S_c \cdot \gamma = V_{\text{сл}} \cdot \rho \quad (1)$$

де  $m_{\text{сер}}$  - маса однієї комірки до приварювання в межах вертикальних площин, що проходять по проекціях осей дротів сітки на горизонтальну площину, кг;  $m_{\text{сл}}$  - маса шару металопокриття після приварювання у цих же межах, кг;  $S_c$  - площа комірки сітки, м<sup>2</sup>;  $\gamma$  - маса 1 м сітки, кг/м;  $\rho$  - щільність матеріалу сітки, кг/м<sup>3</sup>

$V_{\text{сл}}$  - об'єм шару металопокриття на площі осередку, м :

$$V_{\text{сл}} = S \cdot h, \quad (2)$$

де  $h$  - товщина шару металопокриття, м.

Підставивши вираз 2 в 1 отримаємо заплановану товщину покриття, м:

$$h = \frac{\gamma}{\rho}, \quad (3)$$

Однак найчастіше у довідкових матеріалах відсутні дані по масі 1 м сітки і тому необхідно підбирати (розраховувати) параметри сітки (діаметр дроту та розмір комірки), які б задовольняли критеріям суцільності та необхідної пористості покриття.

### Список використаних джерел:

1.Черновол, Ф.И. Златопольский, Л.А. Лопата. Современные материалы для восстановления и упрочнения деталей машин: Учебн. пособие. Кировоград: 1994. 83 с.

УДК 669. 71

## ЗМІЦНЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕНЕРГІЇ ЛАЗЕРА

**Автухов А.К. д.т.н., доц., Рибалко І.М. д.т.н., доц.,  
Мартиненко О.Д. к.т.н., доц., Тіхонов О.В. к.т.н., доц.,  
Лисенко С.В. ст. викл.**

*Державний біотехнологічний університет*

*В роботі розглянуто сучасні методи зміцнення гільз циліндрів автотракторних двигунів, їх переваги і недоліки. Розглянуто деякі результати підвищення зносостійкості гільз при зміцненні та відновленні їх методом лазерної термічної обробки.*

Збільшення моторесурсу двигунів внутрішнього згоряння пов'язане насамперед із підвищенням довговічності та надійності деталей циліндропоршневої групи, зокрема, гільз циліндрів.

Сучасні методи зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів ДВЗ [1]:

1) Легування чавунних гільз циліндрів.

Легування є одним із методів зміцнення гільз циліндрів двигуна. Методика легування чавуну гільзи циліндрів заснована на забезпеченні зміцнення металевої матриці, що відбувається завдяки гальмуванню дислокацій впроваджених атомів. Така методика зміцнення дає змогу підвищити твердість поверхні гільзи під час нагрівання та опір деформації.

2) Азотування чавуну гільзи циліндрів.

Азотування засноване на утворенні пластичної карбонітридної фази, яка підвищує твердість і зносостійкість робочої поверхні чавунної гільзи циліндрів. Недоліком азотування чавуну гільзи циліндрів є погане припрацювання під час експлуатації, що веде до погіршення шорсткості поверхні гільз. Отже, застосування азотування чавуну гільз циліндрів двигунів, які працюють у значно запиленому середовищі, не є особливо ефективним.

3) Сульфідкування і фосфатування чавуну гільзи циліндрів.

Сульфідкування утворює на поверхні гільзи циліндрів міцний шар сірчистого заліза, який володіє хорошими характеристиками, що забезпечують низький коефіцієнт тертя, високу зносостійкість, хороше припрацювання.

Недоліком сульфідкування чавуну гільзи циліндрів є утворення корозії з високою ймовірністю ушкодження під час експлуатації.

4) Поверхневе зміцнення пластичною деформацією чавуну гільзи циліндрів. Пластичне деформування засноване на застосуванні пластичності матеріалу.

Обробка пластичним деформуванням дає змогу підвищити зносостійкість, твердість, корозійну стійкість, втомну міцність матеріалу завдяки видаленню мікротріщин і рисок на поверхні.

5) Загартування гільз циліндрів.

Загартування гільз циліндрів засноване на використанні струмів високої

частоти і забезпечує зміцнення на глибину до 2,5 мм. Такий спосіб загартування забезпечує підвищення твердості матеріалу до 38-48HRC. Глибина зміцнення під час загартування гільз циліндрів двигуна дає можливість виконувати їх обробку під ремонтні розміри, що є перевагою цього способу, з погляду подовження робочого ресурсу відновленої деталі.

Використовуване нині для зміцнення гільз циліндрів загартування струмами високої частоти (ТВЧ) не забезпечує необхідної довговічності деталей і, крім того, пов'язане з великою неоднорідністю властивостей і високим відсотком браку внаслідок розтріскування та деформації деталей у процесі обробки. Недоліком загартування гільз циліндрів струмами високої частоти є висока ймовірність виникнення тріщин і геометричної деформації. Для зменшення ймовірності виникнення небажаних дефектів підбирають оптимальні параметри обробки, що визначають тривалість і температуру нагрівання, а також інтенсивність охолодження деталі. Для усунення недоліків загартування ТВЧ як джерело тепла застосовують і лазерний промінь великої потужності.

Нині для підвищення зносостійкості поверхонь тертя в сучасному машинобудуванні широкого поширення набуває високоефективний метод зміцнення - лазерна термічна обробка (ЛТО). Це зумовлено певними перевагами цього способу нагріву порівняно з традиційними джерелами енергії, застосовуваними під час відновлення і зміцнення деталей. До них слід віднести насамперед можливість високої концентрації енергії на одиницю площі (за певного поєднання потужності випромінювання ЛТО і швидкості переміщення лазерного променя), і відповідна можливість нагрівання та охолодження з надвисокими швидкостями в практично необмеженому інтервалі температур. Можливість здійснення локального нагріву і зміцнення у важкодоступних ділянках забезпечує інтенсивне відведення тепла в основну масу оброблюваної деталі внаслідок теплопровідності, що забезпечує проходження загартовувальних процесів і відсутність загальної деформації та викривлення деталей у процесі оброблення при збереженні властивостей серцевини.

Зміцнення поверхні з використання енергії лазерного променя здійснюється в декількох напрямках. Найпоширенішим є лазерне загартування, що ґрунтується на нагріванні тонкого поверхневого шару матеріалу та переведенні його у високотемпературний фазовий стан (для залізобуглецевих сплавів - аустенітний) або рідкий стан із подальшим швидкісним охолодженням завдяки тепловідведенню в ненагріту частину деталі.

Зарубіжний і вітчизняний досвід застосування ЛТО в промисловості показує, що під час обробки відповідальних деталей масового і великосерійного виробництва, особливо в автомобілебудуванні, транспортному і сільськогосподарському машинобудуванні, досягають високих показників надійності та значного економічного ефекту [3 - 5]. Як приклади можна навести загартування чавунних гільз і колінчастих валів, поршнів і розподільних валів двигунів внутрішнього згорання, доріжок підшипників кочення, обробку різного інструменту, легування та відновлення ріжучих поверхонь сільськогосподарських машин, обладнання переробних виробництв тощо. І хоча, в даний час, лазерна обробка є більш дорогою (порівняно з іншими методами

зміцнення), в ряді випадків вираш від її використання набагато перевершує витрати. У зв'язку з чим, наразі кількість лазерних установок і комплексів, що випускаються в різних країнах, постійно зростає [5-9].

**Висновки.** У цій роботі розглянуто різні сфери використання лазерних технологій для матеріалів - сталей і сплавів (чавунів), спрямованих на підвищення їхньої експлуатаційної стійкості, а також під час відновлення деталей із попереднім зміцненням хіміко-термічним обробленням.

#### **Список використаних джерел:**

1. Захаров Ю. А., Робакова Л. А. Основні способи зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів двигунів автомобілів // *Молодий учений*. - 2015. - №2. - С. 157-160.
2. //www.autoezda.com/studentsauto/1242-tipu-materialov.html
3. Солових Є.К. Тенденції підвищення працездатності гільз циліндрів ДВЗ / Є.К.Солових // *Проблеми трибології (Problems of tribology)*. -Хмельницький: ХНУ,-2009. - № 2. -С.47-57.
4. Іващенко С.Г., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Шержуков І.Г., Трідуб О.Г. Аналіз якості та зносу гільз циліндрів дизелів зарубіжного виробництва // *"Механізація та електрифікація сільського господарства"* / М.: 1997, № 7. С. 29...30
5. Сідашенко О.І., Тихонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., та ін.. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / За ред. О.І. Сідашенко. Сідашенка О.І., О.В.Тихонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ "Пром-Арт". - 2018. - 416с.
6. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Авак Е.А., Слоновський М.В. Зміцнення втулок гідронасосів з алюмінієвих сплавів // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. - 1995. - № 11. - С.24-25.
7. Аулін В.В. Визначення технологічних параметрів лазерної обробки деталей з урахуванням специфіки впливу променя на конструкційні матеріали / В.В. Аулін, О.Й. Мажейка, Є.К. Солових // *Вісник інженерної академії України*. -2002. -№ 2. - С.30-41.
8. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Слоновський М.В. Спосіб відновлення та зміцнення деталей лазерним променем. // *Зб. наук. тр.: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 4*. - Харків: ХДТУСГ, 2000. - С.82-87.
9. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Науменко О.О., Слоновський М.В. Метод відновлення довгомірних деталей, попередньо підданих хіміко-термічній обробці // *Труди 5-ої Міжнар. науково - практичної конф. "Фізичні та комп'ютерні технології в народному господарстві"*. - Харків: ХНПК "ФЕД". 2002. - С. 367- 371.



•

Секція 7



**ОБЛАДНАННЯ  
ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ  
ВИРОБНИЦТВ**

УДК 641.521

## ДО ПРОЦЕСУ ОЩАДЛИВОГО РОЗДІЛЕННЯ НАСІННЕВОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ НАСІННЯ З ПІДВИЩЕНИМ БІОЛОГІЧНИМ ПОТЕНЦІАЛОМ

Бредихін В.В. к.т.н., доц, Макаренко О.В. аспірант,  
Повассар Г.С. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Анотація. В роботі наведено актуальність підвищення ефективності процесу одержання високоякісного насінневого матеріалу. Запропоновано спосіб для ощадливої підготовки насінневого матеріалу з підвищеним біологічним потенціалом. Запропонований метод дозволяє знизити відсоток насіння з макро та мікротравмами.*

### **Вступ.**

Забезпечення сталої харчової безпеки України залежить від валового виробництва зернових матеріалів, які використовуються для харчових потреб населення та годування тварин. Розораність земель в Україні досягає 60%, що значно перевищує показники Європейських країн. Подальше збільшення площ під виробництво зернових культур практично обмежене. Бойові дії, що ведуться в Україні знизили площу під виробництво зернових культур на 30% [1]. Процес відновлення ґрунтів, після завершення бойових дій становитиме десятки років [2].

У країнах ЄС щорічно виробляється більше 200 млн. тон зернових, з яких 3,5%, або близько 6 – 7 млн. тон використовується як посівний матеріал. В Україні, в результаті нижчого врожаю та вищих норм висіву, кількість насіння зернових, що використовується для посіву, майже у два рази вища, ніж в ЄС, і становить близько 2,5-3,0 млн тон, або 5%.

Таким чином, актуальності набуває виробництво високоякісного насінневого матеріалу, що має підвищений біологічний потенціал, польову схожість та урожайність.

Дослідження проведено в межах НДР № 3-22-23 БО «Підвищення продовольчої безпеки з розробкою конкурентоспроможних технологій одержання якісного насіння з поліпшеним біопотенціалом»

### **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми.**

Оскільки зерно є одним із основних продуктів харчування людей та тварин, ефективністю його виробництва опікуються аграрії та науковці не одну тисячу років. Оскільки кількість населення Землі стало збільшується, протягом усієї історії, перед людством постала проблема ефективного та ощадливого виробництва зернового матеріалу. Процес виробництва постійно удосконалювався, розроблялись нові способи та механічної обробки матеріалу, що підвищувало продуктивність процесу, але суттєво знижувало якісні показники та збільшувало відсоток травмованого насіння.

Зернина будь якої культури має природній захист від шкідливого впливу

зовнішніх факторів (погодні умови, шкідники, удари від падіння при визріванні, то що) (Рис. 1.). До природніх захисників зернини слід віднести: для пшениці – це оболонка (шкіра), для соняшника – лузга та ін [3].

Однак, механічний вплив від дії робочих органів зернозбиральних, зерноочисних і транспортуючих машин, значно травмує зернівку.



Рисунок 1 – Будова зернівки пшениці

Травмування досягає: для кукурудзи – 95%; пшениці – 85% [4].

Питаннями розробки нових оощадливих технологій та обладнання для підготовки високоякісного насінневого матеріалу займались науковці: Тіщенко Л.М. [5], Сліпченко М.В.[6], Харченко С.О. [7], Фадєєв Л.В., та інші.

Однак, переважна більшість розробок мали складну технологію виготовленні та високу собівартість виробництва і не вийшли за межі дослідних зразків.

Високу ефективність виконання процесу показують сепаруючі машин розробки Фадєєва Л.В. Однак, попит на вітчизняному ринку підготовки насінневого матеріалу значно перевищує кількість запропонованих розробок.

Таким чином, розробка та виготовлення нових сепаруючих машин для виробництва високоякісного власного насінневого матеріалу, і, відповідно, заміна вже існуючих, які використовуються на підприємствах є економічно обтяжливим процесом. Таким чином, модернізація вже існуючих машин, без суттєвої зміни кінематичних параметрів є актуальним напрямком досліджень.

### 3. Викладення основного матеріалу.

Практикою доведено, що найвищу ефективність розділення насінневого матеріалу на фракції можна отримати, включивши до технологічної лінії виробництва насіння, сепаруючі машини, що розділяють насінневий матеріал за густиною насіння. Під час первинної обробки зернового матеріалу видаляється переважна більшість домішок та залишається матеріал, який вирівняний за розмірами. Однак, тільки використовуючи густину насіння, як ознаку сепарування, можна виділити хворе, уражене шкідниками, та маюче мікро та макро травми насіння.

Найбільше поширення отримали два способи сепарації за густиною насіння: «вологий» та «сухий». «Вологий» спосіб розділення має високу чіткість

виконання процесу, але потребує значно більшу кількість енергозатрат на додаткове висушування матеріалу після завершення процесу сепарації.

«Сухий» спосіб навпаки більш енергоощадливий. Для розділення насінневого матеріалу «сухим» способом використовуються пневмосортувальні столи та вібропневмоцентрифуги (Рис. 2).



а)



б)

Рисунок 2 – Загальний вид пневмосортувального столу (а) та вібропневмоцентрифуги (б)

Принцип роботи такого типу сепаруючих машин базується на принципах гідромеханіки багатофазних середовищ. Під дією коливань робочої поверхні та впливу повітряного потоку, насінневий матеріал переходить у псевдорозріджений стан. При чому, частинки (зернини), які мають більшу густину відокремлюються від частинок, що мають меншу густину.

Одним з ефективних підходів до вирішення задач, що виникають при вирішенні цієї проблеми, який підтвердив свою адекватність, є метод гідродинаміки багатофазних середовищ. При використанні такого методу, зерновий матеріал (суміш часток різної густини), яка піддається впливу повітряного потоку і вібраційних коливань повітряпроникної опорної поверхні, моделюється багатофазною структурою, яка складається з дискретних компонент (безлічі частинок, які різняться за густиною) і неперервної компоненти - газоподібного середовища (повітря). З точки зору класичної механіки ці дискретні і неперервні компоненти псевдорозрідженого зернового матеріалу розглядаються, як «суцільні середовища», що взаємодіють між собою.

В такому випадку густина безлічі частинок  $n$  - компонента дискретної фази дорівнює:

$$\rho_n = \delta_n \bar{\rho}_n, \quad n = 1, 2, \dots, N, \quad (1)$$

де:  $\delta_n$  - об'ємна доля частинок  $n$  - компонента у псевдорозрідженому НМ.  
Густину дискретної фази в цілому визначаємо, як [8]:

$$\rho_P = \sum_{n=1}^N \rho_n. \quad (2)$$

Густину неперервної фази, визначаємо, як [8]:

$$\rho = \bar{\rho} \left( 1 - \sum_{n=1}^N \frac{\rho_n}{\bar{\rho}_n} \right) = \bar{\rho} (1 - \sum_{n=1}^N \delta_n). \quad (3)$$

Використання методу моделювання руху багатофазних середовищ, дозволяє ефективно прогнозувати, враховуючи відповідні характеристики матеріалу, траєкторії руху відповідних фракцій насінневого матеріалу та корегувати технологічний процес і конструктивно-кінематичні параметри сепаруючих машин.

#### **Висновок.**

Процес сепарації матеріалу у пневморозрідженому шарі, а саме на пневмосортувальних столах та вібропневмоцентрифугах, знижує відсоток травмованості зернинок та дозволяє ефективно виділити насіння з підвищеним біологічним потенціалом.

#### **Список використаних джерел:**

1. Звіт міністерства аграрної політики України. Київ. 2022. <https://minagro.gov.ua/napryamki/regulyatorna-politika/zviti> (дата звернення 27.04.2023).
2. Мойш Н.І. Грунтознавство. Ужгород. 2011, 378 с.
3. Фадеев Л.В. Зерно. Очистка. Производство семян. Щадящие технологии Фадеева. Харьков, 2014, 96 с.
4. Фадеев Л.В. Щадящая пофракционная технология Фадеева. Харьков, 2014. 96 с.
5. Тищенко Л.Н., Мазоренко Д.И., Пивень М.В., Харченко С.А., Бредихин В.В., Мандрыка А.А. Моделирование процессов зерновых сепараторов. Харьков, 2010. 359 с.
6. Ольшанський В.П., Бредихін В.В., Лук'яненко В.М., Пивень М.В., Сліпченко М.В., Харченко С.О. Теорія сепарування зерна. Харків, 2017. 802 с.
7. Serhii Kharchenko, Yurii Borshch, Stepan Kovalyshyn, Mykhailo Piven, Magomed Abduev, Anna Miernik, Ernest Popardowski, Paweł Kielbasa. Modeling of aerodynamic separation of preliminarily stratified grain mixture in vertical pneumatic separation duct. Applied Sciences. MDPI. T.11, 2021. С. 43-83.
8. Vadym Bredykhin, Petro Gurskyi, Oleksiy Alfeyorov, Khrystyna Bredykhina, Andrey Pak. Improving the mechanical-mathematical model of grain mass separation in a fluidized bed. European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Т. 3. V. 1. Р. 79-86.

