

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Університет імені Альдо Моро в Барі (Італія)

Варшавський політехнічний університет (Польща)

Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)

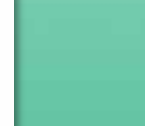
Краківський сільськогосподарський університет
імені Гуго Коллонтая (Польща)

Латвійський університет природничих наук
і технологій (Латвія)

Інститут технології та наук про життя
у Фаленці (Польща)

Естонський університет природничих наук (Естонія)

Університет природничих наук у Познані (Польща)



Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі



*Матеріали
V Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції 01-24 листопада 2023 р.*

Запоріжжя, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Університет імені Альдо Моро в Барі (Італія)
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Русенський університет імені Ангела Канчева (Болгарія)
Краківський сільськогосподарський університет
імені Гуго Коллонтая (Польща)
Латвійський університет природничих наук і технологій (Латвія)
Інститут технології та наук про життя у Фаленці (Польща)
Естонський університет природничих наук (Естонія)
Університет природничих наук у Познані (Польща)

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі

*Матеріали
V Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-24 листопада 2023 р.*

Запоріжжя
2023

Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали V Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Запоріжжя, 01-24 листопада 2023 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – 354 с.

У збірнику представлені матеріали міжнародної науково-практичної конференції за результатами досліджень щодо технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Збірник тез є частиною науково-дослідних тем Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі» (номер держреєстрації 0121U110251), «Підвищення ефективності технологічних процесів і обладнання харчових виробництв і переробки сільськогосподарської продукції» (номер державної реєстрації НДР 0121U110201), «Розробка електротехнологічного комплексу і технічних засобів для підвищення якості паливно-мастильних матеріалів» (номер державної реєстрації НДР 0116U002723) та «Розробка технологій та апаратів для очищення та контролю від забруднення поливної води, робочих та мастильних рідин» (номер державної реєстрації НДР 0116U002743).

Матеріали призначені для наукових співробітників, викладачів, студентів й аспірантів вищих навчальних закладів, фахівців і керівників сільськогосподарських та переробних підприємств АПК різної організаційно-правової форми, працівників державного управління, освіти та місцевого самоврядування, всіх, кого цікавить проблематика технічного забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі.

Відповідальність за зміст наданих матеріалів, точність наведених даних та відповідність принципам академічної доброчесності несуть автори. Матеріали видані в авторській редакції.

Редакційна колегія: *Кюрчев С.В.*, д.т.н., проф., ректор Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного; *Кюрчев В.М.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, радник ректора ТДАТУ; *Надикто В.Т.*, д.т.н., проф., член-кореспондент НААН України, *Панченко А.І.*, д.т.н., проф., проректор з наукової роботи ТДАТУ; *Скляр О.Г.*, к.т.н., проф., в.о. зав. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин»; *Кувачов В.П.*, д.т.н., доц. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин», декан механіко-технологічного факультету ТДАТУ; *Журавель Д.П.*, д.т.н., проф. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин» ТДАТУ; *Скляр Р.В.*, к.т.н., доц. кафедри «Обладнання переробних і харчових виробництв імені професора Ф.Ю. Ялпачика», завідувачка відділу моніторингу якості освітньої діяльності ТДАТУ; *Ігнат'єв Є.І.*, к.т.н., ст. викл. кафедри «Експлуатації та технічного сервісу машин».

Адреси для листування:

69600, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66

E-mail: tssapk@tsatu.edu.ua

Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/conf/>

© Авторі тез, включені до збірника, 2023

© Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, 2023

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

IMPLEMENTATION OF STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) TOOLS IN MANUFACTURING.....	14
Miroslav Žitňák ¹ , Maroš Korenko ¹ , Taras Shchur ² , Lukáš Hanko ¹	
¹ <i>Slovak university of agriculture in Nitra, Slovakia.</i>	
² <i>Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ГРАНУЛ У ГРАНУЛЯЦІЙНІЙ БАШТІ ОБЕРТОВОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГРАНУЛЯТОРА.....	16
Юрченко О.Ю., Склабінський В.І., Гусак О.Г.	
<i>Сумський державний університет, м. Суми</i>	
ВИКОРИСТАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК ОСНОВНА ТЕНДЕНЦІЯ В РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	19
Свинаренко В.В., Колодненко В.М.	
<i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
STUDY OF DRYING TOMATO PASTE.....	20
Stoyanova O., Zubkova K., Kravchenko V., Siminchenko O.	
<i>Kherson National Technical University, Khmelnytskyi</i>	
ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДІЇ МЕХАНІЧНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА УТВОРЕННЯ КРАПЕЛЬ У ВІБРАЦІЙНОМУ ГРАНУЛЯТОРІ.....	22
Юрченко О.Ю., Склабінський В.І., Гусак О.Г.	
<i>Сумський державний університет, м. Суми</i>	
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ВІБРАЦІЙНОГО ШВИДКОМОРОЗИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ.....	25
Верхоланцева В.О., Паляничка Н.О.	
<i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАСТИЛОК НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ПЕРЕРОБКИ КАЛИНИ.....	28
Самілик М.М., Ткаченко О.В.	
<i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В УПРАВЛІННІ АГРОПРОМИСЛОВИМ КОМПЛЕКСОМ.....	32
Холодняк Ю.В., Гавриленко Є.А.	
<i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ОГЛЯД РОЗКИДАЧІВ ДОБРИВ ТА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	38
Голіков Р.А., Горовий М.В., Калнагуз О.М.	
<i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ОГЛЯД КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ.....	41
Гречаний А.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М.	
<i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	

ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	44
Рева Р.П., Харченко Ф.М., Калнагуз О.М. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
АНАЛІЗ РІВНЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОВ'ЯЗАНОВОГО З ЛОГІСТИКОЮ	46
Килосов О.А. Таценко О.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ	48
Пасько Р.М., Харченко Ф.М., Калнагуз О.М. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРЕТИНСЬКОГО ШАФРАНУ У ТЕХНОЛОГІЇ ТІСТА ДЛЯ ВАРЕНИКІВ	51
Маренкова Т.І., Середа О.Г. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
IDENTIFICATION OF HAZARDS AND RISK MANAGEMENT IN MILLING CENTER OPERATIONS	54
Miroslav Žitňák ¹ , Maroš Korenko ¹ , Taras Shchur ² , Ľuboš Kazán ¹ ¹ <i>Slovak university of agriculture in Nitra, Slovakia</i> ² <i>Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada</i>	
ВПЛИВ ПОКАЗНИКА СТРУКТУРНОСТІ ҐРУНТУ В ПОВЕРХНЕВОМУ ШАРІ СМУГОВОЇ ГРЯДИ НА СТАН РОЗВИТКУ ЖИВЦЕВИХ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР	57
Чижигов І.О., Сушко С.Л. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ПОПИТУ ЛЮДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВОМ	63
Сіренко Ю.В., Калнагуз О.М. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
MULTIMODAL TRANSPORTATION AND THEIR ROLE IN OPTIMIZING LOGISTICS	67
Taras Shchur ¹ , Agata Markowska ² , Anel Nassenova ³ , Aigerim Sarsenkyzy ³ , Adiya Nurmagambet ³ ¹ <i>Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.</i> ² <i>Military University of Technology</i> ³ <i>Silesian University of Technology</i>	
МЕТОДИ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ АГРОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОБОТИ ҐРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ	71
Грабар І.Г., Двораковський І.О. <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i>	
РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ КИДАЛКИ ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ	78
Olt Juri ¹ , Ігнат'єв Євген ² , Фокіна Я.Є. ² ¹ <i>Естонський університет природничих наук, м. Тарту, Естонія.</i> ² <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО СОШНИКА З ҐРУНТОМ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ	82
Савченко В.М. ¹ , Хоменко С.М. ² , Куліш В.В. ¹ ¹ <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i> ² <i>Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир</i>	