УДК 641.521

## ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ З ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАГРІВАННЯМ

Шевченко А.О. к.т.н., доц., Прасол С.В. к.т.н., доц.,  
Михайлов Б.В. магістрант

*Державний біотехнологічний університет*

*Наведено результати аналітичного огляду процесів та обладнання для переробки рослинної сировини з електроконтактним нагріванням (ЕКН). Предметом досліджень є консервована квасоля. Досліджено процес замочування, під час якого найбільш інтенсивно здійснювався гарячий спосіб з ЕКН. Наведено новий спосіб виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН та розроблена технологічна лінія обладнання для його реалізації.*

Важливим завданням за напрямом переробки рослинної сировини є розробка нових ресурсоефективних технологій, технологічних прийомів, способів та технологічних ліній, що мають на меті отримання продукції спеціального призначення [1]. До таких виробів відносяться продукти харчування, що містять у своєму складі рослинну сировину, яка багата на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, фітостероли тощо [2]. Відомо, що вільні фітостероли мають холестеринознижуючий ефект, але ця властивість до кінця не досліджена. Таким чином, актуальним є пошук рослинної сировини, яка може слугувати джерелом фітостеролів, та обладнання для її переробки. При цьому відомо, що найбільш багатими на фітостероли є зернобобові культури, зокрема квасоля [3].

Для переробки рослинної сировини застосовують електрофізичні методи, що засновані на використанні електричного струму [4]. При контактному впливі електричним струмом електрична енергія перетворюється в теплову безпосередньо в провідному середовищі. Важливою перевагою цього методу є отримання внутрішньої енергії за всім об'ємом продукту [5].

ЕКН є прогресивним способом нагрівання їжі. Фізика процесу ЕКН полягає у пропусканні електричного струму через напівфабрикат або провідне середовище. Щодо сфер застосування ЕКН, то таке обладнання застосовується для розморожування харчових продуктів, для стерилізації та пастеризації, при тепловій обробці хлібобулочних, м'ясних виробів.

Реалізація ЕКН в обладнанні можлива двома основними способами: в умовах переміщення напівфабрикатів вздовж електродів (в апаратах безперервної дії) та в умовах нерухомого їх положення в процесі обробки (в апаратах періодичної дії). Відомі розробки стосуються приготування ковбасних виробів без оболонки, м'ясних хлібів, обробки рибного фаршу, електроконтактного варення харчових продуктів. Окремими випадками передбачається імпульсний вплив електричним струмом на м'ясопродукти. Параметри струму обираються залежно від виду продукту, часу нагрівання, температури та інших факторів.

З метою розробки технологічної лінії обладнання для переробки квасолі та пристрою з ЕКН для її замочування виконано комплекс заходів. Зокрема, проаналізовано технології виробництва консервованої квасолі, процеси замочування квасолі та ЕКН харчових середовищ; розроблено лабораторну установку для дослідження процесів замочування квасолі; досліджено процеси замочування бобів квасолі; розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН.

Аналітичний огляд виробництва дозволив встановити, що замочування квасолі перед приготуванням значно скорочує час виробництва незалежно від сорту бобів і типу води, що використовується для приготування. Застосування різноманітних технічних рішень під час замочування можливе лише за умов отримання продукції достатньої якості. Інтенсифікація процесу замочування квасолі можлива із застосуванням методів теплового впливу (гарячий метод) на харчові продукти та речовини, зокрема за рахунок використання ЕКН.

З метою досліджень розроблено лабораторну установку, опис якої наведено у [6]. Вона працює у трьох режимах: режим I – замочування квасолі холодним методом при кімнатній температурі; режим II – замочування квасолі гарячим методом із нагріванням від спіралі; режим III – замочування квасолі гарячим методом з ЕКН.

Проведено дослідження процесів замочування дослідних зразків – бобів квасолі за умов холодного та гарячого методів замочування. Холодний метод застосовували у середовищі води (зразки № 1) та у середовищі 2 % розчину NaCl (зразки № 2). Гарячий метод застосовували з низькотемпературним нагріванням за допомогою спіралі у середовищі води (зразки № 3) та у середовищі 2 % розчину NaCl (зразки № 4); й за умов ЕКН (зразки № 5). Замочування з ЕКН проводили тільки з додаванням 2 % розчину NaCl, так як основною умовою для протікання електричного струму є наявність іонів солі.

Отримана динаміка зміни маси під час замочування має однакою тенденцію зміни. На початку процесу поглинання вологи бобами квасолі є найбільшим. Потім інтенсивність вологопоглинання зменшується. З часом вологовміст досягає максимального значення й надалі маса залишається постійною. Відмінність у динаміці спостерігається в інтенсивності вологопоглинання. Так, від початкової ваги 50 г за перші 2 год у дослідних зразків маса збільшується: у зразків № 1 – на 80 %, у зразків № 2 – на 100 %, у зразків № 3 – на 120 %, у зразків № 4 – на 130 % та у зразків № 5 – на 140 %. Кінцева маса зразків також є неоднаковою. У зразків № 1 виявилось найменше значення кінцевої маси, що склало 109 г, тобто 118 % від початкової ваги на 9-ій годині досліджень. Через годину маса зразків збільшилась лише на 1 г. Надалі дослідження не проводили, бо, по-перше, ця зміна є у межах похибки досліджень, а, по-друге, на поверхні рідини почали спостерігатись характерні для процесу бродіння бульбашки. Отже, зважаючи на неефективність та ризик отримання продукції незадовільної якості, не варто перевищувати тривалість замочування більше 9 год. Найбільше значення кінцевої маси, що склало 126 г, тобто 150 % від початкової, виявилось у зразків № 5, тобто за умов гарячого замочування за умов ЕКН. Крім того, у цьому випадку виявилась найменша

тривалість, що склала 4 год. Це є менше у 2,25 рази за замочування холодним способом у середовищі води; в 1,75 рази за замочування холодним способом з сіллю; в 1,5 рази за гарячого методу у середовищі води та в 1,25 рази за гарячого методу з сіллю. Таким чином, маємо прямий вплив на вологопоглинання та тривалість процесу для дослідних зразків бобів квасолі залежно від методу замочування. Найбільш інтенсивно здійснюється гарячий спосіб. Вагоме значення для процесу також має наявність солі, що також впливає на темп вологопоглинання та кінцеву масу зразків. Крім того, реалізація замочування бобів квасолі найбільш ефективною є за умов гарячого методу з ЕКН.

На підставі попередніх теоретичних та експериментальних даних розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН, що передбачає приймання бобів квасолі на підприємство, підготовку компонентів соусу, підготовку тари та стерилізацію консерви. Режимні параметри проведення процесів, під час виробництва запропонованим способом, залишаються стандартними, згідно ДСТУ 6074:2009. Для замочування квасолі передбачається використання апарату з ЕКН. Квасоля занурюються в ємність з електропровідним розсолем, що замінюється кожні 30 хв. Протягом 4 год. відбувається замочування гарячим методом за умов ЕКН. При цьому вага бобів збільшується у 2,4–2,5 рази.

Для реалізації способу розроблена технологічна лінія обладнання, схема якої наведена на рис. 1.

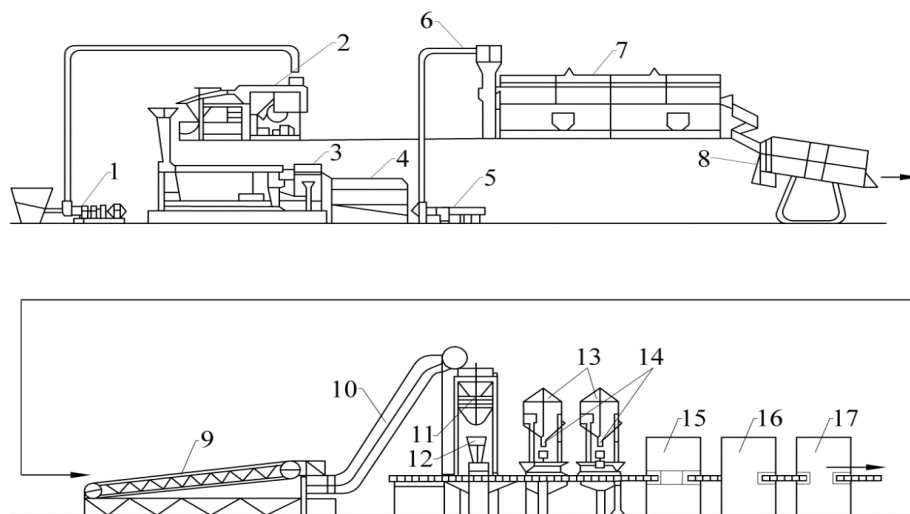


Рисунок 1 – Технологічна лінія обладнання для виробництва консервованої квасолі: 1, 5 – насоси; 2 – флотаційна мийна машина; 3 – сортувальник; 4 – пристрій для замочування; 6 – відділювач розсолу; 7 – бланшувач; 8 – охолоджувач; 9 – транспортер; 10 – елеватор; 11 – бункер; 12 – наповнювач; 13 – котли; 14 – дозатори; 15 – закатувальний автомат; 16 – гідравлічний стерилізатор; 17 – етикетувальна машина

В проекту основу лінії покладена ідея застосування пристрою для замочування квасолі тепловим методом з ЕКН. Так, після підготовчих операцій квасоля потрапляє у пристрій 4 і далі квасоля насосом подається до бланшувача 7.



По закінченню бланшування квасоля надходить в пристрій 8 для охолодження. Приготування та варіння маринаду здійснюється в котлах 13. Заповнені квасолею та маринадом банки закупорюються в закатувальному автоматі 15, після чого транспортуються в гідравлічний стерилізатор 16, а далі на етикетування в машину 17 і в цех на зберігання та подальшу реалізацію.

Таким чином, актуальним є завдання з розробки нових способів та технологічних ліній, що мають на меті отримання продукції спеціального призначення, до якої відносяться продукти харчування з рослинною сировиною, що містить фітостероли. Найбільш багатими на фітостероли є зернобобові культури, зокрема квасоля. Для переробки рослинної сировини застосовують ЕКН, що має низку переваг. З метою розробки технологічної лінії обладнання для переробки квасолі та пристрою з ЕКН для її замочування проаналізовано технології виробництва консервованої квасолі, процеси замочування квасолі та ЕКН харчових середовищ; розроблено лабораторну установку для дослідження процесів замочування квасолі; досліджено процеси замочування бобів квасолі; розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН.

#### **Список використаних джерел:**

1. Method for producing fruit paste using innovative equipment [Electronic resource] / V. Mykhailov [and oth.] // Acta Innovations, 39, (2021). 15–21. URL : <https://doi.org/10.32933/actainnovations.39.2>

2. Технічна реалізація процесу замочування бобів для виробництва консервованої квасолі [Електронний ресурс] / А.О. Шевченко А.О., 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.

3. Інноваційні технології збереження та переробки рослинної сировини у безпечну продукцію спеціального призначення: звіт з НДР (проміжний) № держреєстрації 0122U000811 (4-22-23БО) / О.Є. Загорулько [та ін.]. – Х. : ДБТУ, 2022. – 102 с.

4. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов. – М. : Агропромиздат, 1988. – С. 3–13.

5. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2 Використання електроконтактного нагрівання в про-цесах жарення кулінарної продукції / О.І. Черво [та ін.]. Х. : ХДУХТ, 2012. – 151 с.

6. 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>

## ДО ПИТАННЯ ПРИНЦИПУ ВИЛУЧЕННЯ ЛЕГКИХ ДОМІШОК В ДОДАТКОВІЙ ЗОНІ ОЧИСТКИ ПНЕВОСЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

Сліпченко М.В., к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*В тезах розглянуто питання подальшого підвищення ефективності вилучення легких домішок пневмосепаруючий пристроєм. Запропоновано та обґрунтовано використання додаткової зони очистки, що дозволяє суттєво підвищити загальну ефективність пневмосепаруючого пристрою сепаратора.*

Виробництво зернових є однією з галузей, що має суттєвий внесок як в забезпеченні продовольчої безпеки України, так і в формування бюджету. За 2022 рік виробництво зернових склало понад 53 млн. тон, і ,навіть, у 2023 прогнозується понад 48 млн. тон. Це зерно поступає до етапу післязбиральної обробки у різному стані і різної якості. Частина зерна вимагає тільки сепарації та фракціонування, а частина ще й додаткової сушки.

Для попередньої та первинної обробки зерна використовують як самостійні машини, так і обладнання, яке входить до складу насінневих ліній. Найбільш продуктивними та універсальними як для первинної та і для попередньої очистки зернового вороху є вібровідцентрові сепаратори [1, 2].

Ці зерноочисні машини можуть виконувати як очистку за аеродинамічними властивостями, так і за розмірами. З підвищенням вимог до конкурентоздатності цього класу машин виникають вимоги в інтенсифікації процесів, що відбуваються при очистці та сепарації зерна. З метою інтенсифікації решітної сепарації використовують як більш досконалі методи опису руху зерноsumіші [1, 3, 4], так і вдосконалення конструкції решіт та очисників [2, 5].

Зі зростанням продуктивності сепаратора збільшується і кількість легких домішок, що підлягають вилученню. Але конструкція пневмосепаруючого пристрою серійних пневмосепаруючий пристроїв вже не в змозі забезпечити вилучення збільшених об'ємів. Таки чином приходимо до необхідності внесення змін до конструкції, а також створення додаткової зони очистки. Тим паче що стримуючим фактором є габарити сепаратора, особливо її самопересувної версії, яка повинна проходити в існуючі ворота ангарів та зерносховищ [6].

Таким чином в основній зоні очистки створюються умови з меншою об'ємною щільністю зернового матеріалу, що сприятиме вилученню легких домішок, а особливо її соломистої частини.

В додаткову зону очистки потрапляють частинки, швидкість витання яких мають значно меншу різницю з зернами основної культури. І стає необхідність в створенні швидкостей несучого середовища (повітряного потоку) що будуть здатні вилучити дрібні легкі домішки, але не вплинути на втрати зерна у відході. Вищевказаним умовам відповідають пори, що утворюються у суцільному середовищі і по утвореним «каналам» можливе вилучення легких домішок. На

рис. 1 бачимо розподіл швидкостей в «каналах» по ширині суцільного шару зернового матеріалу для частинок з еквівалентним розміром  $a_1 = 0,003\text{ м}$  та насипною щільністю  $\rho_1 = 750\text{ кг/м}^3$ .

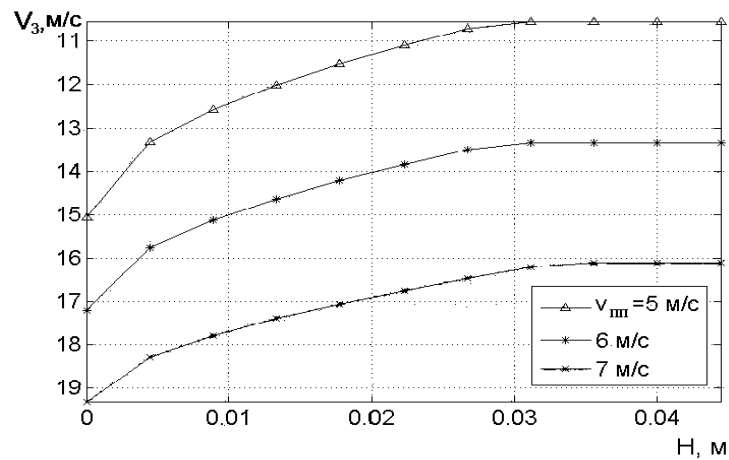


Рисунок 1 – Залежність швидкості повітряного потоку у міжзерновому просторі по глибині шару

Як видно з рис.1, швидкість несучого середовища значно більша за швидкість витання легких домішок, що характеризуються швидкістю 5,5 м/с. Таким чином маємо ефективне вилучення домішок із зернової маси. А внаслідок того, що після проходження «каналів» суцільного середовища швидкість повітряного потоку спадає і винос повноцінного зерна, зі швидкістю витання 8-12 м/с не відбувається. Отже маємо ефективне поєднання вилучення легких домішок як в основній так і додатковій зонах очистки, що суттєво збільшує ефективність пневмосепаруючого пристрою.

#### Список використаних джерел:

1. Динамика виброцентробежной зерноочистки. / Тищенко Л.Н. и др. Харьков: Міськдрук, 2013. 440 с.
2. Теорія сепарування / В.П. Ольшанський та ін. Харків: ХНТУСГ, 2018. 803 с.
3. Ольшанський В.П., Сліпченко М.В., Харченко С.О., Полевода Ю.А. Наближений спосіб розрахунку зернопотоку в вертикальному циліндричному віброрешеті. Вібрації в техніці та технологіях. № 1 (100). 2021. С. 57-65.
4. Ольшанський В.П., Сліпченко М.В., Харченко С.О., Ковалишин С.Й., Барсук А.С. Про рух неоднорідної зерноsumіші по вертикальному віброрешету. Інженерія природокористування. 2 (20). С. 27-31.
5. Тищенко Л.Н. Интенсификация сепарирования зерна. Харьков: Основа, 2004. 224 с.
6. Тищенко Л.Н., Слипченко М.В. К исследованию динамики продуваемого слоя зерновой смеси. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2010. Вип. 10, Т.7. С. 201-209.

## ДО ПИТАННЯ СОРТУВАННЯ НАСІННЯ ПРОСА НА ГРАВІТАЦІЙНОМУ БАГАТОЯРУСНОМУ УДАРНОМУ СЕПАРАТОРІ

Богомолів О.О., аспірант

*Державний біотехнологічний університет*

*Представлено гравітаційний багатоярусний ударний сепаратор для сортування насіння проса. На рисунку показано принцип дії сепаратора. Встановлено, що більш пружні частки суміші під час удару зміщуються на більшу відстань в повздовжньому напрямку, ніж менш пружні.*

**Мета дослідження:** обґрунтування можливості сортування насіння проса на гравітаційному багатоярусному ударному сепараторі.

Процес сепарації в гравітаційному ударному сепараторі здійснюється за рахунок гравітаційних сил та пружних властивостей зерна при ударній взаємодії насіння з похилими деками і різному зміщенні їх в повздовжньому напрямку в залежності від пружних властивостей [1]. Більш пружні частки суміші під час удару зміщуються на більшу відстань в повздовжньому напрямку, ніж менш пружні. Різниця цих відстаней і є ознакою подільності даної суміші. Ця різниця залежить від кількості ярусів, встановлених в кожному модулі сепаратора, чим їх більше - тим краще якість сепарації.