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ	86
Hristo Beloev ¹ , Ігнат'єв Євген ² , Фокіна Я.Є. ²	
¹ Русенський університет імені Ангела Канчева, м. Русе, Болгарія.	
² Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ЩОДО ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА	90
Петрусенко Д.М., Горовий М.В., Калнагуз О.М.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	
THE MAIN DIRECTIONS OF RECONSTRUCTION OF REPAIR SHOPS...	92
Dashyvets H., Shyrochkin V.	
Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia	
РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЗОНУВАННЯ ВУЛИКІВ І ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОХОЛОДЖУВАЧА НА БАЗІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕЛЬТЬЄ	94
Савченко В.М., Шевеленко В.В.	
Поліський національний університет, м. Житомир	
 СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ	101
Pascuzzi Simone ¹ , Ігнат'єв Є.І. ² , Чибічик І.І. ²	
¹ Університет імені Альдо Моро в Барі, м. Барі, Італія.	
² Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕРОБКИ КВАСОЛІ У КОНСЕРВОВАНУ ПРОДУКЦІЮ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯМ ПРОЦЕСУ ЗАМОЧУВАННЯ ...	105
Шевченко А.О., Прасол С.В., Михайлов Б.В.	
Державний біотехнологічний університет, м. Харків	
БОРУВАННЯ ШВИДКОЗНОШУВАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	111
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Дев'ятко О.С. ²	
¹ Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве	
² Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ	
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ СОШНИКА ДЛЯ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	116
Заєць М.Л., Шевук О.В., здобувач СВО «Магістр»	
Поліський національний університет, м. Житомир	
ОСОБЛИВОСТІ СПОСОБІВ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ШЛЯХОМ ВИРОБНИЦТВА ЗАПЕЧЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАГРІВАННЯМ	121
Михайлов В.М. ¹ , Шевченко А.О. ¹ , Бабанова О.І. ² , Бабанов І.Г. ² , к.т.н.	
¹ Державний біотехнологічний університет, м. Харків	
² Національний університет харчових технологій, м. Київ	

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРІПЛЕНИХ ДЕСЕРТНИХ ВИН ТИПУ КАГОР	127
Дробна М.І., Мамай О.І., Валько М.І. <i>Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький</i>	
БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ШОКОЛАДІ	132
Тимошенко А.О., Кошель О.Ю. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ В ТІСТІ ДЛЯ ПІЦЦІ	135
Кошель О.Ю., Москаленко А.С. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
КОМПОЗИЦІЙНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ І ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	137
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Смиковський С.М. ¹ , Дев'ятко О.С. ² ¹ <i>Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве</i> ² <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ</i>	
ВИКОРИСТАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ВИДІВ БОРОШНА У ТЕХНОЛОГІЇ МАФФІНІВ	142
Толста О.П., Кошель О.Ю. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ВИКОРИСТАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО БОРОШНА ТА ПСИЛІУМУ У ТЕХНОЛОГІЇ ПЕЧИВА	144
Мішан Д.М., Боковець С.П. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ЗЕРНА	146
Богомолів О.В., Гурський П.В., Бредихін В.В., Іващенко С.Г. <i>Державний біотехнологічний університет, м. Харків</i>	
МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	149
Скляр О.Г., Скляр Р.В., Григоренко С.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В САДАХ	155
Малярчук В.М. ¹ , Ревтьо О.Я. ² , Малярчук А.С. ² ¹ <i>Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Херсон</i> ² <i>Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ОСТАТОЧНОГО ФОРМУВАННЯ БРИКЕТУ З ЗДАТНІСТЮ ВІДБОРУ ОЛІЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ НА ГВИНТОВИХ ПРЕС-ЕКСТРУДЕРАХ	159
Самохвал В.А., Самойчук К.О., Червоткіна О.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ	163
Самойчук К.О., Ковальов М.К., Ковальов О.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНІЙ ФЕРМІ ВРХ.....	166
<i>Дереза О.О., Дереза С.В. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ.....	172
<i>Шаповал О.С., Ковальов О.О. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	174
<i>Колодяжний А., Ковальов О.О. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ЕЖЕКЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДИСПЕРГУВАННЯ В СТРУМИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА.....	176
<i>Ковальов О.О., Самойчук К.О., Паляничка Н.О. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	179
<i>Нестеров Д., Ковальов О.О. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ.....	181
<i>Паляничка Н.О., Верхованцева В.О. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
РОЗРОБКА БІТЕРНО-ШНЕКОВОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ ДЛЯ ФЕРМИ ВРХ.....	185
<i>Сулейманова Е.Е., Дереза С.В. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК.....	187
<i>Діденко І. С., Загорко Н.П. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИВА З ВИКОРИСТАННЯМ КАРРАГІНАНУ.....	190
<i>Прасолов Д.С., Загорко Н.П. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПАСТИЛИ.....	193
<i>Діденко І. С., Загорко Н.П. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОВОГО ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ GPSS.....	196
Лубко Д.В., Зінов'єва О.Г. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ В ПРИМІЩЕННІ.....	201
Кузнецова М.С., Лобода В.Б. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ З ХОЛОДНИМИ УСТАНОВКАМИ.....	203
Семененко Є.Ю., Барсукова Г.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
РОЗРОБКА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ РЕМОНТНО-МЕХАНІЧНИХ ЦЕХІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ SAP ERP.....	205
Лубко Д.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
MODERN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE AGRICULTURAL SECTOR.....	211
Levkin D., Kotko Ya. <i>State Biotechnological University, Kharkiv</i>	
MODERN IT SOLUTIONS SUPPORTING WAREHOUSE PROCESSES.....	213
Taras Shchur ¹ , PhD., Markowska Agata ² , Gaweł Grendysa ³ , Tomasz Kawka ⁴ , Daud Khan ⁴ , Kamil Wittek ⁴ , Katarzyna Szopa ⁴ , Mateusz Olszewski ⁴ ¹ <i>Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.</i> ² <i>Military University of Technology, Poland.</i> ³ <i>War Studies University, Poland</i> ⁴ <i>Silesian University of Technology, Poland</i>	
ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОБГРУНТУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ АГРАРНИХ ФОРМУВАНЬ.....	216
Днесь В.І., Кудриницький Р.Б. <i>Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, с.м.т. Глеваха</i>	
СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	
ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL LEVEL OF REPAIR ENTERPRISES.....	218
Didur V. ¹ , Petrychenko I. ¹ , Viunyk O. ² ¹ <i>Uman National University of Horticulture, Uman</i> ² <i>Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university, Zaporozhye</i>	
ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ РЕМОНТУ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ.....	222
Молибог І.А., Бондарев С.Г., Юрченко О.Ю. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	

ОБГРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАНЬ СТІНОК ВОДЯНИХ СОРОЧОК БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛІВ.....	223
Журавель Д. П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ПРОЦЕС РЕСТАВРАЦІЇ ШИЙОК КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ШЛЯХОМ НАПЛАВЛЕННЯ.....	226
Молибог І.А., Бондарев С.Г., Юрченко О.Ю. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ЛАЗЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН.....	228
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Дев'ятко О.С. ² ¹ <i>Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве</i> ² <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ</i>	
АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ ПРОБОЇН СТІНОК БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛІВ	232
Журавель Д. П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....	234
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Дев'ятко О.С. ² ¹ <i>Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве</i> ² <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРИШВИДШЕНЕ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН.....	238
Захаров А.В. ¹ , Рибалко І.М. ¹ , Сайчук О.В. ² ¹ <i>Державний біотехнологічний університет, м. Харків</i> ² <i>Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж імені В.І. Вернадського м. Харків</i>	
АНАЛІЗ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИВАЛОЧНИХ ПЛОЩИН БЛОКІВ, СПОЛУЧЕНИХ З ГОЛОВКАМИ ЦИЛІНДРІВ.....	243
Журавель Д. П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
РОЗРОБКА СПОСОБІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ВЕЛИЧИНИ ВТРАТ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ.....	245
Савченко В.М., Савчук В.А., Марусенко Д.Г. <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i>	

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОСНОВНИХ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА.....	251
Куликівський В.Л. <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i>	
ОСНОВНІ ВИДИ ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШУВАННЯ.....	254
Савченко В.М., к.т.н., Голяка О.О. інж. <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i>	
ВИБІР ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗУЧОЇ ЧАСТИНИ РІЗЦІВ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ МАТЕРІАЛА КОПЕНСАЦІЙНОЇ ВСТАВКИ, ВИГОТОВЛЕНОЇ ЗІ ЗНОСОСТІЙКОГО ЧАВУНУ.....	259
Іващенко С.Г. <i>Державний біотехнологічний університет, м. Харків</i>	
ОГЛЯД ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	262
Сосєдський В.С., Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ПОСЛІДОВНІСТЬ НОРМУВАННЯ ТО ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....	264
Бондар А.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ASSESSMENT OF WEAR AND TECHNICAL CONDITION OF ENGINES.....	266
Dashyvets H. <i>Dmytro Motorni Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia</i>	
ЗБИРАННЯ РАННІХ ЗЕРНОВИХ ТА ЗЕРНОБОБОВИХ.....	269
Мельник В.О., Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
AXIAL-PISTON HYDRAULIC MACHINES - FIELD OF APPLICATION AND PERFORMANCE INDICATORS.....	272
Viunyk O., Boltukov K. <i>Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university, Zaporozhye</i>	
ВІДЧИЗНЯНА ТЕХНІКА ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	274
Дудник О.Ю., Горовий М.В., Калнагуз О.М., Сіренко Ю.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
РЕЗУЛЬТАТИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗНОШУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК.....	277
Деревянко Д.А., Брестовський Є.О., Ящук В.О., інж. <i>Поліський національний університет, м. Житомир</i>	
RESULTS OF ANALYSIS OF RELIABILITY INDICATORS OF AXIAL-PISTON HYDRAULIC MACHINES.....	283
Viunyk O., Komar A., Demchenko M. <i>Dmytro Motorny iTavria state agrotechnological university, Zaporozhye</i>	
CHOOSING OF TURBO COMPRESSOR ROTOR SURFACE RESTORATION METHODS.....	285
Dashyvets H., Suliz Y. <i>Dmytro Motorni Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia</i>	

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ	287
Устінов В.Є., Самойчук К.О., Ковальов О.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
RESULTS OF THE RESEARCH ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CONTAMINATION OF THE WORKING FLUID ON THE RELIABILITY OF THE HYDRAULIC DRIVE	289
Viunyk O., Khokhlov D. <i>Dmytro Motorny iTavria state agrotechnological university, Zaporozhye</i>	
СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ	
A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CONDUCT OF FIRE BRIGADES DURING INCIDENTS WITH ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES, DEVELOPED IN 2020 AND 2023	293
Taras Shchur ¹ , Oleksandr Miroshnyk ² , Mateusz Olszewski ³ , Katarzyna Szopa ³ , Kacper Łysakowski ³ ¹ <i>Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada</i> ² <i>State Biotechnological University, Department of Electricity Supply and Energy Management, Kharkiv</i> ³ <i>Silesian University of Technology, Poland</i>	
КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ	294
Петренко О.В., Барсукова Г.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ НА ЗАСАДАХ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ	296
Квашук О.В. <i>ВСП «Уманський фаховий коледж технологій та бізнесу» УНУС, м. Умань</i>	
ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ	299
Барсукова Г.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
СТРУКТУРА СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ	301
Петренко О.В., Барсукова Г.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИВІДБИВНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИНКУ ДЛЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ	303
Дяденчук А.Ф., Карпиенко О.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя</i>	
ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ	306
Барсукова Г.В. <i>Сумський національний аграрний університет, м. Суми</i>	

НАДІЙНІСТЬ ТА ДОВГОВІЧНІСТЬ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ	308
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Дев'ятко О.С. ²	
¹ Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве	
² Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ	
АНАЛІЗ ВИТРАТ ГАЗУ В ТЕПЛОМЕРЕЖУ АТ «СУМИГАЗ»	314
Скиба М.А., Барсукова Г.В.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	
ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ І КОРМОПРИГОТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	316
Денисенко М.І. ¹ , Іващенко С.В. ¹ , Лісовський Л.В. ¹ , Дев'ятко О.С. ²	
¹ Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве	
² Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ	
ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ПІД ЧАС ПЕРЕДПОСІВНОЇ ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ	320
Барсукова Г.В.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	
РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	322
Сайко О.М., Барсукова Г. В.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	
ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК УКРАЇНИ	324
Болтянський Б.В., Комар А.С.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЬНИХ КОТЛІВ	327
Скиба М.А., Барсукова Г.В.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	
ТИПИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКУПЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ДЛЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК	329
Скляр О. Г., Тат'яненко В.О.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОДНОШАРОВОЇ ТА БАГАТОШАРОВОЇ СТІНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ	332
Сіренко Ю.В., Калнагуз О.М.	
Сумський національний аграрний університет, м. Суми	

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕЛІОСУШАРКИ З ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ ТА ПЛОСКИМ ДЗЕРКАЛЬНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ.....	334
Болтянський Б.В. ¹ , Сиротюк С.В. ² , Коробка С.В. ²	
¹ Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
² Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни	
АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ.....	338
Скляр Р. В., Жердев О.С.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ.....	343
Драган П.А., Ковальов О.О., Паляничка Н.О.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ЛІНІЇ ГРАНУЛЮВАННЯ ПОСЛІДУ ПЕРЕПЕЛІВ.....	345
Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А.С.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ GREEN DEAL В УКРАЇНІ.....	348
Константинов Д., Ковальов О.О.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	
СЕКЦІЯ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК	
ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК.....	351
Дереза О.О., Крестов В.Г.	
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя	

СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНИЙ СТАН, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ

UDC

IMPLEMENTATION OF STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) TOOLS IN MANUFACTURING

Miroslav Žitňák¹, PhD., prof. Ing.,
Maroš Korenko¹, PhD., prof. Ing.,
Taras Shchur², PhD., Assoc. Prof
Lukáš Hanko¹

¹*Slovak university of agriculture in Nitra, Slovakia.*

²*Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.*

The automotive industry is one of the most complex and dynamic sectors in the world, constantly evolving to meet the changing needs of consumers and the global market. Statistics have played a crucial role in this industry for decades. In all sectors, statistics have helped automotive manufacturers increase efficiency, reduce costs, and gain a better understanding of their customers.

Our focus was on the manufacturing process of instrument panels for automobiles, where we monitored vibration welding and surface weakening using a laser. In order to ensure the accuracy of these procedures, we introduced measurements of parameters into control charts. Based on these measurements, we subsequently conducted a process capability analysis, expressed through the calculation of the process capability index C_{pk} .