Конструктивна схема багатоярусного ударного сепаратора представлена на рис. 1.

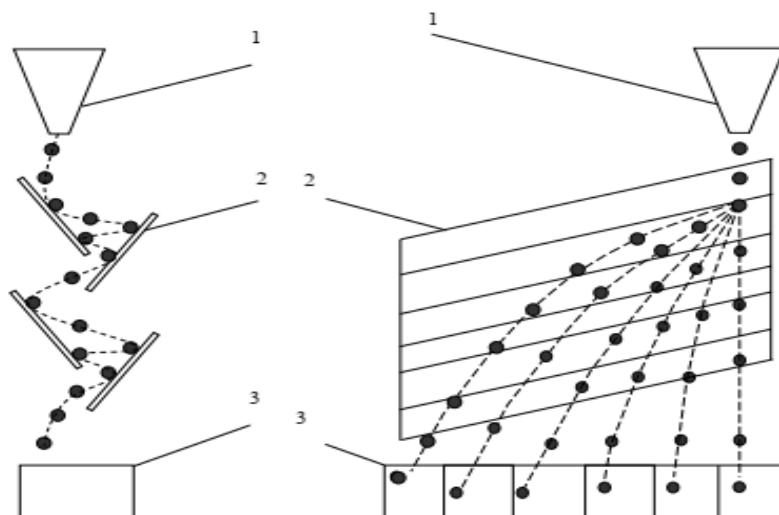


Рисунок 1 – Схема багатоярусного ударного сепаратора: 1 – бункер; 2 – декі; 3 – приймачів продуктів поділу

Багатоярусний ударний сепаратор складається з живильного бункера 1, похилих з поздовжньо-поперечним нахилом неперфорованих дек 2 і приймачів продуктів поділу 3.

У цьому сепараторі зернова суміш з живильного бункера послідовно надходить на каскад дек, що відбивають. Декі мають поперечний і поздовжній

нахили по відношенню до горизонту, і розташовані так, що зернова суміш, зазнавши удару об одну, стикається з розташованою поруч. Чим вище пружність зерна, тим більше ударів воно відчуває у проміжку між рядом розташованими деками, отже, і більшу відстань вздовж поздовжньої осі переміститься від місця подачі. Зійшовши з верхніх дек, зерно під впливом сили тяжіння знову набирає необхідну швидкість і вдаряється об деку, розташовану нижче, але зі зміщенням від місця подачі на відстань, пропорційну, зрештою, пружності зерна. Далі процес повторюється у другому ярусі, а потім і в усіх інших, нижче розташованих парах дек (ярусах).

У нижній частині пристрою розташовані приймальні ємності, і найбільш пружні зерна, зрештою, потраплять у найдальший від пристрою живлення приймач. Відповідно подрібнені, щуплі і найменш пружні будуть у ближніх від живильника приймачах.

Гравітаційний багатоярусний ударний сепаратор призначений для сепарації насіння зернових, бобових, технічних та інших культур. Даний сепаратор було апробовано для сортування насіння проса урожаю 2021р. СФГ «Калина» Вовчанського району. Сферою застосування сепаратора є фермерські господарства та малі підприємства, в яких виробляється насіннєвий матеріал та здійснюється первина переробка зерна.

В таблиці 1 представлені результати сортування насіння проса на багатоярусному ударному сепараторі

Таблиця 1 – Результати сортування насіння проса на багатоярусному ударному сепараторі

Найменування	Номер приймального лотка				
	1	2	3	4	5
Розподіл маси по лотках	410	980	1200	1020	390
Маса 1000 зернин	0,73	0,74	0,75	0,76	0,76

Як видно з таблиці 1, розподіл маси зерна проса здійснено по п'яти лотках сепаратора. При цьому в 3-5 лотки потрапляє 60% зерна з масою 1000 зернин більшою чим в 1 та 2 лотках.

Тому насіння 3-5 лотків можна рекомендувати використовувати для посіву, так як відомо [2] що з насіння з більшою масою 1000 зернин можна отримати більший урожай.

Зерно з 1 та 2 лотків можна рекомендувати на переробку в крупу.

#### Список використаних джерел:

1. Богомолів А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей; монографія.-Х.:ХНТСХ им.П. Василенка.2013.-308с.

2. Зайка П.М., Мазнев Г.Е. Сепарация семян по комплексу физико-механических свойств. - М.: Колос, 1978. - 287 с.

УДК 631.362

## АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ВИРОБНИЦТВА ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ВИДІВ КРУП ТА БОРОШНА З ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

Ірклієнко В.І., к.т.н., Богомолів О.В., д.т.н., проф. Годунов В.С., Біжан А.В.

*Державний біотехнологічний університет*

*Представлено малогабаритний апаратурно-технологічний комплекс для виробництва екологічно чистих круп та борошна з зерна пшениці. Цей комплекс передбачає попередній розкол зерна пшениці вздовж борзенькі і отримання нового зернового продукту – половинок зерна пшениці розколотих уздовж борзенькі.*

**Мета досліджень:** обґрунтування можливості виробництва екологічно чистих круп та борошна з зерна пшениці на малогабаритному апаратурно-технологічному комплексі.

Апаратурно-технологічний мало-габаритний комплекс виробництва екологічно чистих видів круп та борошна передбачає попередній розкол зерна пшениці вздовж борзенькі і отримання нового зернового продукту – половинок зерна пшениці розколотих уздовж борзенькі. З цього продукту після шелушіння та шліфування на шелушильно-шліфувальному обладнанні отримують новий вид круп, або після здрібнення на роторному млині борошно обойне з низьким показником зольності [1].

Можливість розколу зерна по борозенці та видалення контамінантів з поверхні зерна пшениці, що були закриті в борозенці дозволяє отримати екологічно чисті види крупи та борошна, що є перевагами розробки [2,3].

Апаратурно-технологічний комплекс виробництва екологічно чистих видів круп та борошна з зерна пшениці реалізує інноваційний напрямок в технології переробки зерна пшениці, який за рахунок формування нового зернового продукту дозволяє отримати борошно обойне з низьким показником зольності, а також новий вид крупи подовженої форми, з поверхні якої вилучені контамінанти. На рис. 1 представлено фото апаратурно-технологічного комплексу для виробництва борошна та круп.



Рисунок 1 – Апаратурно-технологічний комплекс виробництва борошна та круп

Розроблене обладнання було апробовано на переробці зерна пшениці сорту Смуглянка, урожаю 2021р. СФГ «Калина» Вовчанського району.

У таблиці 1. представлені виходи крупи Полтавської за відомою технологією, крупи нової та борошна обойного отримані за новою технологією переробки зерна пшениці.

Таблиця 1 – Асортимент продукції

	№1 сх. ø3,0	№2 сх. ø2,5	№3 сх. ø2,0	№4 сх. ø1,5	Артек сх. ø0,63	Мучка	Кормові відходи	Не кормові відходи
Крупа Полтавська	8%		43%		12%	30%	5,3%	1,7%
Крупа нова	-	53%	-	28%	3,2%	9%	5%	1,8%
Борошно	-	48%	-	28%	3,2%	14%	5%	1,8%

Як видно з таблиці 2 вихід крупи нової з подовженою формою становить 53 %. При переробки її в обойне борошно можна отримати 48 % обойного борошна підвищеної біологічної цінності, практично без контамінантів, які містяться в борозенці пшениці і при класичній, її переробці потрапляють в усі види борошна.

Якщо також подрібнити крупи Полтавська №4 і Артек, то вихід борошна обойного підвищується до 79,2 %.

#### Список використаних джерел:

1. Богомолів О.В., Ірклієнко В.І. Інноваційна технологія виробництва крупи нового виду // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. Випуск 207. С. 68-75.

2. Богомолів О.В., Ірклієнко В.І. Новий напрямок в технології переробки зерна пшениці. // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2019. Випуск 207. С. 5-12.

3. Bofang Yan, Marie-Pierre Isaure, Sandra Mounicou, Hiram Castillo-Michel, Wout De Nolf, Christophe Nguyen, Jean-Yves Cornu. Cadmium distribution in mature durum wheat grains using dissection, laser ablation-ICP-MS and synchrotron techniques, Environmental Pollution (2020), doi: <https://doi.org/10.1016>.

УДК 663.81.05:664

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ БАРОМЕМБРАННОЇ ОБРОБКИ СОКІВ ІЗ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

Дейниченко Г.В. д.т.н., проф., Дмитревський Д.В. к.т.н., доц.,  
Гузенко В.В. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано обладнання, що застосовуються для освітлення і концентрування плодово-ягідного соку. Визначено характерні недоліки існуючих технологічних процесів. Визначено напрями удосконалення процесів концентрування і освітлення соку та обґрунтовано необхідність розробки обладнання для їх реалізації, а також запропоновано використання мікрофільтраційних і ультрафільтраційних мембранних апаратів для обробки соку.*

Споживання фруктових соків суттєво зросло протягом останніх років, оскільки споживачі зацікавлені в якісних продуктах, які є практичними та готовими до споживання. Фруктові соки діють як поживні напої та можуть відігравати важливу роль у здоровому харчуванні, оскільки мають хімічний склад, який природним чином міститься у фруктах. На додаток до цього, фруктові соки багаті поживними речовинами з широким спектром вітамінів, мінералів, білків і різноманітних джерел захисних антиоксидантів. Це в поєднанні з освіжаючим смаком і тривалим терміном зберігання робить фруктові соки одними з найбільш затребуваних напоїв. Під час переробки соків основними аспектами завжди були безпека та покращення якості, харчова цінність, мінімізація витрат на виготовлення продукту і здійснення процесу [1].

Традиційні способи виробництва соків передбачають кілька серійних операцій, які вимагають багато праці та часу. Технологічна схема традиційного виробництва передбачає механічне пресування соку з м'якоті фрукта, віджимання соку, освітлення соку центрифугуванням або фільтруванням та послідууючу стадію концентрування шляхом багатоступінчастого вакуумного випарювання [2]. Мембранні процеси є одним із підходів для концентрації та освітлення соку, що пропонує ряд переваг перед традиційними процесами сепарації. До цих переваг відносяться висока селективність, відсутність теплового стресу рідин, що оброблюються через помірні робочі температури, відсутність використання хімічних добавок, компактна і модульна конструкція, низьке енергоспоживання. На теперішній час, мембранні процеси, що здійснюються під тиском, такі як мікрофільтрація, ультрафільтрація являють собою найсучаснішу технологію для освітлення соку, їхнього фракціонування, а також концентрації [3]. Останнім часом інші мембранні процеси, такі як осмотична дистиляція, мембранна дистиляція і первапорація почали використовуватися для концентрування соку та відновлення ароматичних сполук. 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 ретентаті 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. Мембрана, що використовується під час ультрафільтрації та мікрофільтрації, є напівпроникним бар'єром. Цей бар'єр пропускає певні компоненти рідких сумішей. Мембрани повинні мати високу роздільну здатність (селективність); високу питому продуктивність (проникність); хімічну стійкість до навколишнього середовища відокремленої системи; механічна міцність [4].

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 фільтрпрес. Крім цього, ультрафільтрація замінює обробку сировини освітлюючими речовинами. Застосування ультрафільтраційної 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. На тривалість дії мембран, а також термін їх служби істотно впливає процес утворення осаду. Шар осаду зазвичай соленепроникний, закупорює поверхневі пори мембрани, створює додатковий опір потоку і масообміну в прикордонному шарі. Внаслідок цього збільшується концентраційна поляризація на мембранах і знижується їх продуктивність. Явище концентраційної поляризації притаманне майже всім баромембранним процесам. Це явище є збільшенням концентрації розчиненої речовини біля поверхні мембрани [5].

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 [6].

Використання мембранних процесів дозволяє отримати продукти із покращеними показниками безпеки, якості та поживною цінністю. Ці процеси характеризуються низьким споживанням енергії та незначним впливом на навколишнє середовище.

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. 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 низьку пропускну здатність. Проведені дослідження доводять, що ультрафільтрація є економічно ефективним способом освітлення, який має суттєві переваги перед традиційними процесами освітлення.

Найбільш ефективним та економічно вигідним мембранним методом поділу є тангенціальна фільтрація. Це пов'язано з тим, що поряд з традиційними методами розділення, до яких відносять центрифугування, фільтрацію, відстоювання, тангенціальна фільтрація в проточних мембранних елементах має суттєві переваги, а саме: відсутність застійних зон, високу селективність по відношенню до компоненту, що проходить крізь мембрану, можливість промивання фільтра без розбирання апарату, а також низьку енергоємність, компактність та простоту апаратного оформлення. Широке застосування для процесів мембранного поділу суспензій ультрадисперсних матеріалів знайшли трубчасті фільтри, що мають низку важливих технологічних переваг у порівнянні з іншими типами фільтрів. Однак, їхня продуктивність не завжди задовільна. Одним із шляхів її підвищення є штучна турбулізація потоку за допомогою вбудованих пристроїв. Реалізація цього підходу вимагає розробки методів розрахунку та проектування трубчастих мембранних апаратів з турбулізуючими пристроями, а також пошуку оптимальних конструктивних рішень та визначення умов проведення. Вони використовуються також для технологічної підготовки води, стабілізації безалкогольних напоїв та виноградних вин, концентрування натуральних соків, пастеризації, вилучення цінних компонентів з технологічних стоків різних виробництв, освітлення фруктових та овочевих соків, сиропів. У порівнянні з процесами випарювання або виморожування, мембранні методи дозволяють покращити якість та підвищити вихід одержуваних продуктів. На відміну від тупикової фільтрації, тангенціальна фільтрація дозволяє проводити процес у безперервному режимі, при цьому пори мембрани не закупорюються. У процесі тангенціальної фільтрації рідина тече не через мембрану, а вздовж неї. Цей метод створює різницю тиску на мембрані. В результаті певний об'єм рідини проходить через мембрану у вигляді фільтрату, а решта продовжує рухатися по мембрані разом з домішками, які в потоці очищають стінки мембрани. Тангенціальна проточна фільтрація характеризується процесом рециркуляції концентрату через поверхню мембрани. Слабкий поперечний потік рідини мінімізує забруднення

мембрани. Це підтримує високу швидкість фільтрації та забезпечує високий вихід продукту.

Встановлено, що під час використання ультрафільтраційних установок зберігаються колоїдні речовини, але при цьому пропускаються всі цінні компоненти соку, такі як цукри, органічні кислоти, мінерали, розчинні вітаміни та амінокислоти. В результаті використання ультрафільтраційних установок харчова та біологічна цінність освітлених соків не знижується. Виявлено можливості застосування мікрофільтраційної й ультрафільтраційної мембранної обробки для процесів концентрації та освітлення соків із плодово-ягідної сировини. Найбільшою популярністю при проектуванні мембранних систем користуються порожні волокна та рулонні мембранні елементи. Системи на їх основі найдешевші та високопродуктивні. Використання мембранних установок із тангенціальними фільтрами сприяє збереженню структурних та органолептичних властивостей продукту. Крім цього, тангенціальні фільтри самоочищаються і не вимагають дорогих витратних матеріалів.

### Список використаних джерел:

1. Sharifanfar, R., Mirsaedghazi, H., Fadavi, A., Kianmehr, M.H. Effect of feed canal height on the efficiency of membrane clarification of pomegranate juice, *Journal of Food Processing and Preservation*. 2015. Vol. 39, pp. 881-886. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12299>.

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. Samreen, Ch V.V. Satyanarayana, L. Edukondalu, Vimala Beera. Srinivasa Rao. Effect of Pre-treatment on Aggregation, Biochemical Quality and Membrane Clarification of Pomegranate Juice. *Indian Journal of Ecology*, 2022. 49(3): pp. 910-918 DOI: <https://doi.org/10.55362/IJE/2022/3615>.

4. Cherevko O.I., Deinychenko G.V., Dmytrevskyi D.V., Guzenko V.V., Heiier 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](https://doi.org/10.5281/zenodo.4369743).

5. Deinychenko G.V., Dmytrevskyi D.V., Zolotukhina I.V., Perekrest 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](https://doi.org/10.5281/zenodo.5036090).

6. David Inhyuk Kim, Gimun Gwak, Min Zhan, Seungkwan Hong. Sustainable dewatering of grapefruit juice through forward osmosis: Improving membrane performance, fouling control, and product quality. *Journal of Membrane Science*, 2019. Vol. 578, pp. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.02.031>.

УДК 637.5

## АПАРАТ ДЛЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ М'ЯСНИХ ДЕЛІКАТЕСІВ

**Титаренко Н.В. студ., Загорулько А.М. к.т.н., доц.,  
Загорулько О.Є. к.т.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

М'ясні вироби в багатьох країнах світу займають одну з основних ланок харчування, що виготовляються за різноманітними кулінарно-промисловими технологіями з використанням тепломасообмінного обладнання. Існуючий асортимент м'ясних делікатесів може бути представлений у різноманітному вигляді, зокрема: шинка, паштети, рулет, сальтисон тощо, які виробляються за власними технологіями, відомими ще в роки нашої ери [1]. Значний вплив на технологічну якість виробництва м'ясних делікатесів займає обладнання, що використовуються для тепломасообмінної обробки виробів, яке повинно відповідати сучасним ресурсоефективним та практичним властивостям для забезпечення високоякісних показників. Такий підхід потребує постійного розвитку процесів харчової промисловості в напрямку вдосконалення існуючих конструктивно-технологічних рішень для забезпечення виробництва якісних м'ясних делікатесів в умовах використання ресурсоефективного обладнання. Досягнення ресурсоефективності у виробництві м'ясних делікатесів можливе за умов використання сучасних нагрівальних елементів з низькою енерго- та металоємністю, регульованим температурним впливом, простотою обслуговування та забезпечення можливості використання вторинної енергії.