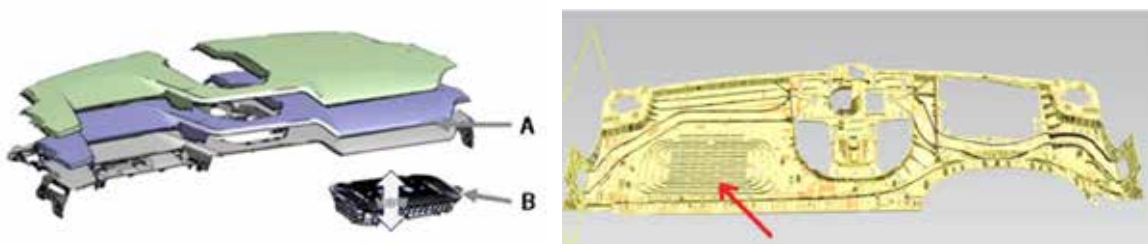


Fig. 1. Components entering the process and the laser weakening location for the airbag.

Statistical Process Control (SPC) represents a proven method utilized for monitoring and optimizing the performance of manufacturing procedures in the automotive sector. However, the implementation of SPC in this industrial field can encounter certain challenges. [1]

Addressing some of the challenges associated with the implementation of SPC is crucial, such as data collection and analysis, organizational culture,

employee training, and their specific impacts on the automotive industry.

The large volume of data generated within automotive production can pose challenges when it comes to data analysis and interpretation. [2]

Kim J. emphasizes the importance of systematic data collection and analysis to improve the effectiveness of SPC in their study. Along with co-author Lim C., they recommend that the industry recognizes the significance of the customer's voice and invests in tools and technologies that enable efficient gathering and analysis of extensive data sets [3].

Mal Owen underscores the importance of an organizational culture of continuous improvement in the implementation of SPC in the automotive industry. He suggests that organizations should foster a culture of open communication where employees are encouraged to identify and report issues within the production process. Furthermore, organizations should ensure the integration of SPC tools and techniques into the daily operations of the organization and make sure that employees are adequately trained to use them effectively [4].

Our study aligns with this statement, demonstrating that daily utilization of SPC on production lines allows employees to preempt issues and discrepancies, enabling organizations to achieve significant cost savings. One of the challenges is employee training, which can significantly impact the efficiency of SPC in the automotive industry, especially for those involved in data collection and analysis. Our study also reaffirms the importance of providing adequate training to employees engaged in the process of data collection and analysis, as it is crucial for them to understand the significance of measurements and their role in cost savings [5].

References

1. OWEN, Mal. 2013. SPC and Continuous Improvement. Springer Berlin, Heidelberg, 2013. 368 s. ISBN 978-3-662-22421-2.
2. KENT, Robin. 2017. Quality Management in Plastic Processing. William Andrew, 2016. 370 s. ISBN 978-0-08-102082-1.
3. KIM, J., & LIM, C. 2021. Customer complaints monitoring with customer review data analytics: An integrated method of sentiment and statistical process control analyses. In *Advanced Engineering Informatics*, vol 49, [cit. 2023-03-18]. ISSN 1474-0346.
4. OWEN, Mal. 2013. SPC and Continuous Improvement. Springer Berlin, Heidelberg, 2013. 368 s. ISBN 978-3-662-22421-2.
5. ANTHONY, J. 2000, Ten key ingredients for making SPC successful in organisations, In *Measuring Business Excellence*, Vol. 4 No. 4, pp. 7-10. ISSN: 1368-3047.

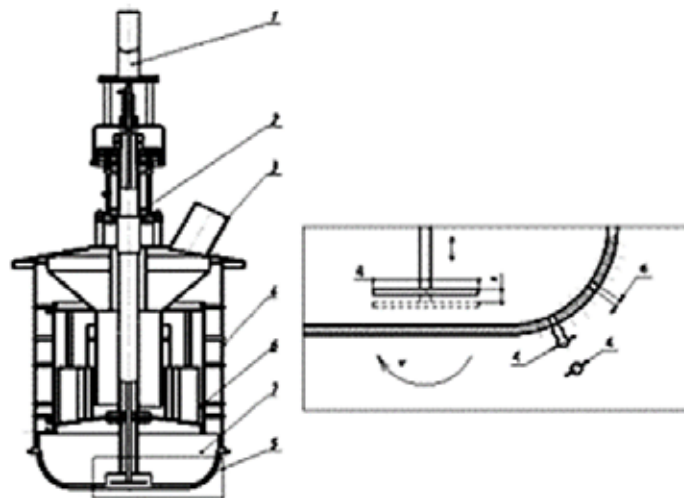
УДК 66.02

МОДЕЛЮВАННЯ ДІЇ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ТА МЕХАНІЧНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ ГРАНУЛ У ГРАНУЛЯЦІЙНІЙ БАШТІ ОБЕРТОВОГО ВІБРАЦІЙНОГО ГРАНУЛЯТОРА

Юрченко О.Ю., аспірант,
Склабінський В.І., д.т.н., професор,
Гусак О.Г. к.т.н., професор
Сумський державний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Основою для високоякісної роботи обертового вібраційного гранулятора є процес розпорошування струменів плаву, які витікають із отворів кошика та поділяються на краплі, грануляційний склад яких повинен бути якомога ближче до монодисперсного. У подальшому такі краплі взаємодіють із холодним потоком повітря, що призводить до їхньої кристалізації, охолодження. На даному етапі велике значення має вірна організація гідродинаміки повітряного потоку, який впливає як на процеси теплообміну між гранулами та повітрям, так і на швидкість руху гранул та на напрямок цього руху.

Основні матеріали дослідження. Для розробки методик розрахунку потрібних чинників для ефективної роботи ОВГ у грануляційній башті, а саме технологічних та геометричних параметрів та умов, у яких функціонує кошик гранулятора, було проведено ряд теоретичних досліджень впливу гідродинамічних параметрів потоку плаву рідини, що витікає із отворів грануляційного кошика, з урахуванням симетричного відповідно осі цих струменів характеру такого руху.



1 - вібраційний пристрій; 2 - підшипники; 3 - патрубок для входу плаву; 4 - корпус; 5 - перфорована корзина; 6 - розподільник; 7 - додаткові лопатки.

Рис. 1. Конструкція ОВГ

$$\begin{cases} u_r \frac{\partial v_r}{\partial r} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} + \nu \left[\frac{\partial^2 v_r}{\partial z^2} + \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{\partial}{\partial r} (r \cdot v_r) \right) \right] \\ u_z \frac{\partial v_z}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left[\frac{\partial^2 v_z}{\partial z^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \cdot \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \right] \\ \frac{\partial v_z}{\partial z} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r \cdot v_r) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

Було отримано рішення системи рівнянь (1) у вигляді:

$$u_r = \frac{1}{48} \frac{z(-24A_1 r^5 \nu - 8\nu z^2 A_2 + 64\nu z^2 A_1 r^3 + 3A_1^2 r^7 z^3 - 12A_1 r^4 z^3 A_2 - 8A_1 r^3 z^3 A_3)}{\nu r^2} \quad (2)$$

$$u_z = A_1 r^2 z^2 - \frac{1}{6} \frac{3z^4 A_1^2 \rho r_s^4 + 6p_0 - 12z A_1 \rho \nu r_s^2 - 8\rho \nu A_1 z^3 - 6p_1}{z^2 r_s^2 \rho A_1} \quad (3)$$

де коефіцієнти A_1 , A_2 , A_3 у свою чергу залежать від геометрії отворів у корзини та початкових гідродинамічних чинників струменя, що витікає та фізичних властивостей плавку.