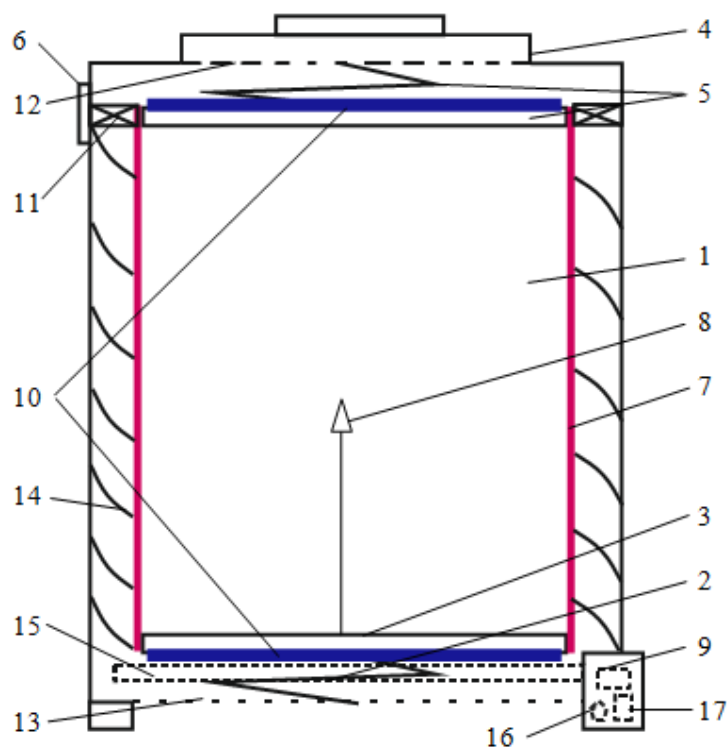
Отже актуальним є розробка сучасного апарата для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів в умовах використання сучасного ресурсоефективного нагрівача випромінюваного типу, що характеризуватиметься портативністю, функціональністю для забезпечення оригінальних органолептичних властивостей м'ясних делікатесів.

Метою роботи є розробка сучасного апарата для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів за рахунок використання ІЧ-теплової обробки та використання вторинної енергії. Експериментально-практичні дослідження з визначення шляхів удосконалення апаратів теплової обробки м'ясних виробів, зокрема для розробки сучасного апарата (портативного, мобільного та зручного в експлуатації) призначеного для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів реалізовані у Державному біотехнологічному університеті (Україна).

Розроблена модельна конструкція апарата для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів (рис.) складається з циліндричної робочої ємності 1, яка виступає у ролі формувальної капсули для надання геометричної форми отримуваному виробу. В капсулі здійснюється формування (пресування) м'ясних делікатесів виготовлених за будь яким рецептурним співвідношенням та в умовах обробці в оболонці. У нижній частині апарата змонтована центрально-розподілена пружина 2 з'єднана з дисковою пресуючою площадкою 3. Після завантаження м'ясної сировини у капсулу 1, вона закривається кришкою 4 з

підружиненою циліндричною поверхнею 5 за допомогою фіксатора 6. Обігрів робочої поверхні здійснюється гнучким плівковим резистивним електронагрівачем випромінювального типу (ГПРЕнВТ [2]) 7, який повторює циліндричну форму ємності (капсули) 1 та виступає одночасно робочою поверхнею. Вимірювання температури в апараті здійснюється голчастою термопарою 8, що вмонтована по центру нижньої дискової пресуючої площадки 3 та з'єднується з терморегулятором ТРМ, фірми «Oven» (Україна) 9.

Низькотемпературна обробка м'ясної сировини здійснюється до досягнення в центрі батону 71...75 °С ГПРЕнВТ (7). При цьому апарат має можливість подальшого охолодження делікатесу до 25...30 °С за рахунок обдування зовнішньої поверхні робочої капсули повітрям, що надходить крізь отвори 12 та нагнітається витяжними вентиляторами 11.



- 1 – циліндрична робоча ємність (формувальна капсула); 2 – пружина;  
 3 – дискова пресуюча площадка; 4 – кришка з підружиненою циліндричною поверхнею; 6 – фіксатори; 7 – гнучкий плівковий резистивний електронагрівач випромінювального типу (ГПРЕнВТ); 8 – голчаста термопара;  
 9 – терморегулятор ТРМ; 10 – контактна поверхня елементів Пельтьє;  
 11 – витяжні вентилятори; 12, 13 – отвори надходження та відведення свіжого повітря; 14 – напрямні повітряного потоку; 15 – ємність технічної рідини;  
 16 – патрубок зливання технічної рідини; 17 – блок керування

Рисунок 1 – Схема розробленої модельної конструкції апарата для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів

Рух повітря здійснюється за гвинтовою траєкторією навколо капсули 1 напрямними потоку 14 з подальшим відведенням повітря до навколишнього середовища крізь отвори 13. Витяжні вентилятори працюють в автономному

режимі після досягнення в центрі виробу 71...75 °С за рахунок перетворення теплової енергії від елементів Пельтьє, розміщених на контактній поверхні 10. Встановлено, що низьковольтна напруга при температурі контактної поверхні елементів Пельтьє – 70...80 °С становить 4...6 Вт, а при температурі 25...30 °С відповідно 1,5...3 Вт, забезпечуючи автономну роботу витяжних вентиляторів. В нижній частині апарата під дисковою пресуючою площадкою 3 розміщена технічна ємність 15 для збирання рідкої фракції у випадку часткового соковідведення з м'ясного виробу, з подальшим зливанням крізь патрубків 16. В нижній частині апарата встановлено блок керування 17 з вмонтованим терморегулятором, патрубком зливання технічної рідини 16, блоком керування елементами Пельтьє та витяжними вентиляторам.

**Висновки.** Розроблений апарат для низькотемпературної обробки м'ясних делікатесів, що складається з циліндричної капсули для формування форми виробу. Обігрів робочої поверхні здійснюється ГПРЕНВТ, що повторює циліндричну форму капсули. Контроль температури здійснюється голчастою термопарою з'єднаною з ТРМ до досягнення в центрі виробі 71...75 °С. Є можливість охолодження делікатесу до 25...30 °С за рахунок обдування зовнішньої поверхні капсули повітрям від автономних витяжних вентиляторів, що працюють від вторинної теплової енергії. Встановлено, що низьковольтна напруга при температурі 70...80 °С становить 4...6 Вт, а при температурі 25...30 °С відповідно 1,5...3 Вт.

#### **Список використаних джерел:**

1. Виробництво шинки. П'ять основних етапів [Електронний ресурс] : [сайт]. – Режим доступу : <https://foodbay.com/wiki/masnaja-industrija/2016/06/10/proizvodstvo-vetchiny-pyat-osnovnyh-etapov/>
2. Пат. на корисну модель 108041 Україна, МПК G05D 23/19, B01D 1/22, H05B 3/36. Гнучкий плівковий резистивний електронагрівач випромінюючого типу/Загорулько А. М., Загорулько О. Є.; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. – № u201600827 ; заявл. 02. 20.2016 ; опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12. – 4 с. <http://uapatents.com/5-108041-gnuchkijj-plivkovijj-rezistivnijj-elektronagrivach-viprominyuyuchogo-tipu.html>.

УДК 664.144:664.849

## УДОСКОНАЛЕННЯ СПОСОБУ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Михайлов В.М. д.т.н., проф., Загорулько О.Є. к.т.н., доц.,  
Загорулько А.М. к.т.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

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). Невтішною статистикою ХХІ століття є висока смертність та інвалідність від серцево-судинних захворювань, які в більшості випадків пов'язані з високим вмістом холестерину у крові. Виробництво функціональних органічних інгредієнтів та продуктів харчування на їх основі дозволить отримувати вироби спеціального призначення, у тому числі з холестеринознижуючим ефектом, насамперед із використанням інноваційних технологічних процесів. Виробництво функціональних органічних інгредієнтів та продуктів харчування на їх основі дозволить отримувати вироби спеціального призначення, у тому числі з холестеринознижуючим ефектом, насамперед із використанням інноваційних технологічних процесів.

Одним із напрямків виробництва даної продукції є використання рослинної сировини – джерел фітостеролів, які мають холестеринознижуючу здатність (абрикос, лимон, зизифус, чорниця тощо) для отримання функціональних напівфабрикатів. Відомі сучасні рекомендації ВООЗ, відносно необхідності споживання рослинної сировини (плодів, ягід, пряно-ароматичної сировини та ін.) незалежно від вікових категорій, які підкреслюють необхідність досліджень у сфері створення здорового харчування нації. Виробництво продуктів харчування підвищеної харчової та біологічної цінності спеціального призначення рекомендуються для масового споживання для забезпечення оздоровчих та лікувально-профілактичних впливів на імунну складову різних верст населення, зокрема військовослужбовців і медиків.

Метою дослідження є удосконалення технології виробництва функціональних пастоподібних плодово-ягідних напівфабрикатів із високим вмістом фізіологічно функціональних інгредієнтів для подальшого використання при виробництві продуктів харчування спеціального призначення. 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 холестеринознижуючим 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.

Визначена ефективна в'язкість (Па·с) купажів вихідних пюре (СР 16...17 %) та виготовлених паст (30...32 %) та встановлено її збільшення у пастах порівняно з пюре у 1,65...1,85 разів. Отримані дані свідчать про зміцнення структури отримуваної функціональної пасти, яка порівняно з контролем має ефективну в'язкість в 3,6 разів більше. Значну перевагу має паста з вмістом: 45 % яблука; 35 % зізіфуса; 20 % чорниці. Вона характеризується підвищеним вмістом харчових волокон у 3,8 разів, вітаміну С у 2,25 рази, низькомолекулярних поліфенольних сполук та дубильних речовин, фітостеролів. Отже, її можливо використовувати як імуностимулятор для створення продуктів із холестеринознижуючим ефектом.

Встановлено, що для ефективного ведення процесу концентрування в РПВ та наступної пастеризації в СК раціонально подрібнювати пюре до розміру часток в межах 0,1...0,5 мм. Коефіцієнт тепловіддачі при концентруванні зразків з розміром часток 0,5 мм має більший на 6 % показник порівняно зі зразком з розміром часток 1,5 мм. Технологія може бути впроваджена на підприємства консервної та кондитерської промисловості.



•

Секція 8

**ЕКОНОМІЧНЕ  
ОБҐРУНТУВАННЯ  
ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ В  
АПВ**

## СОЦІАЛЬНА ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ БІЗНЕСУ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ

Кравченко Ю.М., к.е.н.

*Державний біотехнологічний університет*

*Проаналізовано основні форми соціальної відповідальності бізнесу в Україні під час війни. У дослідженні розглядався вплив факторів на прийняття рішень компанією під час військових дій в Україні за такими критеріями: адаптації українського бізнесу, розробка стратегій господарювання офіційна заява про припинення співпраці з російською федерацією.*

Завдяки покращенню відносин із громадськістю, зацікавленими сторонами, інвесторами та владою, корпоративна соціальна відповідальність має значний вплив на здатність вітчизняних та іноземних компаній успішно розвиватися та досягати економічної конкурентоспроможності, а також збільшувати частку ринку, формувати позитивний імідж організації. Реалізуючи різноманітні форми соціальної відповідальності підприємство реалізує свій внесок у світ майбутнього, вирішуючи локальні та глобальні проблеми людства.

Як не намагався агресор паралізувати вітчизняну економіку, поставити абсолютну більшість українців на межі виживання і голоду, вийшло навпаки — великий бізнес не лише не згорнув соціальні програми, а й має на меті вихід на новий рівень — з впровадженням ESG- принципів.

Цю аббревіатуру можна розшифрувати як «екологія, соціальна політика та корпоративне управління». У широкому значенні це сталий розвиток комерційної діяльності, що будується на принципах відповідального ставлення до довкілля (E — environment); високої соціальної відповідальності (S — social); високої якості корпоративного управління (G — governance).

Соціальна відповідальність – це бажання компанії підтримувати соціальні проблеми як окремого напрямку в межах однієї країни, так і на світовому тлі. Соціальна відповідальність – це механізм допомоги суспільству та одночасно розвитку бізнесу. Кращі світові компанії використовують дану концепцію для того, щоб балансувати між прямим заробітком і розв'язанням соціальних проблем [1]. Вже зараз суспільство запитує компанії про те, що вони роблять для підтримки України, і неодмінно цікавитиметься цим у майбутньому. Зокрема, про це свідчить результати дослідження галузевого підрозділу Google та дослідницької компанії Kantar. Дослідження показало, що понад 40% опитаних вважають переказ коштів на гуманітарну допомогу, підтримку переселенців та участь у волонтерській діяльності надзвичайно важливими складовими діяльності бренду. Втім, така уважність до позиції та соціальної активності брендів не обмежується дверима магазину – ціннісні питання цікавлять і потенційних співробітників при виборі працедавця, і місцеві громади при взаємодії з компанією [2].

Сьогодні діяльність бізнесу в сфері КСВ в першу чергу спрямована на:

допомога тимчасово переміщеним особам (проживання, гігієна, одяг, речі), сприяння Збройним Силам України та територіальній обороні, соціальна кухня (організація харчування, роздача їжі безкоштовно). Спочатку збір гуманітарної допомоги був дуже заплутаним, тому що те, що доставлялося, було дуже різним. Рішення цієї проблеми – європейські та українські хабові склади, які координують відправлення та допомагають перепаковувати товари. Велика кількість волонтерів, залучених до цієї роботи, і постійно необхідний контрольний список також допомогли. Тому Гуманітарний штаб Офісу Президента України розробив платформу, на якій запити та потреби узгоджені з можливими рішеннями. Сервіс має повноцінну CRM систему та розвинену логістику [2].

Корпоративна соціальна відповідальність завжди має великий вплив на репутацію компанії. Та під час війни потрібно внести певні корективи в цю політику. Серед прикладів того, як адаптується бізнес в нових умовах, можна виокремити такі:

- розробити бізнес-стратегію з урахуванням сталої допомоги армії,
- приділити увагу системного підходу до волонтерства,
- включити в комплекс заходів психологічну підтримку співробітників,
- співпрацювати з громадами та фондами на постійній основі,
- ініціювати проєкти, спрямовані на посилення безпеки, післявоєнної відбудови тощо [3].

Сьогодні в Україні стратегія КСВ спрацювала і проявилася на повну силу за обома напрямками — внутрішнім і зовнішнім.

Внутрішня КСВ стосується процесів у компанії, у центрі яких стоїть працівник:

- безпечні умови праці,
- стабільність і гідний рівень зарплати,
- медичне і соціальне страхування співробітників,
- інвестиції в людський капітал, зокрема у навчання працівників,
- надання допомоги співробітникам у складних ситуаціях.

Більшість з цих пунктів стали критично важливими саме зараз, під час війни. Так, найкращі компанії надають матеріальну і організаційну допомогу співробітникам, що вступили до лав ЗСУ і ТрО або тим, які вимушено переселилися з небезпечних регіонів (деякі фірми навіть оплачують проживання за кордоном). За можливості, відповідальний бізнес намагається зберегти колектив і не зменшувати зарплати. Навіть під час вимушеного простою такі компанії платять працівникам. Зовнішня КСВ – це те, що робить бізнес для широкого кола стейкхолдерів поза компанією:

- спонсорство і благодійність,
- сприяння охороні навколишнього середовища,
- продуктивна взаємодія з центральною владою і місцевими громадами,
- готовність допомагати у кризових ситуаціях (війна, аварії на інфраструктурних об'єктах тощо),
- власне відповідальність перед споживачами: випуск якісних товарів і надання професійних послуг.

В умовах тотального дефіциту коштів у держави, великий внесок у боротьбу з російською навалюю та подолання її наслідків робить бізнес. Сплачувати податки наперед, закупати техніку і амуніцію для армії, допомагати мільйонам українців, які постраждали від бойових дій і потребують підтримки, — далеко не вичерпний перелік практик, які з повним правом можна віднести до КСВ воєнного часу [4].

Розвиток та адаптація КСВ відповідальних компаній в Україні сьогодні відповідно до реалій війни є не лише запорукою існування компанії чи утримання працівників, а й відіграє важливу роль в економічному та соціальному аспектах. Орієнтація на суспільство, а не на прибуток, активна діяльність у сфері КСВ, впровадження інновацій та цифровізації та двостороння прозора комунікація щодо своєї діяльності та підтримки, надання фінансової та етичної підтримки працівникам, розробка етичного кодексу для вирішення майбутніх етичних проблем дозволили багатьом компаніям вижити під час бойових дій, що тривають, щоб вижити та дотримуватися політики корпоративної соціальної відповідальності, вказівок і стратегій.

### Список використаних джерел:

1. Букресва Д., Денисенко, К. Соціальна відповідальність бізнесу як основа забезпечення ділової активності підприємств: євроінтеграційний аспект. *Економіка та суспільство*. 2022. № 38. <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-38-52>
2. Євтушенко Г. В., Тимохова Г. Б. Аналіз форм реалізації концепції соціальної відповідальності бізнесу в умовах бойових дій в Україні. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна серія «Економічна»*, 2022, випуск 103 С.91-96.
3. Корпоративна соціальна відповідальність в умовах війни. Sostav. Веб сайт. URL: <https://sostav.ua/publication/korporativna-sots-alna-v-dpov-daln-st-v-umovakh-v-jni-94057.html>
4. КСВ воєнного часу. Топ-10 компаній. Dsnews.ua. Веб сайт. URL:<https://www.dsnews.ua/ukr/reitingi/ksv-voyennogo-chasu-top-10-kompaniy-22122022-471409>
5. 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/Vkhdtusg\\_2019\\_200\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtusg_2019_200_20)
6. Viktoriya Onegina, Vitalina Alekseevna Babenko, Yuliia Kravchenko, Yurii Vitkovskiy, Olga Anisimova. Management of Product Quality and Competitiveness of Agricultural Enterprises in the Context of International Integration. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 2022, vol. 13, issue 2, 1-14 DOI: 10.4018/IJITPM.311845 <https://EconPapers.repec.org/RePEc:igg:jitpm0:v:13:y:2022>.

УДК 331.101

## МОТИВАЦІЯ ПРАЦІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ

**Крупнова К.В., студентка, Кравченко Ю.М., к.е.н.**

*Державний біотехнологічний університет*

*Досліджено сутність мотивації праці та її застосування на підприємстві для ефективної діяльності працівників та економічного зростання підприємства. Проаналізовано такі поняття, як «мотивація», «стимулювання», виділено їхні спільні та відмінні риси. Зазначено, як мотивація пов'язана зі стимулами до праці, проаналізовано внутрішні та зовнішні чинники впливу на ефективність мотивації.*

Протягом останніх років на українському ринку праці спостерігається чимало проблем, пов'язаних з людськими ресурсами, серед яких можна назвати: відтік кваліфікованих і талановитих кадрів закордон, невмотивованість та розчарування фахівців, що залишаються в країні, їхня зосередженість на економічних стимулах праці через низький рівень життя та зневіру у перспективах вітчизняної економіки, недостатня ефективність вітчизняного менеджменту, трудових правовідносин, технологій залучення, утримання й вивільнення персоналу.