Для подібного аналізу можливо переписати складне рішення [9] у вигляді загальної функціональної залежності від геометричних та гідродинамічних параметрів для виявлення чинників, які повинно враховувати при розрахунках технологічних параметрів нового обладнання. Тоді представимо коефіцієнти A_1 , A_2 , A_3 у наступному вигляді:

$$A_1 = f_1(\rho, r_s, \nu, v_{z0}, p_0, p_1), \quad (4)$$

$$A_2 = f_2(r_s, A_1, \rho, A_3, \nu, p_1, p_0), \quad (5)$$

$$A_3 = f_3(A_1, \rho, r_s, \nu, p_1, p_0), \quad (6)$$

де ρ – щільність плавку;

r_s – радіус струменя, який у свою чергу залежить від діаметру отвору у кошику гранулятора з якого витікає струмінь;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості плавку;

v_{z0} – швидкість струменя плавку у отворі кошика гранулятора яка у свою чергу залежить від навантаження по плавку у цілому на гранулятор, від кількості отворів у кошику та їх розмірів;

p_0 , та p_1 – тиск у навколишньому середовищі та початковий тиск у струмені у отворі кошика (початковий тиск може мати змінне значення у часі).

Для розробки методики розрахунку потрібних умов для ефективної роботи усього комплексу обладнання грануляційної башти було проведено ряд теоретичних досліджень впливу гідродинамічного впливу потоку повітря на рух гранул у башті після виходу їх із ОВГ. В основу було покладено рівняння руху гранули з урахуванням симетричного відповідно осі гранулятора (бо у башті може бути встановлено декілька грануляторів і кожен гранулятор буде формувати свій факел розпилу) характеру такого руху [10]. Тому можна розглядати у подальшому рух краплі, а потім і гранули у площині, яка проходить через вісь гранулятора, що обертається.

$$\begin{cases} \frac{d}{d\tau} W_x(\tau) = - \frac{\xi S \rho_{\text{vozd}} (W_x(\tau) + V_x)^2}{2 m} \\ \frac{d}{d\tau} W_y(\tau) = g - \frac{\xi S \rho_{\text{vozd}} (W_y(\tau) + V_y)^2}{2 m} \end{cases} \quad (7)$$

де x – горизонтально вісь;

y – вертикальна вісь, яка направлена у низ;

τ – час;

$W(\tau)$ – швидкість руху краплі у тому чи іншому напрямку;

ξ – коефіцієнт опору краплі (гранули);

S – площа миделевого перетину, яка залежить від діаметру гранули;

ρ_{vozd} – щільність повітря;

V – швидкість повітря у грануляційній башті, яка залежить від пересічних розмірів грануляційної башти, від витрат повітря через башту;

m – маса краплі (гранули), яка залежить від розміру гранул та їх фізичних властивостей.

Рівняння (7), з урахуванням всіх зазначених залежностей було вирішено та ці рівняння використано для розрахунків траєкторій руху гранул від кошика гранулятора, що обертається, до нижньої частини башти, де гранули вже відводяться за її межі.

Висновки. Було проведено теоретичний аналіз математичних рівнянь, що описують такі основні процеси як витікання струменя плаву з перфорованого кошика гранулятора з подальшим диспергуванням на каплі під дією внутрішніх збурень у струмені рідини. Також розглянуто та проаналізовано математичні рівняння, що описують подальший рух гранул від гранулятора до нижньої частини грануляційної башти. На основі такого аналізу було виявлено чисельні фактори, які перелічено вище, впливають на процеси утворення гранул у грануляційній башті виробництва мінеральних добрив.

УДК 631.3

ВИКОРИСТАННЯ НАВІГАЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ ЯК ОСНОВНА ТЕНДЕНЦІЯ В РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Свинаренко В.В., здобувач СВО,

Колодненко В.М., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Використання машин і механізмів, спроможних здійснювати більшість операцій без втручання людини уже не є новизною. За кордоном така практика існує протягом кількох десятиліть, однак не всі фермерські господарства здатні спромогтися до таких опцій через їх вартість та обслуговування. Однак, актуальним є аналіз того наскільки функціонально важливою є така можливість в реалізації стратегії сільськогосподарського виробництва.

Основні матеріали дослідження. Навігаційні системи як основа для точного землеробства зарекомендували себе як вагомий поліпшувач праці для механізатора, економія в витратах палива, енергії часу та ресурсів машино-тракторного агрегату.



Рис. 1. Навігаційна система в роботі

В результаті використання навігаційної системи відчутно помітними є такі особливості:

- автоматизація процесу водіння;
- дотримання прямолінійності руху машино-тракторного агрегату вздовж лінії гону;
- регулювання програмним забезпеченням необхідної ширини захвату агрегату;
- вимірювання площі ґрунту, яка обробляється, у тому числі довжини гону та ширини країв і розворотних смуг вздовж країв поля, яке обробляється;
- здійснення автоматичного розвороту машино-тракторного агрегату без втручання механізатора (за виключенням, за потреби, підйому та опускання ґрунтообробного агрегату, наприклад, плуга або фрези).

В такий спосіб є можливість покращення якості обробітку ґрунту з одночасним економією в:

- паливо-мастильних матеріалах;
- часі;
- енергоресурсах;
- витратах на оплату праці;
- витратах на пересіви, недосіви, переробіток або недоробіток в виконанні обробки сільськогосподарських земель при вирощуванні різних сільськогосподарських культур з використанням тракторів, комбайнів та різних сіль.-госп. агрегатів.

Висновки. Таким чином, за рахунок виконання автоматизації процесів у сільському господарстві відбувається покращення якості виконуваних робіт і порівняно економія в витратах на такі види робіт з одночасним покращенням умов праці для механізатора, задіяного в таких видах сільськогосподарського виробництва.

УДК 664.8.047

STUDY OF DRYING TOMATO PASTE

Stoyanova O., Ph.D,

Zubkova K., Ph.D,

Kravchenko V., student,

Siminchenko O., student

Kherson National Technical University, Khmelnytskyi, Ukraine.

Formulation of the problem. Tomato powder is a powdered concentrate of tomato paste, which is used as a food additive in cooking to give dishes a characteristic smell and color. The development of the

technology of dried food products from vegetable raw materials, its use in the composition of other food products opens up great opportunities for the development of the direction of the production of organic products for long-term storage in Ukraine and abroad [1]. A significant influence on the quality of the obtained organic vegetable powders is directly exerted by the structural and technological component [2]. Modern methods of production of vegetable powders are freeze-drying and spray drying [3]. Freeze drying is considered to be the most effective in preserving nutrients in powdered products, but its industrial application is hampered by high equipment costs and high energy consumption, as well as low productivity. Ensuring the quality of vegetable powders requires constant improvement of appropriate drying technologies, which will allow to significantly reduce the duration of processing. At the same time, there are no recommendations for drying tomato paste without adding impurities (from the point of view of energy saving) in modern technologies. Solving the problem of tomato powder production is possible by improving the technological scheme and drying by spraying.

Statement of the problem. Analyzing modern research on methods of drying pureed products, the authors decided to investigate the technology of drying tomato paste (30% dry matter) by spraying. Spray drying is the most economical technique that maintains quality through rapid dehydration. This method provides a large surface area in the form of small liquid droplets by spraying in the drying chamber, which leads to the production of regular and spherical powder particles.

The aim of the study is to investigate the technological scheme of drying tomato paste by spraying to obtain a powder with improved consumer properties due to the preservation of vitamins, valuable macro- and microelements.

Basic materials. The technological scheme involves heating the tomato paste to 80 °C, which reduces the drying time of the product and reduces energy consumption.

The spray drying process reduces the moisture content of tomato paste from 70% to 7-9%, increases the concentration of lycopene in the dried product (powder) from 5 to 10-15 mg%, and preserves the nutritional value and organoleptic properties of the powders.

The use of new energy-saving equipment will ensure the preservation of the original properties of raw materials (semi-finished products) and make the finished product more competitive. In turn, this will provide thermal and stabilizing effects of the process and energy efficiency of the process equipment, which will allow to obtain a high-quality finished product.

The developed flowchart for controlling the production process and the HACCP (hazard analysis and control) plan for tomato paste powder with the establishment of control and critical control points (5 CCPs in total) allow for full control of the entire process of producing a safe food product in accordance with the principles of HACCP.

Further research is needed to study the effect of drying processes on the lycopene content of the finished dry product, to determine the loss of lycopene depending on the temperature at the inlet to the dryer.

References

1. Development of the food industry of Ukraine. Scientific works of the National University of Food Technologies. 2017. № 23 (3). P. 15–25.
2. Jiang H., Zhang M., Adhikar B. Fruit and vegetable powders. Handbook of Food Powders. Processes and Properties. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2013. P. 532–552. DOI: <https://doi.org/10.1533/9780857098672.3.532>
3. C. Mella. Impact of vacuum drying on drying characteristics and functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) / A.Vega-Gálveza, E.Uribeac, A. Pastena, N.Mejiasa, I.Quispe-Fuentesa Applied Food Research // Volume 2, Issue 1. 2022. P. 100–120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100120>

УДК 66.02

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ДІЇ МЕХАНІЧНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ЧИННИКІВ НА УТВОРЕННЯ КРАПЕЛЬ У ВІБРАЦІЙНОМУ ГРАНУЛЯТОРІ

Юрченко О.Ю., аспірант,
Склабінський В.І., д.т.н., професор,
Гусак О.Г., к.т.н., професор
Сумський державний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Отримання гранул необхідного діаметру без пересікання струменів рідини є основним завданням в процесі гранулоутворення. У зв'язку із цим, актуальність аналізу та розробки нових конструктивних рішень в проектуванні та моделюванні процесу є важливим завданням.

Основні матеріали дослідження. Можливість здійснення моделювання процесів, що перебігають в грануляторі мінеральних добрив реалізується через чисельні методи розрахунків.

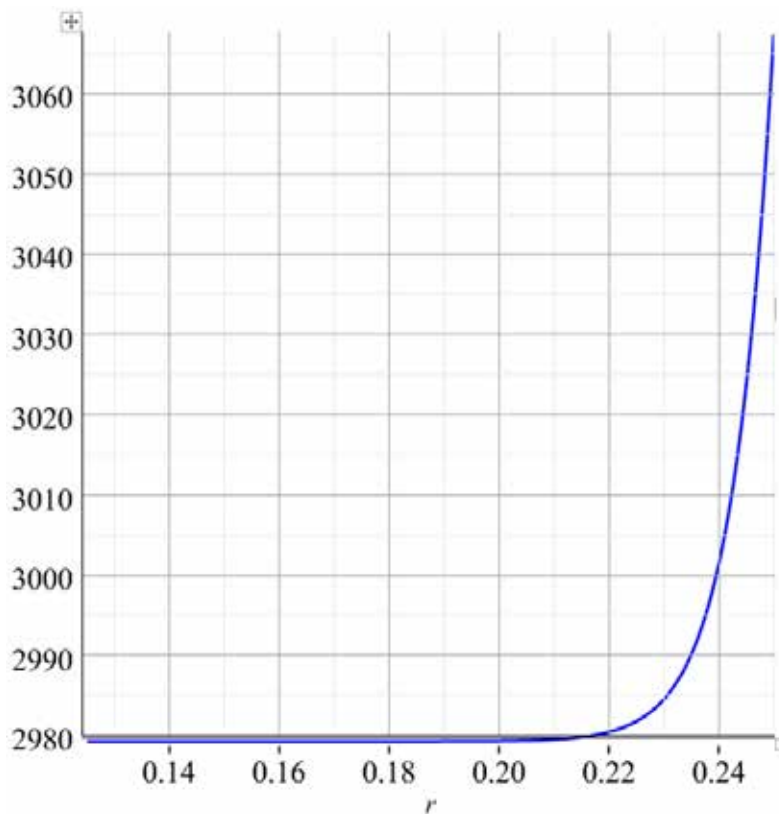


Рис. 1. Графік перебігу процесу гранулоутворення

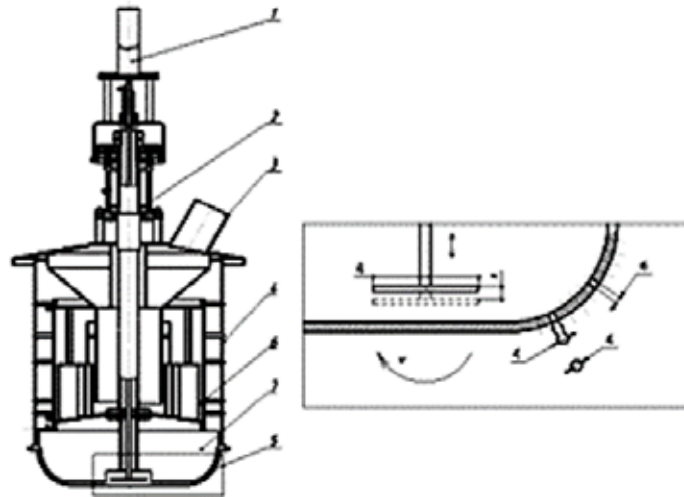
Отримані до цього теоретичні викладки на те, що при обертанні корзини та нерухомому патрубку вводу плаву у корзину, шари плаву біля патрубка, та навіть до $2/3$ радіуса корзини, не залучаються в обертний рух. Тому лопатеву систему бажано розташовувати тільки у цій зоні.

Із графіку, що представлений на рисунку 1 видно, що при швидкості до 0,2 рідина не задіюється у обертний рух. Водночас, збільшення швидкості рідини призводить до збільшення відцентрової сили і витрати рідини.

Як наслідок із вище сказаного впливає, що за рахунок зменшення швидкості обертання корзини при збільшенні швидкості руху рідини, відбувається зменшення вторинного дроблення крапель.

Відповідним чином, зменшення відносної швидкості руху струменя відносно повітря призводить до зменшення вірогідності вторинного дроблення крапель у відповідності до критерію Вебера.

Бажано це і із тієї точки зору, що у разі коли лопаті будуть проходити на невеликій відстані від отворів, то це призводитиме до додаткових пульсацій у струменях і погіршить гранулометричний склад продукту.



1 - вібраційний пристрій; 2 - підшипники; 3 - патрубок для входу плаву; 4 - корпус; 5 - перфорована корзина; 6 - розподільник; 7 - додаткові лопатки.

Рис. 2. Конструкція обертового вібраційного гранулятора

Висновки. Додатковий тиск для забезпечення широкого факелу розпорошення плаву бажано та можливо створити за допомогою лопатевої системи, яка уміло, без додаткового пульсаційного впливу, розташована у внутрішньому просторі корзини обертового вібраційного гранулятора.