На думку А. Колот, мотивація є «сукупністю внутрішніх і зовнішніх рушійних сил, які заохочують до діяльності, визначають поведінку, форми діяльності, надають цій діяльності спрямованість, орієнтовану на досягнення власних цілей і цілей організації». Іншими словами, мотивація є сукупністю мотивів, що впливають на поведінку [1, с. 56].

Необхідно зазначити, що спонукання людини до певних дій може бути викликане не лише мотивом, а й стимулом. Мотив та стимул є поняттями схожими між собою. Однак між ними є важлива відмінність: мотив включає зовнішню та внутрішню мотивацію, а стимул – тільки зовнішню. Суть терміну «стимулювання» праці розкривається з точки зору управління персоналом. Воно полягає у використанні стимулів та мотивів, які принесуть користь як працівникові, так і організації. Можна сказати, що це ефективний засіб підвищення трудової діяльності працівників, в якому задіяні всі прийоми збільшення продуктивності. Вони включають задоволення першочергових інтересів працівників шляхом матеріального і нематеріального стимулювання, а також залучають комплекс мотиваційних та стимулюючих заходів, що підвищують ефективність роботи для досягнення певних цілей. Отже, визначення вищезазначених категорій дає можливість краще зрозуміти сутність такого складного та багатопланового явища, як мотивація праці. Таким чином, мотивація праці є процесом стимулювання до різних видів діяльності, які необхідні для досягнення певних цілей організації [2].

На думку Т. Жолонко та О. Гребінчук, правильно побудована система мотивації в межах організації виконує низку таких важливих завдань:

- дає змогу залучити й утримати цінні кадри;
- підвищує результативність роботи працівників;
- стимулює трудову активність за допомогою системи винагород і покарань;
- формує організаційну культуру на підприємстві, систему цінностей у трудовому колективі;
- доповнює бренд організації як роботодавця;
- покращує морально-психологічний клімат у колективі та стан працівників за допомогою визнання результатів їх трудової діяльності; зміцнює стабільність колективу, командний дух та забезпечує синергетичний ефект від командної взаємодії [3].

Зовнішня мотивація насамперед пов'язана з матеріальною вигодою, загальними умовами праці, а внутрішня мотивація працівника залежить від його емоцій і почуттів, які безпосередньо впливають на якість виконання роботи. Адміністративна мотивація полягає у контролі за виконанням поставлених завдань перед працівником. Наприклад, підприємство мотивує працівників за допомогою матеріальних заохочень, поліпшення умов праці, підвищення у посаді, а робітник неналежно виконує свої функції та завдання, за таких умов до нього застосовуються методи адміністративного впливу (відрахування певної суми коштів із заробітної плати, пониження у посаді чи звільнення). Що стосується моральної мотивації працівників підприємства, то вона ґрунтується на визнанні працівника як окремої особистості. Працівник має відчувати себе комфортно на підприємстві, час від часу чути похвалу від керівництва, що забезпечить морально-сприятливий клімат у колективі. Саме за допомогою таких чинників діє моральна мотивація на працівника [4].

На сьогодні вирішального значення у формуванні мотивів у персоналу набуває матеріальне стимулювання, серед основних складових якого є не лише оплата праці, а й можливість здійснювати ефективну її реалізацію на ринку товарів та послуг. У формуванні матеріальної мотивації необхідним є дотримання наступних умов: існування рівня заробітної плати та дослідження її динаміки; між рівнем заробітної плати та кількістю і якістю результатів праці має існувати пряма залежність; наявність структури особистого доходу; матеріальне забезпечення наявних грошових доходів тощо. Зважаючи на те, що до важливих принципів організації заробітної плати доцільно віднести внесок кожного працівника у підвищення ефективності виробництва, на сьогодні достатньо уваги приділяється системам стимулювання за методом Скенлона. В основу формування систем покладено: забезпечення житлом, автомобілем; гідна оплата праці, наявність премій та надбавок, доплат, комісійних винагород, оплата навчання, участь в прибутках; грамоти, почесні знаки, дошки пошани; надання додаткового соціального і медичного страхування, створення сприятливих умов відпочинку; гарантування гідних умов праці; вибір оптимального варіанту між співучастю, спільним управлінням, робітничим контролем, самоуправлінням; самовдосконалення та самореалізація. Серед негативних методів стимулювання виділяють: незадоволення, покарання, погрози щодо втрати робочого місця. Звертаючи увагу на те, що у

добросовісного працівника є усі можливості до професійного зростання, зростає і його прагнення до задоволення різноманітних потреб не лише матеріального характеру, а й нематеріального змісту [5].

Дослідження різноманітних теорій мотивації персоналу вченими у різні часи доводять беззаперечний факт – розвиток підприємства, в тому числі інноваційний, відбувається за умов розвитку персоналу, який є вмотивованим до досягнення мети, що стоїть перед підприємством, і потреби якого задоволені шляхом застосування відповідних форм і методів стимулювання.

#### **Список використаних джерел:**

1. Колот А., Цимбалюк С. Мотивація персоналу. К.: КНЕУ, 2011. 397 с.
2. Герасименко А. Мотиви, інтереси, стимули, стимулювання як основні категорії, що розкривають сутність мотивації праці. Економіка та суспільство, 2022. №40 <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-40-30>
3. Ушакова-Кирпач І.М. Формування ефективних команд в науково-освітній сфері /Актуальні проблеми розвитку освіти і науки в умовах світових тенденцій і національної практики : зб. наук. праць і матеріалів II Міжнар. наук.-практ. конф. (22 груд. 2020 р.)/ гол. ред. Р.М.Колісніченко. Кропивницький: Центрально-Українське видавництво, 2020. С. 133-135
4. Ситник Н., Чепіль Ю. Мотивація як чинник стимулювання людей до ефективної діяльності», Молодий вчений, 2021. №4 (92), С. 331-335. doi: 10.32839/2304-5809/2021-4-92-70.
5. Климчук А, Михайлов А. Мотивація та стимулювання персоналу в ефективному управлінні підприємством та підвищенні інноваційної діяльності. Маркетинг і менеджмент інновацій, 2018, № 1 С.218-234. <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/>
6. Кравченко Ю.М., Антощенкова В.В. Фактори сталого розвитку економіки аграрного сектору. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. Сер. Економічні науки. 2019. Вип. 200. С. 174-183.
7. Vitalina Antoshchenkova, Roman Antoshchenkov, Yuliia Kravchenko. The role of information and innovative technologies in the modern economy. Innovation tools for socio-economic systems' development. Ed. Oleksandra Mandych, Aleksander Ostenda. 2019. с.199-207.
8. Онегіна В.М., Антощенкова 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 657.421:658.14

## ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

Літвіненко М.С., студент, Кравченко Ю.М., к.е.н.

*Державний біотехнологічний університет*

*Розглянуто сутність джерел відтворення основних засобів. Виявлено особливості існуючих джерел й підходів до оновлення основних засобів. Встановлено, що при виборі джерела відтворення основних засобів слід враховувати власний потенціал підприємства і реальні можливості залучення того або іншого зовнішнього джерела.*

За ринкових умов господарювання проблема фінансового забезпечення відтворення основних засобів аграрних підприємств набуває особливої актуальності. Економічні перетворення в Україні спричинили погіршення якості основних засобів аграрних підприємств. Формування оптимальної структури джерел фінансування відтворення основних засобів є передумовою підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств, тому проблеми формування джерел відтворення основних засобів підприємств заслуговують на особливу увагу [1].

На думку Андрійчука В.Г. джерелами простого і розширеного відтворення основних засобів можуть бути власні, позичкові і залучені кошти та цільові надходження і благодійні внески.

До власних джерел відносять прибуток від основної операційної та іншої операційної діяльності; від фінансово-інвестиційної діяльності та від позареалізаційних операцій; амортизаційні відрахування; надходження від реалізації вибулих основних засобів. Специфічним джерелом фінансування відтворення основних засобів, що не вимагає вкладень, є їх індексація. До позичкових коштів відносять кредити банків та інших фінансово-кредитних установ, а до залучених — випущені підприємством акції й облігації.

Головним джерелом відтворення основних засобів є амортизаційні відрахування і прибуток. Саме завдяки їм підприємство може здійснювати не лише просте, а й розширене відтворення цього ресурсу. Прийнято вважати, що амортизаційні відрахування є джерелом здійснення простого відтворення основних засобів. Проте вони нерідко можуть стати і джерелом розширеного відтворення у випадках, коли підприємству ще немає потреби замінювати працюючі основні засоби, а отримані суми амортизаційних відрахувань завдяки введенню прискореної амортизації є досить значними і можуть бути використані для придбання додаткової кількості основних засобів [2].

Розмір амортизаційних відрахувань залежить від норм амортизації та балансової вартості основних засобів. Підприємства застосовують у практичній діяльності різні методи нарахування амортизаційних відрахувань, дотримуючись при цьому амортизаційної політики держави. Методи амортизації дозволяють регулювати інвестиційні процеси, знижувати податкове



навантаження на підприємство. Слід зазначити, що амортизаційна політика повинна складатися із сукупності способів та методів управління процесами нараховування та використання амортизаційних відрахувань [1].

Можливість застосування лізингу як джерела фінансування відтворення основних засобів доводять такі науковці, як Майдуда Г., Заїнчковський А., Пуйда Г., Щелкунова В., Сабов А., Юр'єва Т. та інші. Сабов, А. та Заїнчковський А. окреслюють низку переваг, які може здобути підприємство в разі використання лізингу як інструменту оновлення матеріально-технічної бази. Це такі переваги, як: забезпечення підприємства новими технологіями без значних початкових капіталовкладень; відсутність застави та поручителів; ремонт об'єктів лізингу відноситься на витрати; об'єкт лізингу перебуває на балансі підприємства, і на нього нараховується амортизація; можливість випробування обладнання до придбання; лізингові платежі включаються до собівартості продукції [5, с. 160].

Лізинг є інструментом стратегічного розвитку фінансового потенціалу суб'єктів господарювання, оскільки він опосередковує відтворення капіталу в аграрному секторі економіки і являє собою сукупність форм та методів інвестиційного фінансування основних засобів шляхом їх довгострокового кредитування під заставу об'єктів лізингу. Лізинг сприяє розвитку фінансового потенціалу сільськогосподарських підприємств через техніко-технологічне оновлення їх виробничого потенціалу, вирішення проблеми обмеженості матеріальних ресурсів і раціонального використання трудових ресурсів, прискорення оборотності основного і оборотного капіталу, зростання обсягів виробництва, фондівіддачі і ділової активності [3].

Значний поштовх розвитку фінансового потенціалу суб'єктів господарювання здатний надати лізинг, об'єктами якого є: оновлення основних засобів на інноваційній основі, модернізація, реконструкція, технічне переоснащення, удосконалення матеріально-технічної бази, реновація застарілих виробничих потужностей, оновлення інфраструктури аграрного ринку. Сучасними формами лізингу, перспективними для аграрного сектора економіки, є: вендорний лізинг (надається асоціацією виробників), оперативний лізинг (повне технічне обслуговування обладнання з можливістю його заміни у кінці терміну), електронний лізинг (дозволяє укласти угоди *online* у незначних сумах) [4, с. 163].

Таким чином можна зазначити, що відродження аграрного виробництва неможливе без удосконалення механізму управління процесами оновлення основних засобів та його облікового забезпечення на принципово новій основі. У зв'язку із тим, що власні кошти складають основну частину джерел фінансування оновлення основних засобів підприємств аграрного сектору економіки, для їх зростання необхідна активна державна підтримка сільськогосподарських підприємств, спрямована як на підвищення фінансових результатів, так і на формування оптимальної амортизаційної політики.

#### **Список використаних джерел:**

1. Бержанін І. А., Кірдан О. П., Станіславчук Н. О. Фінансове забезпечення відтворення основних засобів підприємства. Економічні горизонти, 2018. №4(7),

С. 48–56. [https://doi.org/10.31499/2616-5236.4\(7\).2018.161721](https://doi.org/10.31499/2616-5236.4(7).2018.161721)

2. Андрійчук В. Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. 2-ге вид., доп. і перероблене. К.: КНЕУ, 2002. 624 с. ISBN 966–574–376–7

Соломатіна Т. В. Лізинг в системі стратегічного розвитку фінансового потенціалу суб'єктів господарювання аграрного сектора економіки. Економіка та держава. 2020. № 5. С. 93–97. DOI: 10.32702/2306-6806.2020.5.93

3. Іванишин В.В., Волощук Ю.О. Лізинг як механізм оновлення матеріально-технічної бази агропромислового комплексу. Інноваційна економіка. 2018. № 9—10. С. 157—164.

4. О. О. Любар, Особливості формування джерел оновлення основних засобів підприємства та їх облікове забезпечення. Ефективна економіка. 2019. № 12 URL: [http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12\\_2019/82.pdf](http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2019/82.pdf)

5. Онегіна В.М., Вітковський Ю.П., Кравченко Ю.М. Фінансове забезпечення у стратегічному управлінні інноваційним розвитком. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2018. № 3. С. 74-80.

6. Кравченко Ю.М., Антощенкова В.В. Фактори сталого розвитку економіки аграрного сектору. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені П. Василенка. Сер. Економічні науки. 2019. Вип. 200. С. 174-183.

**УДК: 330.334.339.9**

## **ДЕЯКІ АСПЕКТИ МІЖНАРОДНОГО ДОСВІДУ ТРАНСФЕРУ ТЕХНОЛОГІЙ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Батюк Л.А., канд. екон. наук, доцент**

*Державний біотехнологічний університет, Україна*

*Визначено основні тенденції процесу трансферу технологій в США, країнах Європейського Союзу та Китаю. Зроблено висновок про те, що ключові технології, від яких залежить економічна безпека країни, необхідно розробляти самостійно в межах фундаментальної науки. Визначено фактору успіху трансферу технологій агропромислового виробництва в Україні.*

Сучасний світ увійшов в епоху індустрії четвертої промислової революції, яка визначає масштабну цифрову трансформацію, у тому числі, всіх галузей агропромислового виробництва. Поява великої кількості розумних пристроїв дає можливість вирішувати багато проблем дистанційно і з максимальною ефективністю, що безпосередньо позначається на продуктивності в традиційно низькорентабельних галузях. Інноваційні цикли стають дедалі коротшими, а технічні виклики зростають. Все це актуалізує трансфер технологій у світовому агропромисловому комплексі. При цьому різні сегменти агропромислового виробництва все більше потребують взаємодії між суб'єктами сільськогосподарського виробництва та представниками інших галузей у ланцюгу «виробництво — реалізація».

За даними J'son&Partners Consulting, у 2010 році у світі налічувалося не більше 20 високотехнологічних компаній, що працювали у сфері сільського господарства. Ринок венчурних інвестицій у даному сегменті становив тоді 400 тисяч доларів. У 2013 році почалося зростання, і вже у 2016-му було профінансовано понад 1300 нових технологічних стартапів. Щороку створюється понад 500 стартапів, які займаються технологіями у сфері агропромислового виробництва. У 2015 році венчурні інвестиції в сільськогосподарську галузь досягли історичного максимуму і становили 4,6 мільярда доларів. Найактивнішими країнами стали США, Китай, Індія, Канада та Ізраїль [2].

Після останніх фінансових криз стало зрозуміло, що без ставки на швидку та ефективну трансляцію наукових результатів у реальну діяльність економічне зростання забезпечити складно. Саме тому в останні роки країни-світові наукові лідери змінюють свою науково-технологічну політику з метою прискорення трансферу.

Сьогодні у сфері агротехнологій у світі працює понад 4 тисячі компаній. Євросоюз змінює систему управління трансфером шляхом створення Європейської ради з інновацій у рамках загальноєвропейської рамкової програми Horizon Europe; намагається розвивати трансфер університетських розробок, підтримує апробацію технологій через технологічні стартапи.

США, як і ЄС, централізують управління трансфером; створюють нове покоління дослідницьких центрів (Інститути індустрій майбутнього), орієнтованих розвиток технологій, перспективних з ринкової погляду; розвивають інфраструктуру, яка дозволить забезпечити переведення розроблених технологій у реальні ринкові продукти.

Але найцікавіші та найпомітніші зміни в галузі трансферу технологій відбуваються в Китаї, який фокусує ресурси, щоб забезпечити внесок науки та технологій в економічний розвиток. Ще у 2020 році Китай офіційно зробив ставку на національну самодостатність у галузі науки та технологій. За останні 30 років Китай виробив цілий набір інструментів та форматів, які сприяють досягненню наукової та технологічної автономії.

Перший та найвідоміший формат забезпечення власного науково-технологічного розвитку — примусовий трансфер зарубіжних технологій, тобто обмін доступу до ринку на технології. Примусовий трансфер проходив у різних форматах. Найчастіше транснаціональні технологічні корпорації та китайські виробники створювали спільні підприємства.

Крім законодавчого примусу до трансферу, в арсеналі китайців складні багатоступінчасті процедури ліцензування зарубіжної високотехнологічної продукції, у тому числі, змушують імпортерів розкривати комерційну таємницю.

Законодавство Китаю, що регулює експортно-імпортні операції, аж до 2019 року передбачало відповідальність закордонних постачальників перед покупцями щодо доступу до всіх подальших оновлень технологій, нових версій продуктів та ін. Досвід Китаю з примусу закордонних компаній до трансферу високих технологій виявився таким вдалим, що його копіюють США.

За 40 років роботи системи, що підтримує трансфер з науки в життя, у

Китаї було створено понад 330 тисяч високотехнологічних компаній та ще стільки ж малих і середніх, продукти яких у тій чи іншій формі використовують нові технології. У підсумку внесок науки і технологій у економічне зростання країни 2021 року становив 60% (для порівняння, в 2003 році — трохи більше 40%) [3].

Але, головним, на наш погляд, є те, що у 2019 році Сі Цзіньпін публічно оголосив, що досвід Китаю за останні 20 років показує: ключові технології, від яких буде залежати економічна та військова безпека країни, неможливо перейняти в інших країн чи купити — їх можна лише розробити самостійно в межах фундаментальної науки.

При цьому експерти припускають, що структура попиту на трансфер технологій кардинально зміниться: якщо в 2021 році основна їх маса припадала на цифровізацію, а у 2022 році - на інженерне програмне забезпечення та кібербезпеку; то найближча перспектива продемонструє зростання трансферу технологій, крім іншого, у галузі дослідження перспективних технологій для сільського господарства.

Сьогодні в Україні трансфер технологій агропромислового виробництва стикається з такими викликами: недостатність фінансування; неефективна нормативно-правова база; нестача кваліфікованих кадрів для агробізнесу; бюрократія; лобіювання традиційних технологій замість орієнтації на інновації.

На наш погляд, перспективи трансферу технологій агропромислового виробництва в Україні будуть визначати наступні фактори: підтримка інноваційних проектів представниками громадянського суспільства та приватними компаніями; інтернаціоналізація інноваційних проектів та налагодження зв'язків з іноземними агенціями для просування в Україні міжнародних інноваційних проектів та міжнародного співробітництва; просування регіональних екосистем науки і бізнесу та забезпечення доступу до ресурсів національних дослідницьких інститутів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Расевич І.В. Особливості трансферу технологій сільськогосподарського виробництва України. Вісник ПДАА. 2021. № 3. С. 12–17.
2. Silva, V.L., Kovaleski, J.L., Pagani, R.N. (2019). Technology transfer and human capital in the industrial 4.0 scenario: a theoretical study. Future studies research journal Sao Paulo, vol. 11, no. 1, pp. 102-122.
3. Choi Hee Jun (2020). Technology Transfer Issues and a New Technology Transfer Model. The Journal of Technology Studies, pp. 49-57.

## ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ СУЧАСНИХ ЕЛЕВАТОРІВ

Глоба Н.В. студент, Бабан Т.О. к.е.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі розглянуто сучасні шляхи підвищення економічної ефективності роботи елеваторів. Розглянуто технічні та управлінські чинники підвищення ефективності роботи сучасних елеваторів.*

Формування якості агропродовольчої продукції відбувається в декілька етапів. Кожен з них пов'язаний з роботою окремих господарських одиниць, що функціонують на різних етапах агропродовольчого ланцюга. Перший важливий етап – це виробництво сільськогосподарськими товаровиробниками, другий етап – це доробка сільськогосподарської продукції, її очистка, сушіння, зберігання. Другий етап є важливим, адже тут формується якість для подальшого зберігання та транспортування (можливо на експорт), або ж для подальшої переробки. На другому етапі значний комплекс робіт виконують елеватори.

Елеватор або елеваторний комплекс є одним із різновидів стаціонарного зерносховища, яке включає технологічний комплекс обладнання, що виконує цілу низку важливих функцій протягом значного періоду, починаючи від приймання зерна на зберігання – сирого, засміченого, не готового до споживання та зберігання – до відвантаження покупцю або споживачу вже чистого, сухого, зі збереженням якості навіть після тривалого періоду зберігання.

Сьогодні в Україні спостерігається зростання будівництва зерносховищ. Елеваторні потужності нарощують як великі холдинги, середні за потужністю компанії, так і фермери. У кожного для цього свої причини. Холдинги збільшують свої земельні площі, відтак, валові збори, і для зберігання свого збіжжя будують нові зерносховища.

Фермери намагаються зменшити витрати на послуги сторонніх зерносховищ, тому теж будують власні зерносховища.

В останні два десятиліття в Україні відділення для зберігання зерна в складі елеватора широко представлене металевими зерновими силосами. Їх кількість (різної конструкції та призначення) в складі елеватора часто доходить до кількох десятків. Зерновий силос – ключове обладнання елеватора, оскільки він не лише якісно та ефективно зберігає зерно, а й виконує низку задач, що спрямовані на підтримання відповідних якісних параметрів зерна протягом значного терміну. Цей термін, залежно від призначення елеватора, може бути навіть один рік. Сучасний силос являє собою сталевий циліндр висотою до 30 м і діаметром до 20 м. Металеві силоси мають місткість, що досягає 10 тис тонн. Зерно з приймальних оперативних бункерів (для допоміжних проміжних технологічних операцій) підіймають транспортерами нагору будівлі на надсилосний поверх, і по конвеєрах засипають його до основних силосів, які виконують зберігання зерна тривалий час. Сучасні силоси розроблені та виготовлені на базі сучасних конструкційних матеріалів – сталі, алюмінію і

різних сплавів. Найчастіше їх виготовляють із листової сталі і циліндричними за формою. Ці матеріали та їх профіль забезпечують силосам необхідну конструкційну жорсткість. У сучасному елеваторі силоси необхідної місткості розташовані в один або кілька взаємопов'язаних рядів, що дозволяє зберігати значні об'єми зерна різних культур чи сортів одних і тих самих культур в одному елеваторі. Переваги металевих силосів – зручність їх завантаження і розвантаження. Вони швидше будуються (монтуються), вартість однієї тонни місткості їх у 1,5-2 рази менша, ніж елеватора із залізобетону. До переваг такого сховища також треба віднести їх малу потребу в площі. Металеві силоси надійно захищають зернові маси від гризунів, пожежобезпечні, зручні для проведення газової дезинсекції, активного вентилявання і т. д.

Для сушіння зерна на елеваторі виробничники, як правило, використовують зернові сушарки шахтного типу, переважно – виробництва зарубіжних фірм. Наразі в Україні найчастіше використовують шахтні сушарки компаній-виробників Західної та Східної Європи і США й вітчизняні з продуктивністю сушіння до 100 т/год. При виборі сушарок необхідно звертати увагу на продуктивність сушіння, економічні показники роботи, енергоефективність, оскільки в майбутньому при її експлуатації це призведе не тільки до додаткових разових фінансових витрат, але й надалі, протягом усього строку її експлуатації, відзначатиметься додатковими вкладеннями і високою собівартістю кінцевого продукту. Наприклад сушарку марки Matthews (усі зони) можна використовувати як для сушіння, так і для охолодження зерна, що дає можливість економити час та ресурси [4, 5].

Важливим питанням у підвищенні ефективності сучасного елеватора є автоматизація. Автоматизацію елеваторів можна розділити на два великі напрямки:

АСУ ТП – автоматизація технологічних процесів по зберіганню, транспортуванню, сушці, доопрацюванню тощо. Включає управління технологічним устаткуванням (транспортерами, норіями, сушарками і так далі), установка і зняття свідчень з різних датчиків, індикаторів і т. п.

Автоматизація обліку і управління елеватором. Включає облік продукції, що зберігається, управління внутрішньою і зовнішньою логістикою транспорту, робота бухгалтерії, управління фінансовими потоками, і так далі.

Дві системи можуть бути, як пов'язані між собою на рівні обміну інформацією та керуючих команд, так і працювати повністю самостійно та автономно одна від одної. Наприклад, АСУ ТП може передавати в облікову систему результати зважування машин або дані із зернової сушарки про реальні витрати палива на сушку конкретної партії зерна, які потім враховуватимуться при розрахунку витрат на підготовку партії до зберігання та розрахунку собівартості [1].

Відповідно до результатів аналізів у лабораторії з вологості та інших параметрів система управління формує керуючі команди для АСУ ТП:

- на налаштування транспортерів для подачі зерна з конкретної машини на сушарку;

- на саму сушарку передається завдання – до яких значень потрібно сушити

зерно;

- у який силос після сушіння направити зерно на зберігання.

Впровадження автоматизованих систем керування на елеваторах дає можливість не тільки скоротити витрати часу, але і зекономити ресурси та кошти, збільшити прибуток за рахунок:

- Зменшення кількості паперової роботи, виключення помилок, виключення дублювання дій різними співробітниками та дублювання введення однієї і тієї ж інформації на різних етапах роботи;

- Зменшення кількості порушень та розкрадань;

- Зменшення помилок керівників та виконавців (система не дозволяє виконавцям приймати помилкові рішення; більше інформації для прийняття правильного рішення; всі дії документуються і завжди видно хто, коли і яке рішення ухвалив).

- Скорочення часу обслуговування одного клієнта;

- Зменшення порушень технологічних процесів та порушень при виконанні договірних зобов'язань;

- Зменшення кількості спірних ситуацій (усі кроки під час проходження документів та узгодження виробничих питань стали прозорими та задокументованими).

Застосування систем автоматизації дозволяє керівникам всіх рівнів оперативно отримувати більш повну інформацію про поточну ситуацію, що допомагає більш точно прогнозувати тенденції та ризики, які можуть виникнути, більш виважено приймати рішення та краще контролювати всі виробничі процеси.

Використання мобільних додатків на смартфонах дають можливість керівникам працювати віддалено, отримувати необхідну інформацію в будь який час не звертаючись при цьому до економіста чи бухгалтера.

Поєднання сучасних виробничих та управлінських технологій в роботі елеваторів дає можливість підвищити ефективність їхньої роботи, конкурентні переваги на ринку, забезпечити якість продовольства, яке будуть споживати споживачі.

### **Список використаних джерел:**

1. Автоматизація елеваторів: у чому її суть і що це дасть у реальному житті. URL: <https://elevatorist.com/blog/read/795-avtomatizatsiya-elevatoriv-u-chomu-yiyi-sut-i-scho-tse-dast-u-realnomu-jitti-ch-1>

2. Галенко О. І. Ресурсний потенціал ВАТ «Підгорнянський елеватор» та ефективність його використання. *Агросвіт*. 2009. № 2. С. 29-34.

3. Елеваторна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід: наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. 180 с.

4. З акцентом на сушіння. URL: <https://agrotimes.ua/article/efektyvnirishennya-ta-vidpovidalne-stavlennya-v-roboti-suchasnogo-elevatora/>

5. Що таке сучасний зерновий елеватор? URL: <https://agroelita.info/scho-take-suchasnyj-zernovyj-elevator/>.

## ЦИФРОВІ ІННОВАЦІЇ В АГРОБІЗНЕСІ

**Абоян С.Ю., здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано актуальність запровадження цифрових інновацій в агробізнесі, що дозволяє підприємствам сільського господарства більш ефективно планувати та управляти своєю діяльністю, а також покращує якість та кількість виробленої продукції.*

Політика сталого розвитку аграрного виробництва передбачає підтримання балансу між трьома важливими складовими сільського господарства – економічною, соціальною й екологічною. На практиці це означає створення сталих агроєкосистем, дбайливе управління природними ресурсами, збереження родючості ґрунту, біорізноманіття, ощадливе використання водних ресурсів, тощо. Сталий розвиток можливий за відповідних дій у напрямі екологізації та впровадження інноваційних рішень для переходу на якісно новий рівень господарської діяльності, де перевага надається екологічно безпечному розвитку виробництва.

Агробізнес – галузь, яка швидко розвивається і впроваджує багато нових технологій, у т.ч. і цифрових [1, с.165]. Астарта, як один з провідних агропромхолдингів України, почав співпрацювати з технологічними компаніями світу понад двадцять років тому. Але у 2017 році Астарта почала самостійно займатися розробкою інноваційних продуктів і створила inhouse-компанію AgriChain. Стартував процес з одного програмного продукту, однак згодом він був трансформований у комплексну систему ІТ-рішень для управління агробізнесом [2]. Наявна у системі AgriChain база даних, яку фахівці компанії збирали і систематизували роками, тепер дозволяє управляти земельним банком на небаченому раніше рівні. Формування агрохімічних паспортів кожного поля, які включають історію сівозміни, робіт, оглядів, метеорологію, аналіз ґрунтів. Аналіз інформації про стан посівів з різних джерел історичних, супутникових, аерофотознімків. Автоматичне планування оглядів полів, у тому числі й індивідуальних правил оглядів у прив'язці до культури. Своєчасне виявлення ризиків — хвороби, шкідники, бур'яни для прийняття рішень по їх оперативному усуненню і оцінки їх економічної ефективності. Отримання в режимі онлайн бізнес-аналітики та звітів за станом посівів, прогнози врожайності.

Крім того, ці та подібні системи дозволяють цифровізувати процеси управління складським господарством, закупівлями та поставками продукції, технікою і ремонтами, логістикою товарно-матеріальних цінностей та готової продукції. Цей інноваційний цифровий продукт дозволить вже найближчим часом повністю автоматизувати усі процеси. А завдяки унікальній базі даних буде можливість практично виключити помилки, які потенційно можуть допускати люди. Адже автоматизація і аналітика дають можливість збирати



врожай з мінімальними втратами, зберігаючи при цьому високу якість вирощеної продукції [3, с.79; 4, с.54]. В Астарті переконані, що цифрові інновації та сільське господарство мають об'єднуватися, адже разом вони можуть дати дивовижний результат як окремо для аграрної галузі, так і для України в цілому. Саме тому Астарта ділиться з іншими компаніями своїми новітніми напрацюваннями, щоб допомогти українському аграрному бізнесу використовувати потужність даних та штучного інтелекту, модернізувати основні технології і отримати вигоду від нових технологій, оптимізувати й автоматизувати операції, стимулювати цифрове зростання, створювати цифровий досвід та розвивати цифрові таланти та культуру в Україні.

Отже, приклади використання цифрових інновацій в агробізнесі: використання датчиків та інтелектуальних систем для контролю та оптимізації умов для рослин та тварин; використання геоінформаційних систем (ГІС) для планування та оптимізації розташування та використання земель; використання Інтернету речей для автоматизації процесів та збору даних на фермах; використання аналітичних інструментів для оптимізації ефективності роботи та виробництва, а також для прогнозування та планування продажів; використання інформаційних систем для управління запасами та складською логістикою, а також для управління замовленнями та постачаннями; використання мобільних додатків для полегшення роботи співробітників на фермі та віддаленого моніторингу обладнання та виробництва [5, с.110]. Технології агроінновацій, що розробляються і активно впроваджуються в бізнес-моделях, змінюють не тільки конфігурацію випуску товарів і послуг, але і істотно трансформують ринок праці. Попит потенційних роботодавців зміщується від пошуку вузькоспрямованих фахівців до фахівців предметної галузі з розумінням широкого спектру цифрових рішень та здатністю оперативно освоювати нові.

### **Список використаних джерел:**

1. 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.
2. Цифрові інновації. URL: <https://astartaholding.com/cyifrovi-innovacziyi/> (дата звернення 02. 05. 2023).
3. 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.
4. Антощенкова В.В., Богданович О.А. Інноваційний маркетинг, як особливий вид інноваційної діяльності. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків: ХНТУСГ, 2017. Вип. 185. С.50-55.
5. Гавриш О. М., Пильнова В. П., Пісковець О. В. Інноваційне підприємництво: сутність, значення та проблеми в сучасних умовах функціонування. Економіка та держава. № 12. 2020. С. 109–113.

УДК 332.012.2

## ЕТИКА ТА КОМПЛАЄНС КОМПАНІЇ АСТАРТА

**Дейнега М.В., здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії,  
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі проаналізовано Кодекс етики компанії Астарта, складений на основі Глобальних принципів ділової етики Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO UN), Глобальних цілей сталого розвитку ООН 2030, Паризької Угоди, Декларації та рекомендацій Міжнародної організації праці.*

Бездоганна ділова репутація є ключовим нематеріальним активом та стратегічним ресурсом для розвитку, що визначає успішність, прибутковість та динамічність компанії. Астарта підтримує ідеї доброчесного, етичного та відповідального ведення бізнесу.

Астарта – публічна європейська компанія, вертикально інтегрований агропромисловий холдинг в Україні, що спеціалізується на цукровому сільськогосподарському виробництві, переробці сої та виробництві молока. Виробничі потужності підприємств Астарті розташовані в Полтавській, Вінницькій, Хмельницькій, Чернігівській, Тернопільській, Житомирській, Черкаській та Харківській областях України. Компанія заснована у березні 1993 року Віктором Іванчиком. З 2006 року акції Astarta Holding N.V. розміщені на Варшавській фондовій біржі. У жовтні 2022 року компанія завершила процес транскордонної міграції і продовжила розміщення акцій на Варшавській фондовій біржі як Astarta Holding PLC (тікер AST). Astarta Holding PLC – холдингова компанія, до складу якої входить вертикально-інтегрований агропромхолдинг Астарта-Київ. Компанія діє за законодавством Республіки Кіпр та зареєстрована за адресою: Lamprusas 1, 1095, Nicosia, Cyprus. Станом на 2023 рік є два основних довгострокових акціонери: сім'я Віктора Іванчика (генеральний директор), яка володіє 40,0% загальної кількості акцій в обігу через Albacorn Ventures Limited і Fairfax Financial Holdings Ltd, яка володіє 29,9%. Частка акцій Астарті, яка знаходиться у вільному обігу, в основному належить польським інституційним інвесторам, інвестиційним компаніям ЄС і США.

Астарта, як публічна компанія, будує систему комплаєнс згідно з кращими міжнародними практиками та вимогами юрисдикцій, де працює. Крок за кроком посилюючи функцію комплаєнс, Астарта прагне зберегти та примножити довіру до компанії з боку своїх контрагентів та партнерів, а також посилити позиції на ринку. Компанія постійно вдосконалює процеси корпоративного управління, щоб відповідати кращим міжнародним практикам, сприяти відкритості та прозорості бізнес-процесів та досягати максимальної ефективності виробництва.

З метою удосконалення процесу управління ризиками, окрім відділу комплаєнс у компанії діє також комплаєнс комітет. До його складу входять фахівці, які володіють високою компетенцією та знаннями у сфері комплаєнсу,

управління ризиками, фінансів, юридичних питань, антикорупційних вимог, управління персоналом та дотримання прав людини, захисту екології та інформаційної безпеки. Це дозволяє здійснювати всебічну оцінку ризиків та будувати стратегію розвитку функції комплаєнс відповідно до потреб компанії та її стейкхолдерів.

Астарта – команда однодумців, а ведення бізнесу на основі найвищих етичних стандартів спільна незмінна позиція, якої дотримується кожен співробітник.

*Антикорупційна політика.* У своїй діяльності компанія дотримується принципу нульової толерантності до будь-яких проявів корупції та шахрайства. Астарта розвиває корпоративну культуру прозорого бізнесу та систематично удосконалює власні стандарти доброчесності.

Команда неухильно дотримується вимог антикорупційного законодавства України, а також впроваджує елементи кращих міжнародних практик боротьби з корупцією і шахрайством, зокрема, принципи боротьби з корупцією, встановлених Організацією Об'єднаних Націй у 2003 році, Закон США про корупцію за кордоном ("FCPA"), Закон Великобританії про боротьбу з хабарництвом ("UKBA"), Конвенція ОЕСР, антикорупційне законодавство Польщі, Нідерландів, та інших країн, в яких Астарта підтримує господарську діяльність.

З метою управління антикорупційними ризиками в Астарті діє Антикорупційна політика, яка поширюється на всіх співробітників, акціонерів, представників та стейкхолдерів компанії.