УДК 621.565.9:634.7

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІ ВІБРАЦІЙНОГО ШВИДКОМОРОЗИЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

Верхоланцева В.О., к.т.н.,

Паляничка Н.О., к.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

Постановка проблеми. Для фермерських господарств, що займаються вирощуванням ягоди в промислових масштабах, першорядним завданням є збереження цієї смачної, соковитої, але дуже вибагливої до умов зберігання ягод. Адже за кімнатної температури ягода зберігає свої властивості та товарний зовнішній вигляд не більше 8 годин. Після цього плоди ягід починають виділяти сік, втрачають свою пружність і презентабельність. Заморозка ягід дозволяє зберігати максимально довго без втрати смакових та корисних властивостей. Це дає можливість не відправляти її відразу на переробку, а продавати практично у свіжому вигляді, у тому числі на експорт, що підвищить прибутковість ягідного бізнесу [1,2]

Сьогодні вибираючи оптимальне обладнання для заморожування, виробник повинен орієнтуватися передусім на те, які саме продукти будуть заморожуватися. Тому, питання модернізації існуючого та розробка нового обладнання для заморожування ягід, яке дозволить отримати високу якість готового продукту є дуже актуальним на сьогоднішній день. [3].

Основні матеріали. Проведений аналіз наукових робіт по даній проблематиці дозволив виділити перспективний спосіб заморожування та розроблена конструкція, яка дозволить отримати якісний продукт після зберігання. [4].

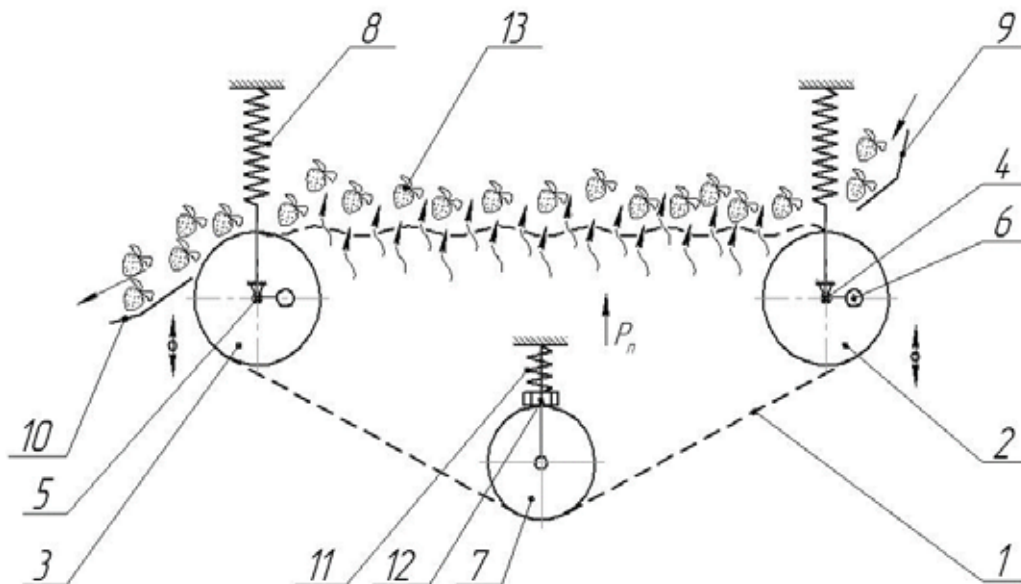
Для перевірки достовірності висунутої гіпотези, в лабораторії на кафедрі обладнання переробних і харчових виробництв ім.професора Ф.Ю. Ялпачика в Таврійському державному агротехнологічному університеті імені Дмитра Моторного було розроблено та проведено експериментальні дослідження, а також отримано патент на корисну модель(рис.1).[5]

Вібраційний швидкоморозильний пристрій містить сітчастий транспортуючий засіб 1, з'єднаний з випарником холодильного агрегату через канали повітророзподілення низькотемпературного повітря, вентилятор (не показано), опорні котки 2, 3, рухомі осі 4,5, дебалансний віброзбуджувач 6, натяжний пристрій 7, пружинні опори 8, вікно завантаження 9, вікно вивантаження 10, пружину 11, демпфер 12, продукт 13, який заморожують. [4,5]

Вібраційний швидкоморозильний пристрій використовують

наступним чином. В цеху заморожування продукції монтується вібраційний швидкоморозильний пристрій: сітчастий транспортуючий засіб 1, з'єднують з випарником (не показано) холодильного агрегату через канали (не показано) повітророзподілення низькотемпературного повітря, встановлюють вентилятор (не показано), опорні котки 2, 3, рухомі осі 4,5, дебалансний віброзбуджувач 6, натяжний пристрій 7, пружинні опори 8, вікно завантаження 9, вікно вивантаження 10, пружину 11, демпфер 12. Продукт 13, який заморожують через вікно завантаження 9 подають на сітчастий транспортуючий засіб 1, де починається його горизонтальне та вертикальне переміщення і формується псевдозріджений шар під дією дебалансного віброзбуджувача 6, опорних котків 2,3, встановлених на рухомих осях 4,5 і пружинних опорах 8, натяжний пристрій 7 обладнаний пружиною 11, демпфером 12 стабілізує рух сітчастого транспортуючого засобу 1. Одночасно включають вентилятор (не показано), який через випарник (не показано) холодильного агрегату з каналами (не показано) повітророзподілення, подає охолоджене низькотемпературне повітря під сітчастий транспортуючий засіб 1.

Потік повітря, проходить через шар продукту 13, який заморожують. Заморожування продукту 13 відбувається в псевдозрідженому шарі, сформованому завдяки горизонтальному та вертикальному переміщенню сітчастого транспортуючого засобу 1 який делікатно його підкидує, запобігаючи травмуванню, або ушкодженню, як у прототипі. Далі цикл повторюється [5]



1 - сітчастий транспортуючий засіб , 2, 3 - опорні котки, 4,5 - рухомі осі, 6 - дебалансний віброзбуджувач, 7-натяжний пристрій,8-пружинні опори, 9-вікно завантаження , 10 -вікно вивантаження ,11 - пружина, 12- демпфер, 13 - продукт, який заморожують.

Рис.1. Схема лабораторного зразка вібраційного швидкоморозильного пристрою

Також важливим моментом при заморожуванні ягід є те, якого саме типу ягоди використовуються. В цьому випадку потрібно, щоб вони були цілими та непошкодженими. Тому важливо правильно транспортувати цю ягоду для заморожування, аби період між збором ягід і заморожуванням був максимально коротким.

Висновки. Актуальним питанням на сьогоднішній день є розробка обладнання для заморожування ягід. Особливо корисними вони є на виробництвах харчової промисловості та там, де є потреба зберегти продукти, що швидко псуються. Серед фермерів популярною є заморозку оскільки у свіжому вигляді ягоди дуже недовго виглядають презентабельно та не втрачають смак.

Список використаних джерел

1. Верхованцева В. О. Перспективи застосування холодильної технології // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: друга міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 23 листопада 2021 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 67–68.

2. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О. Обґрунтування ефективності використання семіфлюїдизаційного пристрою для швидкого заморожування плодово-ягідної продукції // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: друга міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 23 листопада 2021 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 9–11.

3. Кюрчев С. В., Верхованцева В. О., Паляничка Н. О. Ефективність застосування холоду для ягідної продукції // Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: друга міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 23 листопада 2021 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2021. С. 41–43.

4. Verkhohantseva V., Palianychka N. The use of cold in the fruit and vegetable canning industry / Інноваційний розвиток готельно-ресторанного господарства та харчових виробництв : матеріали II Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Прага: Oktan Print s.r.o., 2021. С. 141–142 с.