*Управління конфліктами інтересів.* Астарта підтримує прозорі та довірливі взаємовідносини зі співробітниками. Також компанія підтримує прагнення наших працівників до професійного розвитку та не обмежує їх права до інтересів поза межами професійної діяльності, проте перевіряє, щоб такі інтереси не призводили до виникнення конфлікту інтересів, який може негативно вплинути на результати діяльності компанії.

З цією метою в Астарті було впроваджено Положення про управління конфліктами інтересів, яке визначає критерії виникнення конфлікту інтересів, порядок дій при його виникненні, а також передбачає процедуру щорічного декларування конфлікту інтересів працівниками. Положення поширюється на всіх працівників, незалежно від займаної посади та виду діяльності.

Належна увага до управління конфліктами інтересів та пов'язаними з ними ризиками сприяє формуванню впевненості у контрагентів та бізнес партнерів у забезпеченні виконання довготривалих зобов'язань компанії а також захисту від репутаційних та фінансових ризиків.

*Санкційна політика.* У зв'язку з посиленням ролі міжнародної санкційної політики, особливо на фоні збройної агресії проти нашої держави, впровадженням національних санкцій та внесенням змін до низки законодавчих актів, Астарта розробила та впровадила Санкційну політику, яка дозволила встановити критерії та умови співпраці з контрагентами, перевірку на предмет можливого застосування до них міжнародних та національних санкцій, участь у колабораційній діяльності.

Санкційна політика, спрямована на збереження зразкової репутації компанії, уникнення випадків співпраці з контрагентами, щодо яких накладені міжнародні або національні санкції, пов'язаних з цим фінансових, операційних та інших ризиків, а також забезпечення безперервності бізнес-процесів.

*Взаємодія з контрагентами та бізнес партнерами.* Астарта є надійним бізнес партнером, буде ділові відносини на взаємовигідних умовах та чітко виконує взяті на себе зобов'язання. Компанія високо цінує та поважає своїх контрагентів і партнерів, тому у взаємодії дотримується високих етичних стандартів та діє виключено у правовому полі.

Команда компанії розуміє, що успіх тісно пов'язаний з успіхом бізнес партнерів, тому для взаємовигідної співпраці невпинно вдосконалює свої бізнес процеси, підвищує якість власної продукції, впроваджує новітні технології та залучає висококваліфікованих працівників.

Астарта орієнтується на встановлення довготривалих ділових відносин, тому для компанії важливо, з ким працювати. Команда компанії з повагою ставиться до ділової репутації своїх контрагентів та бізнес партнерів, слідує принципу нульової толерантності до будь-яких проявів корупції та приділяє належну увагу виявленню та оцінці санкційних ризиків.

Отже, Астарта це високотехнологічна інноваційна компанія з впізнаванним у всьому світі брендом і бездоганною репутацією, привабливу для акціонерів та партнерів, яка виробляє продукцію найвищої якості для найвибагливіших споживачів і надає можливість ефективної самореалізації кожному своєму співробітнику. Призначення Астарті – побудувати сильну Україну і зміцнити довіру до неї у світі, розкриваючи і примножуючи потенціал української землі і людей та надихаючи суспільство своїм прикладом ведення бізнесу на принципах чесного партнерства, етики і розвитку.

#### **Список використаних джерел:**

1. Розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері сприяння розвитку соціально відповідального бізнесу в Україні на період до 2030 року» від 24.01.2020 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/66-2020-%D1%80#Text>.

2. Політики та процедури зі сталого розвитку Астарт: веб-сайт. URL: <https://astartaholding.com/polityky-ta-procedury-zi-stalogo-rozvytku/> (дата звернення 24. 04. 2023).

3. Кравченко Ю.М., Антощенкова В.В. Фактори сталого розвитку економіки аграрного сектору Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства: Економічні науки. Харків: ХНТУСГ, 2019. Вип. 200. С. 174-183

4. Антощенкова В.В., Дейнега М.В. Історико-теоретичні аспекти корпоративної соціальної відповідальності. Збірник наукових праць КНЕУ «Вчені записки». Випуск № 30. 2023. URL: <https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/39942>.

5. Дейнега М.В. Генезис дослідження соціальної відповідальності бізнесу. Міжнародна науково-практична конференція «Глобалізація та розвиток інноваційних систем: тенденції, виклики, перспективи». ДБТУ. 2022. С.445-447.

УДК 330.46:338.24

## МОНІТОРИНГ ПРОЦЕСУ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ІННОВАЦІЙНИМ РОЗВИТКОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА

Дерев'яно В. А. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Антощенкова В. В. д.е.н., доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі обґрунтовано важливість моніторингу процесу ефективного управління інноваційним розвитком сільськогосподарського підприємства.*

Сучасний інноваційний стан вітчизняної економіки характеризується, перш за все, динамічними змінами зовнішнього середовища і вимагає від суб'єктів господарювання адекватної реакції, що дозволяє враховувати ці зміни, як в оперативній діяльності, так і при розробці інноваційних пріоритетів розвитку. Відстеження змін у ринковій кон'юнктурі та показників інноваційної діяльності підприємства дозволяє підвищити результати роботи підприємства та його конкурентний статус. Дослідити інноваційні зміни на підприємстві найбільш оптимально та послідовно можливо лише за умови проведення моніторингу, який дозволить провести аналіз та прогнозування прибутковості змін структури нематеріальних активів, інноваційного розвитку, а також платоспроможності, ліквідності, фінансової стійкості та ділової активності підприємства. Організація моніторингу інноваційної сфери передбачає багатоаспектне дослідження щодо виявлення тенденцій та перспектив подальшого розвитку інноваційних процесів.

Дані моніторингу дозволяють приймати управлінські рішення, в основі яких лежать аналіз та прогноз основних показників підприємства, вивчення інноваційного клімату, попиту та пропозиції на інноваційні ресурси. Моніторинг дозволяє сформулювати необхідну основу системи раннього виявлення проблем, що виникають під час інноваційного розвитку підприємства. У разі ринкового механізму розподілу інноваційних ресурсів значимість моніторингу інноваційного розвитку підприємств значно зростає. Інформація, отримана від учасників моніторингу, дозволяє прогнозувати зміни в інноваційному розвитку підприємства, виявляти проблеми при управлінні нематеріальними активами підприємства, покращувати взаємодію виробничих та інноваційних процесів [1, с.162; 2, с.164]. Проблемі моніторингу інноваційного розвитку сільськогосподарських підприємств, як суб'єктів господарювання, необхідно приділяти значну увагу. Інформація про стан та динаміку інноваційної діяльності важлива керівникам та працівникам підприємств. Моніторинг як засіб отримання статистично достовірної інформації та складання короткострокових та довгострокових прогнозів необхідний для якісного управління процесом розвитку інноваційної діяльності. Надання підсумків обстеження інноваційної активності має враховувати інтереси та положення користувачів, що не завжди береться до уваги органами вітчизняної статистики. Першу групу користувачів складають «аналітики» – науковці, фахівці підприємства, консультанти. Іншу

групу складають «адміністратори» – підприємці та менеджери підприємств, політики, банкіри, працівники преси. Ця група використовує інформацію для ухвалення обґрунтованих рішень.

Моніторинг інноваційного розвитку сільськогосподарського підприємства – це система оперативного відстеження та первинного аналізу змін в інноваційному розвитку підприємства, що забезпечує формування та зберігання регулярно систематизованої стратегічної та економічної інформації про поточні значення показників виробничо-господарської діяльності підприємства, показника рівня інноваційного потенціалу підприємства та нове. Він базується на науковій методології досягнення ефективності інноваційного розвитку, комплексно-системному аналізі, плануванні та прогнозуванні, менеджменті, маркетингу та інформаційних технологіях [3, с.80].

Основними елементами системи моніторингу інноваційного розвитку сільськогосподарського підприємства є: охоплення всіх інноваційних змін на підприємстві; наявність певного постійного складу показників та індикаторів інноваційної діяльності підприємства; наявність тимчасових показників, що доповнюють основну систему та змінюються залежно від інноваційних цілей підприємства, що забезпечує гнучкість системи моніторингу; передача даних каналами зв'язку на центральний інформаційний центр, їх обробка та зберігання; проведення моніторингу з єдиного організаційного центру; організація доступу споживачів до наявної інформації [4, с.165]. Моніторинг також включає безперервне отримання та документування (занесення до електронної бази даних) достовірної, всебічної, об'єктивної та актуальної інформації, тобто накопичення фактів, що характеризують досліджуваний об'єкт; оцінку, системний та систематичний аналіз інформації; виявлення відхилень від заданих показників інноваційного розвитку підприємства та їх причин; розробку рекомендацій щодо їх усунення або перегляду заданих показників, а також прогнозування майбутнього інноваційного стану підприємства.

#### **Список використаних джерел:**

1. 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.

2. Артеменко А.К., Антощенкова В.В., Пономарьова М.С. Мотивація та стимулювання праці в ефективному управлінні та інноваційній діяльності підприємства. Вісник ХНАУ ім. В.В. Докучаєва, Серія «Економічні науки». № 1, 2020. С.152-164.

3. 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.

4. 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 30.192:330

## ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ В УКРАЇНІ

**Марченко А.І. здобувач рівня вищої освіти перший (бакалаврський),  
Онегіна В. М. д.е.н., проф.**

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі розглянуто найголовніші в 2022 році та сформовано прогноз на майбутнє.*

Аграрний сектор України є однією з ключових галузей економіки, і він продовжує розвиватися і стає все важливішим для країни. У 2023 році в Україні очікується продовження тенденції збільшення обсягів виробництва зернових культур. Зокрема, збільшуються посівні площі пшениці, ячменю та кукурудзи. Вирощуються також соняшник, соя та олійні культури. За останні роки Україна стала однією з найбільших експортерів зернових культур в світі, і в 2023 році очікується продовження цієї тенденції. У зв'язку зі збільшенням виробництва зернових культур, очікується і збільшення виробництва м'яса та молока, оскільки ці культури є основою раціону тварин. Також продовжується розвиток органічного виробництва, що дозволяє отримувати високоякісну продукцію та задовольняти попит на натуральну їжу. У 2023 році очікується продовження зростання цін на сільгосппродукцію. Попит на продукцію з аграрного сектору зберігається на високому рівні як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку. Окрім того, зростає вартість виробництва через збільшення витрат на паливо, добрива та інші матеріали.

Аграрний сектор зазнав суттєвих втрат унаслідок повномасштабної війни РФ проти України. За оцінкою Мінагрополітики України загальна сума втрат, завданих сільськогосподарській галузі внаслідок широкомасштабного російського вторгнення в Україну, станом на 15 вересня 2022 р. сягнула 6,6 млрд дол. США. При цьому непрямі втрати у сільському господарстві України через зменшення виробництва, блокаду портів і збільшення виробничих витрат оцінюються у 34,25 млрд дол. США (зокрема у рослинництві через зниження виробництва – 11,2 млрд дол. США; у тваринництві – 348,7 млн дол. США; втрати через скорочення виробництва озимих культур оцінено у 3 млрд дол. США; багаторічних культур – у 322 млн дол. США; втрати внаслідок порушення логістики становлять 18,5 млрд дол. США)[1].

Загальна кількість суб'єктів господарювання агропромислового комплексу, які зазнали збитків внаслідок збройної агресії РФ, становить 2653 од. (площі ріллі зменшилися на 1,9 млн га, багаторічних насаджень – на 9 тис. га). Крім того, територія близько 1 млн га потребує обстеження на наявність вибухонебезпечних предметів. Значних збитків зазнало рослинництво. Зокрема, втрата обсягів виробництва продукції рослинництва в натуральних величинах 2022 р., порівняно з попереднім роком, становить 35–40 %, що зумовлено скороченням посівних площ (через тимчасову окупацію територій України) і

нижчою врожайністю культур, порівняно з попереднім роком.

Суттєво постраждала тваринницька галузь. За даними Мінагрополітики, через військові дії втрачено 15–20 % поголів'я великої рогатої худоби, свиней і птиці. Найбільше постраждали господарства Чернігівської, Харківської, Сумської, Київської, Донецької, Луганської, Миколаївської, Херсонської, Запорізької областей, де на початку 2022 р. було сконцентровано за всіма категоріями господарств: поголів'я ВРХ – 25,3 %, корів – 25,8 %, свиней – 31,5 %, овець та кіз – 28,2 %, птиці – 24,9 %. Виробництво продукції тваринництва у зазначених областях становило: м'яса – 20 %, молока – 28,7 %, яєць – 44,8 % [2].

До основних ризиків для функціонування аграрного сектору економіки України у 2022 р. в умовах повномасштабної війни відносяться: *втрата виробничо-ресурсного потенціалу аграрного сектору* [3, с.180] (на значній частині сільськогосподарських земель стало неможливим проведення сільськогосподарської діяльності, оскільки вони або окуповані, або перебувають під постійними обстрілами, або заміновані (у 2022 р. порівняно з 2021 р. загальна посівна площа скоротилася на 20 %); *зменшилися обсяги внесення добрив та засобів захисту рослин, що знижує врожайність сільськогосподарських культур та погіршує якісний склад земель* (за попередніми оцінками, внутрішнє споживання азотних добрив за 2022 р. знизилася на 40–55 % – з 4,75 млн т до 2–2,9 млн т); *на територіях, де велися активні бойові дії, згубного впливу зазнали сільськогосподарські угіддя, якісний стан яких значно погіршився і в майбутньому потребуватиме виділення суттєвих коштів на їх повернення до активного сільськогосподарського вжитку* (значні масштаби воєнного забруднення призведуть до виведення з обробітку на невизначений термін чималих земельних площ, які використовуються для вирощування харчової продукції. Наразі третина українських земель стала зоною ризикового сільського господарства); *погіршилася забезпеченість сільгоспідприємств технікою* – продажі комбайнів за 7 міс. 2022 р. порівняно з аналогічним періодом 2021 р. зменшилися у 2,4 рази, тракторів – удвічі [1], що відбувається на тлі значних фізичних втрат техніки внаслідок бойових дій чи її викрадення окупантами. За оцінками, 84,2 тис. одиниць техніки та устаткування (11 % наявних до 24 лютого 2022 р.) є повністю або частково пошкодженими; *вихід окремих сільгоспвиробників з аграрного бізнесу або зміна спеціалізації через значні економічні втрати* (внаслідок бойових дій частина працівників сільгоспідприємств та фермерів була вимушена не тільки припинити економічну діяльність в аграрному секторі, а й залишити власні домівки. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), понад 150 тис працівників продовольчої системи безпосередньо постраждали від війни та були змушені мігрувати. Перспектива відновлення їх економічної діяльності на власних землях є невизначеною, що може призвести до їх виходу з аграрного бізнесу або зміни спеціалізації. У складному становищі опинилися дрібнотоварні виробники, які вирощували сезонну продукцію, відігравали важливу роль у забезпеченні зайнятості й доходів сільського населення; *втрата частини об'єктів інфраструктури зберігання та первинної переробки сільськогосподарської продукції, ускладнення збуту продукції на зовнішні ринки.*



Ворог цілеспрямовано знищував зерносховища, продовольчі склади, логістичну інфраструктуру, а також ускладнював експортні поставки української аграрної продукції, що знизило доходи агровиробників. Внаслідок широкомасштабної збройної агресії РФ на тривалий час заблоковано українські чорноморські порти – основний канал експортних поставок вітчизняної агропромислової продукції (до вторгнення РФ понад 90 % зернових та олійних культур експортувалося саме морським шляхом); *виявилися труднощі, пов'язані з інфраструктурою зберігання зерна*. За оцінками, дефіцит складських потужностей (10–15 млн т) через знищення зерносховищ збільшився до 20 млн т.

Водночас у 2022 р. в умовах повномасштабної війни АПК України виявив неабияку стійкість. Було зібрано врожай. За повідомленням Мінагрополітики, у 2022 р. зібрано понад 67 млн т врожаю, що стало одним з п'яти кращих показників за 30 років. Станом на 12 січня 2023 р. зернових та зернобобових культур зібрано на площі 10,9 млн га (94 %), намолочено 50,965 млн т зерна, зокрема: пшениці обмолочено на 4,979 млн га (100 %), намолочено – 20,2 млн т; кукурудзи на зерно обмолочено на 3,6 млн га (85 %), намолочено – 23,5 млн т. Соняшника зібрано на площі 4,8 млн га (99 %), намолочено 10,5 млн т насіння; сої – на площі 1,5 млн га (100 %), намолочено 3,7 млн т; ріпаку – на площі 1,1 млн га (100 %), намолочено 3,2 млн т насіння [2].

Україна залишилася одним з гарантів забезпечення продовольчої безпеки у світі [4, с.292]. Україна, Туреччина та ООН 22 липня 2022 р. підписали Ініціативу щодо безпечного транспортування зерна та продуктів харчування з українських портів (зернову угоду), що забезпечило відновлення експорту зерна та пов'язаних з ним харчових продуктів з трьох морських торговельних портів – «Одеса», «Чорноморськ» та «Південний». Дзеркальну угоду з Туреччиною та ООН також підписала РФ. Строк дії угоди становив 120 днів; 17 листопада 2022 р. її було продовжено ще на такий самий термін.

Уже за серпень (перший повний місяць реалізації Ініціативи) зі згаданих українських портів вийшло 68 суден, у порти призначення 18 країн світу відправлено 1,72 млн т української агропродукції. При цьому 66,9 % експорту становила кукурудза, 21,6 % – пшениця, 4,8 % – ячмінь, 6,7 % – інша продукція (соняшник, ріпак, висівки, жом). Усього ж у серпні через розблоковані та дунайські порти, залізницею та автотранспортом експортовано близько 5 млн т агропродукції [5].

Загалом за 11 місяців 2022 р. Україна експортувала 50,9 млн т продукції АПК та харчової промисловості на загальну суму 21,1 млрд дол. США. Серед зазначеної продукції було експортовано: кукурудзи – 21,9 млн т на суму 5,3 млрд дол. США; пшениці – 9,6 млн т на суму 2,3 млрд дол. США; олії соняшnikової – 3,9 млн т на суму 5,0 млрд дол. США; насіння ріпаку – 2,9 млн т на суму 1,4 млрд дол. США. Загалом за 150 днів, від відправлення першого судна з одеських портів, у рамках «зернового коридору» з України вийшло 605 кораблів. За період роботи «зернового коридору» з України вивезено 15,9 млн т агропродукції, зокрема пшениці – 4,7 млн т, кукурудзи – 7 млн т [6].

Для українських аграріїв 2023 рік буде не менш складним, ніж попередній. Скоротиться посівна площа сільськогосподарських культур та їх валовий збір. За

попередніми даними структурних підрозділів обласних державних адміністрацій, очікувана посівна площа всіх категорій господарств на підконтрольній території України під урожай 2023 р. має скласти 21,8 млн га, що на 6,8 млн га менше від показника 2021 р. (28,6 млн га). Таке зменшення зумовлене здорожчанням собівартості вирощування сільгоспкультур, а також ускладненням збуту продукції. Сільськогосподарським виробникам доводиться змінювати структуру виробництва на користь високорентабельних сільськогосподарських культур (у 2023 р. збільшуватимуться посівні площі під олійні: ріпак, сою, соняшник, а під пшеницю – зменшуватимуться), а також відмовлятися від вирощування трудомістких культур (передусім, борщового набору, ранньої сезонної продукції), що негативно позначиться на забезпеченні ними населення країни [7].

Складна ситуація залишатиметься у тваринницькій галузі, передусім через скорочення поголів'я тварин у господарствах населення, зростання витрат на виробництво (через повномасштабну війну збільшення витрат на тваринництво відчули 64 % домогосподарств) й відсутність фінансових ресурсів у аграріїв для відбудови зруйнованих тваринницьких приміщень та закупівлі молодняка тварин. Війна – це насамперед шок для економіки України. У березні-квітні 2022 року майже всі економічні процеси країни були паралізовані. Не працювало 80-90% підприємств, що могло спровокувати падіння у фінансову пірву. Але Україна напрочуд показала досить позитивні результати в цій непростій ситуації. Аграрний сектор не є винятком, більше того, за підсумками року саме АПК став одним з основних рятувальників економіки України.

#### **Список використаних джерел:**

1. Огляд непрямих втрат від війни в сільському господарстві України. Другий випуск, 10 листопада 2022. URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/lossesreporti...>
2. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/news/v-ukrayini-namolocheno-majzhe-51-mln-tonn-zerna>
3. Кравченко Ю.М., Антощенкова В.В. Фактори сталого розвитку економіки аграрного сектору. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Економічні науки. 2019. Вип. 200. С.174-183.
4. Антощенкова В. Основні елементи ресурсного потенціалу сільськогосподарського підприємства як основа економічної та продовольчої безпеки. Економічний аналіз. 2020. Том 30. № 3. С. 291-298.
5. Офіційний веб-сайт Державна служба статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
6. Аграрний сектор економіки: підсумки 2022 та прогноз на 2023 рік. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/ahramnyy-sektor-ekonomiky-pidsumky-2022-ta-prohnoz-na-2023-rik>.
7. Прогнози та сценарії відновлення аграрного сектора України, 2023-2025pp. URL: <https://ukragroconsult.com/news/prognozy-ta-sczenariyi-vidnovlennya-agrarnogo-sektora-ukrayiny-v-2023-2025rr/>

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ В АПВ

Пашенко Ю.В. канд. екон. наук, доц.

*Державний біотехнологічний університет*

*У роботі розглянуто методи оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів в АПВ, встановлено переваги та недоліки їх використання, особливості застосування в сучасних умовах.*

Глобалізаційні процеси, що відбуваються в світовій економіці, ставлять перед агропромисловим виробництвом комплекс проблем технічного, технологічного та економічного характеру, рішення яких можливе при реалізації масштабних інвестиційних проєктів спрямованих на розвиток науково-технічного прогресу.

Основним принципом оцінки ефективності інвестиційних проєктів є порівняння обсягів доходів та витрат, що їх забезпечили. Теорія і практика інвестиційних розрахунків налічує багато різноманітних методів та практичних прийомів оцінки економічної ефективності інвестицій, які можна розподілити на дві групи: статичні, котрі не враховують зміну вартості грошей в часі та динамічні, котрі базуються на принципі дисконтування.

Статичні методи оцінки економічної ефективності інвестицій передбачають прийняття умови стабільності виробничих показників протягом усього життєвого циклу інвестиційного проєкту. Прийняття умови стабільності фактично означає вибір ефективного варіанту інвестицій без урахування чинника часу і пов'язаних із ним змін.

До статичних методів оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів відносять: метод визначення середньої ставки прибутку ARR (average rate of return); метод визначення періоду окупності інвестицій PP (payback period); метод визначення рентабельності інвестицій ROI (return on investment); метод визначення розрахункової норми прибутку AROR (accounting rate of return); метод визначення коефіцієнту співвідношення доходів і витрат.

Поряд з простотою розрахунку загальним недоліком усіх статичних методів є те, що вони не враховують зміни вартості грошей в часі, тому їх доцільно використовувати лише для короткострокових інвестиційних проєктів.

Навіть однакові за величиною витрати, які здійснюються у різні періоди часу, економічно нерівнозначні. Майбутні доходи мають меншу цінність порівняно з аналогічними грошовими сумами, що є в наявності у даний момент часу. Тому при оцінці ефективності інвестиційних проєктів обчислення різночасових показників здійснюється шляхом приведення (дисконтування) їх до вартості початкового періоду за допомогою дисконтної ставки [1].

На практиці єдиного підходу до визначення ставки дисконтування не існує. Цей показник визначається як норма доходності найкращого доступного альтернативного вкладання коштів з аналогічним рівнем ризику. Такою

дисконтною ставкою може бути вартість власного або залученого капіталу (в залежності від джерела фінансування). Оскільки норма дисконту залежить від особливостей конкретного проєкту та загальноекономічних умов його реалізації, вона повинна враховувати такі фактори як інфляція, ризик, ліквідність. Найбільш часто ставкою дисконтування вибирають альтернативну прибутковість іншого інвестиційного проєкту, куди інвестор може вкласти кошти. Як ставка відсотку для дисконтування може бути використана: середня депозитна ставка, середня кредитна ставка, індивідуальна норма прибутковості інвестицій з урахуванням рівня інфляції (рівня ризику, рівня ліквідності інвестицій), норма прибутковості за іншими можливими видами інвестицій.

До динамічних методів оцінки ефективності інвестиційних проєктів відносять: метод визначення чистої теперішньої вартості NPV (net present value); метод визначення індексу прибутковості PI (profitability index); метод визначення дисконтованого строку окупності інвестицій DPP (discounted payback period); метод визначення внутрішньої норми прибутку IRR (internal rate of return).

Найвідомішим критерієм оцінки економічної ефективності інвестицій в динамічних моделях є чиста теперішня вартість, яка дає можливість отримати найбільш узагальнену характеристику результатів інвестування, тобто його кінцеву ефективність в абсолютній сумі (грошових одиницях). В літературі зустрічаються й інші назви цього показника: чиста приведена вартість, чистий приведений ефект, чиста приведена цінність.

Під чистою теперішньою вартістю (NPV) розуміють різницю між сумою чистого грошового потоку за період експлуатації інвестиційного проєкту, приведеного до теперішньої вартості шляхом дисконтування, та сумою інвестицій, необхідних для реалізації цього проєкту (1) [1]:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+i)^t} - I_0, \quad (1)$$

де  $P_t$  – майбутній прибуток у періоді  $t$ ;  $I_0$  – сума початкових інвестицій;  $n$  – кількість періодів отримання прибутку (тривалість інвестиційного циклу);  $t$  – порядковий номер періоду отримання доходу;  $i$  – дисконтна ставка.

Показник NPV може бути використаний не лише для порівняння оцінки ефективності інвестиційних проєктів, але і як критерій доцільності їх реалізації. Якщо розрахунок NPV інвестиційного проєкту має позитивне (додатне) значення, то інвестиційний проєкт доцільно прийняти для реалізації. Це означає, що проєкт забезпечує певний розмір прибутку після відшкодування всіх вкладень капіталу. Якщо NPV має від'ємне значення, проєкт є збитковим і його слід відхилити. У випадку, якщо NPV дорівнює нулю, проєкт не являється ні збитковим, ні прибутковим, а рішення в такому випадку буде залежати від мети інвестиційного проєкту та інвестиційної політики підприємства. Це, свого роду, точка беззбитковості проєкту. Вона означає, що надходжень від проєкту достатньо для того, щоб забезпечити мінімальний рівень доходності на інвестиційний капітал, тобто рівно стільки, щоб заплатити власникам капіталу плату за користування ним. При розгляді декількох проєктів, що є взаємовиключними, більш привабливим є проєкт з більшим позитивним

значенням NPV.

Індекс прибутковості є продовженням методу чистої теперішньої вартості. При цьому відмінність методів полягає в тому, що показник PI – відносна величина, котра показує, яка величина прибутку припадає на одиницю інвестованих коштів (2) [1]:

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{P_t}{(1+i)^t}}{I_0} \quad (2)$$

Згідно з цим методом, проєкт з більшим за одиницю значенням приймається до реалізації, а з меншим – відхиляється.

Внутрішня норма прибутку (інша назва – внутрішня ставка рентабельності; внутрішня норма доходу; внутрішня норма рентабельності) є найскладнішим і абсолютно новим для вітчизняної практики показником з позиції механізму його розрахунку.

Даний показник характеризує рівень прибутковості конкретного інвестиційного проєкту, який виражається дисконтною ставкою, за якою майбутня вартість чистого грошового потоку від інвестицій приводиться до теперішньої їх вартості. Загалом IRR можна охарактеризувати як дисконтну ставку, за якої сумарні дисконтні вигоди дорівнюють сумарним дисконтним витратам, тобто IRR є ставкою дисконту, при якій NPV проєкту дорівнює нулю. Отже, IRR дорівнює максимальному рівню вартості капіталу, який можна сплачувати за використання необхідних ресурсів, залишаючись при цьому на безбитковому рівні.

За змістом IRR є очікуваним рівнем прибутковості (більше за цю величину бути не може, а менше – небажано для інвестора). Значення IRR – це точка безбитковості: якщо IRR більше вартості інвестиційного капіталу, то суб'єкти інвестування одержують прибуток, якщо менше, то це означає зменшення поточного капіталу учасників інвестування. Розрахунок IRR проводиться методом послідовних наближень величини NPV до нуля при різних ставках дисконту (3) [2]:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV(i_1)}{NPV(i_1) - NPV(i_2)} \times (i_2 - i_1), \quad (3)$$

де  $i_1$  – значення коефіцієнта дисконтування, при якому  $NPV(i_1) > 0$ ;

$i_2$  – значення коефіцієнта дисконтування, при якому  $NPV(i_2) < 0$ ;

$i_1 < i_2$ .

При аналізі за показником IRR інвестиційні проєкти з нижчою нормою прибутку будуть автоматично відхиляти як такі, що не відповідають вимогам ефективності інвестиційних проєктів, тобто перевага має віддаватися тим інвестиційним проєктам, які характеризуються найбільшими значеннями IRR.

Математично показники NPV, PI, IRR, взаємопов'язані та дають однакову відповідь стосовно доцільності реалізації інвестиційного проєкту. Так, якщо  $NPV > 0$ , тоді  $PI > 1$  та  $IRR > i$ .

Дисконтний термін окупності є часом, за який приведені (дисконтовані) капітальні витрати за проєктом будуть відшкодовані приведеними

(дисконтованими) вигодами, які надходять від його експлуатації. Методика розрахунку показника аналогічна до статичного методу визначення строку окупності, з тією лише відмінністю, що для обчислення використовуються дисконтовані величини.

Поряд з позитивною рисою врахування вартості грошей в часі, одним з найбільш суттєвих недоліків показника чистої теперішньої вартості та його похідних є необхідність прогнозування періоду дії проєкту. Науково обґрунтовані методи чи рекомендації по визначенню його тривалості відсутні. Досить часто виникає ситуація, коли за строк дії проєкту, наприклад, 6 років він є неефективним, а за 7 років – ефективним.

Дискусійним питанням є використання амортизації в якості віддачі від інвестицій. В результаті включення амортизації до величини грошового потоку ефективність інвестиційних проєктів виявляється значно завищеною (NPV, IRR, PI завищуються, а DPP занижується). Враховуючи те, що в якості результату при визначенні показників ефективності необхідно брати до уваги заново створену вартість, а не витрати виробництва (амортизацію), показники ефективності інвестиційних проєктів необхідно розраховувати лише на основі прибутку [3].

Отже, для оцінки економічної ефективності інвестиційних проєктів з порівняно невеликими обсягами інвестицій та строками реалізації доцільно використовувати статичні методи, в іншому випадку – динамічні.

Жоден з перерахованих критеріїв сам по собі не є достатнім для схвалення проєкту. Рішення про інвестування коштів повинно прийматися з урахуванням значень всіх перерахованих критеріїв і інтересів всіх учасників інвестиційного проєкту. Також при прийнятті рішення важливу роль відіграє структура капіталу, який залучається для реалізації інвестиційного проєкту. Тому при проведенні подальших досліджень важливе значення матиме обґрунтування вибору ставки дисконтування.

### **Список використаних джерел:**

1. Шкіренко В. В. Методичні підходи до попереднього аналізу економічної ефективності проєктів на передінвестиційному етапі. *Інвестиції: практика та досвід*. 2017. № 17. С. 44–48.

2. Брінь П. В., Сіробаба Я. Г. Порівняння методів оцінювання ефективності інвестиційних проєктів. *Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ": зб. наук. пр. Сер.: Актуальні проблеми розвитку українського суспільства*. Харків: НТУ "ХПІ", 2016. № 13 (1185). С. 71-72.

3. Чайковська І.І. Застосування статистичного методу для оцінювання ризиків інноваційно-інвестиційних проєктів підприємства. *Вісник Хмельницького національного університету*. Економічні науки. 2020. № 3. С. 184-189. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2020\\_3\\_36](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2020_3_36) (Дата звернення: 01.05.2023).

УДК 338.42.2

## **ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО ПРОГРЕСУ В АПВ НА КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЬ ПІДПРИЄМСТВ**

**Рослякова А.К. студентка, Мещеряков В.Є. к.е.н., доц.**

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*У роботі наведено напрями підвищення конкурентоспроможності підприємств шляхом впровадження досягнень технічного прогресу в АПВ в діяльність підприємств.*

Питання конкурентоспроможності в АПВ посідає одне з основних місць в аналізі ринкового середовища та механізму функціонування підприємства у ньому. Дана тема є актуальною на сьогодні, адже кожне підприємство прагне здобути якомога вигідніше місце на ринку. А для цього необхідно мати конкурентні переваги, що своєю чергою надають підприємству виробляти таку продукцію, яка задовольнить якнайбільше потреб та вимог споживачів, що забезпечить стійку позицію на ринку та можливість подальшого впровадження науково-технічних досягнень у виробництво підприємств АПВ в цілому.

Сутність поняття «конкурентоспроможність» розглядало багато дослідників, які створюють широку характеристику даного поняття при його вивченні. Так Портер трактує дане поняття як: «сукупність факторів положення товаровиробника на внутрішніх та зовнішніх ринках, віддзеркалене через сукупність споживачів». Також він стверджував, що «конкурентоспроможність може бути оцінена у межах кількох факторів», які зараз називаються «п'ять сил Портера», а це саме: постачальники, покупці, перешкоди для входу/виходу, субститути та суперництво. За допомогою даного аналізу підприємство може зрозуміти рівень конкурентоспроможності в певній галузі [1]. Британська енциклопедія характеризує конкурентоспроможність, як здатність успішно конкурувати з іншими [2].

Різне висловлювання цього поняття в першу чергу залежить від того, що саме беруть за основу аналізу. Деякі вчені, наприклад, вважають, що конкурентоспроможність на пряму залежить від якості продукції, інші ж розглядають поняття через призму ефективності діяльності та його можливість впровадження нових технологій у виробничий процес.

Для підвищення конкурентоспроможності необхідно не лише розуміти сутність даного поняття, а й розумітися на факторах, що обумовлюють її рівень. Всі фактори, що прямо чи опосередковано впливають на дане поняття, можна поділити на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх в свою чергу відносяться ті, які відбуваються навколо, тобто підприємство не має вплив на них (рівень конкуренції, ресурсозабезпеченість, політична ситуація в державі тощо), а ось внутрішні – це безпосередньо виробництво, процеси та механізми, що діють усередині підприємства, та на які воно може безпосередньо впливати (підвищення кваліфікації працівників, впровадження нового обладнання, рівень організації виробництва тощо) [3].

Окрім того, конкурентоспроможність підприємства рівним чином залежить від наявності в ній конкурентних переваг, які можна поділити лише на два типи:

1. Переваги у витратах – тобто можливість ефективно продавати власну продукцію за нижчими цінами.

2. Переваги зі сторони маркетингу – забезпечувати споживача більш якісною продукцією завдяки його споживчим властивостям, що дозволяють встановлювати більш високу ціну [4, с.16].

Розглянувши дане поняття можемо навести основні напрямки впливу досягнень технічного прогресу в АПВ на підвищення конкурентоспроможності підприємств:

- зниження ціни на продукцію;
- виготовлення продукції за стандартами якості;
- введення на ринок нової продукції, що зацікавить споживача;
- створення умов для поліпшення розвитку інноваційної діяльності.
- запровадження рекламних заходів.

#### **Список використаних джерел:**

1. Porter, M.E. (1990). *Competitive Advantage of Nations*. NewYork [in English].

2. Британська енциклопедія. URL: <http://www.britannica.com/>

3. Должанський, І.З. Конкурентоспроможність підприємства: Навчальний посібник. [Текст] / І.З. Должанський, Т.О. Загорна. Київ: Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.

4. Коваленко В.О. Розробка заходів з підвищення конкурентоспроможності підприємства в сучасних умовах / В.О. Коваленко // Економіка підприємства. 2013. № 2. С. 15-18.



# НАУКОВЕ ВИДАННЯ

## ТЕХНІЧНИЙ ПРОГРЕС В АПВ МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ 9-10 травня 2023 року

Державний біотехнологічний університет  
Факультет мехатроніки та інжинірингу

Матеріали публікуються у авторському варіанті

Відповідальний за випуск: Антощенко Р. В.

Редактор: Галич І. В.

Комп'ютерний набір та верстка: Наукове товариство здобувачів вищої освіти  
факультету мехатроніки та інжинірингу

Здано до набору 03.05.2023 р.

Підписано до друку 04.05.2023 р.

---

Формат 64x84 1/16. Папір офсетний.

Гарнітура Times New Roman

Офсетний друк. Умов. друк. арк. 16

Тираж 150 примірників