5. Пат. 141441, Україна, МПК F25D 17/06. Вібраційний швидкоморозильний пристрій. / Стручаєв М.І., Кюрчев В.М., Верхованцева В.О., Кюрчева Л.М., Паляничка Н.О., Мілаєва І.І. Заявник і патентовласник Таврійський державний агротехнологічний університет. – № u201909618, заявл. 03.09.2019, опубл. 10.04.2020, Бюл. № 7.

УДК 664.144

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПАСТИЛОК НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ПЕРЕРОБКИ КАЛИНИ

Самілик М.М., к.т.н., доц.,

Ткаченко О.В., здобувач СВО «Магістр»

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Пастилки є однією з найпопулярніших та кращих інноваційних лікарських форм та кондитерських виробів для перорального застосування. Перевага лікувальних пастилок полягає в тому, що вони забезпечують більшу тривалість утримання лікарської форми в ротовій порожнині, що збільшує біодоступність, зменшує подразнення шлунку та обходить метаболізм першого проходження. Особливо пастилки використовуються для пацієнтів дитячого віку і є ефективним засобом введення препаратів, є ефективними для системного застосування. Вони містять лікарські діючі речовини, ароматизатори, барвники та підсолоджувачі, гліцерин, консерванти, інвертний цукор та інш.

Цукрова основа (густий сироп) готується за температури 95-125°C і переноситься у планетарний або сигма-змішувач. Після охолодження маси до 120°C, додається формуючий компонент та лікарські речовини за температури 95-105°C. Барвники диспергуються у зволожувачі і додаються до цукрової маси при температурі вище 90°C. Затравні кристали та ароматизатори додаються за температури нижче 85°C, з подальшим додаванням гліцерину при температурі вище 80°C. Формуються пастилки шляхом штампуванням.

Недоліком традиційної технології виробництва пастилок є використання великої кількості синтетичних допоміжних речовин. Для дитячого організму вживання барвників та ароматизаторів може спричиняти різноманітні алергічні реакції.

Тому, доцільно розробити технологію виготовлення пастилок на натуральній основі, які будуть безпечними для дітей.

Основні матеріали дослідження. Ефективною сировиною для виробництва пастилок є плоди калини. Калина (*Viburnum opulus*) є цінною лікарською та харчовою рослиною. Ягоди *Viburnum opulus* містять вітамін С, фенольні сполуки, каротиноїди та ефірні олії [1]. Для них характерна висока антиоксидантна активність. Загальна кількість фенольних сполук у ягодах калини становить 1168 мг/100г [2]. Вміст хлорогенової кислоти – 0,54–6,93мг/мл. Епікатехіни та катехіни (основні антиоксиданти) становлять 40% та 23% соку калини відповідно [3].

Колір плодів калини зумовлений барвними речовинами антоціанами, які показали найкращу стабільність при температурі 75°C

та рН – 7 [3]. Антоціани становлять 3–5 % загальної кількості фенольних речовин.

Свіжі ягоди калини мають неприємний аромат, гіркий смак, пов'язаний з вмістом сапоніну, глікозидів та вінбурніну. Для покращення органолептичних властивостей ягоди калини потребують попереднього заморожування [4]. У ягодах калини було виявлено 41 сполуку, 10 із яких формують запах плодів [5].

Також, в плодах калини міститься велика кількість органічних кислот: лимонна, винна, яблучна, хінна. Входять до складу калини і цукри: фруктоза, глюкоза та сахароза [6]. У ягодах калини виявлено 27 мінеральних речовин (Al, Mg, Na, Ba, Ca, Ni, Cd, P, Cr, Pb, S, Cu, Se, Fe, K, Sr, Li, Z, V, Ag, Bi, Co, Mn, B, Ga, In, Ti). Найбільше – K, P, Ca, S [7]. Основними жирними кислотами в калині є олеїнова, лінолева та пальмітинова [8].

Для застосування калини в харчовій промисловості важливим є спосіб її обробки. Досить часто із неї виготовляють екстракти, в які переходить більшість біологічно-активних компонентів, що містяться в клітинах [9].

Розроблено спосіб переробки плодів калини, який передбачає обов'язкове попереднє заморожування, дефростацію, осмотичну дегідратацію. Заморожування дозволяє знизити гіркоту та забезпечує фазове перетворення води із рідкого стану в твердий. Під час дефростації частина вологи втрачається, що призводить до зниження енерговитрат на сушіння. Осмотична дегідратація виконує одразу дві функції: по-перше із клітин видаляється 10-15% вологи, як наслідок – знижується час сушіння; по-друге обробка цукровим розчином призупиняє ферментативні процеси окиснення, тому зберігаються органолептичні властивості ягід. Плоди *Viburnum opulus* ретельно відмивали, заморожували (-18°C), а безпосередньо перед переробкою дефростували для покращення смакових властивостей. Змішували у співвідношенні 1:1 із 70-% розчином сахарози, нагрітим до 65°C. Протягом 1 години проводили осмотичну дегідратацію розчину. При цьому суміш ретельно перемішували за постійної температури 50°C. Частково зневоднені ягоди відокремлювали від осмотичного розчину та направляли на висушування в лабораторній інфрачервоній сушарці при температурі 50°C. Варто зазначити, що разом з клітинним соком у осмотичний розчин переходять біологічно активні компоненти, що робить його цінною сировиною для збагачення продуктів [10].

Під час осмотичної дегідратації плодів калини до них додається цедрa лимону (5% до маси плодів) та сушена меліса (2% до маси плодів). Кількість доданих компонентів встановлювали шляхом органолептичної оцінки осмотичного розчину.

Осмотичний розчин, утворений після переробки плодів калини згущували під розрідженням у лабораторному вакуум-апараті при

температурі 50°C до масової частки сухих речовин 96 – 97%, заливали у форми та вистоявали до затвердіння.

Результати. За органолептичними показниками пастилки із калини мали набагато привабливіший вигляд, ніж пастилки промислового виробництва (рис.1).



а – пастилки зі смаком яблука; *б* – пастилки зі смаком калини та лимону

Рис.1. Пастилки

Калинові пастилки мали колір, характерний кольору сировини. Смак кисло-солодкий, з ледь помітною гірчинкою. Запах лимонно-мелісовий.

Висновки. Враховуючи відомі результати досліджень [10, 11], щодо хімічного складу осмотичного розчину, утвореного після дегідратації калини, можна зробити висновки, що пастилки із калини мають не лише гарні споживчі властивості, а й певну функціональну дію. Вони містять глюкозу, фруктозу, вітамін С, флавоноїди та амінокислоти.

Запропонована технологія є безвідходною та дозволяє зберегти функціональні властивості пастилок. Пастилки можна використовувати як антисептичний допоміжний засіб при для лікування та профілактики кашлю у дітей та дорослих.

Список використаних джерел

1. Samilyk M., Korniienko D., Demidova E., Tymoshenko A., Bolgova N., Yeskova O. Substantiation of the efficiency of the method for processing viburnum by the method of osmotic dehydration. *EUREKA: Life Sciences*. 2022. Vol. 6. P. 60–68. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002693>

2. Kraujalyte V., Venskutonis P., Pukalskas A., Cesoniene L. Daubaras R. Antioxidant properties and polyphenolic compositions of fruits from different European cranberrybush (*Viburnum opulus L.*) genotypes. *Food Chemistry*. 2013. Vol. 141, no. 4. P. 3695–3702. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.054>.

3. Moldavan B., David L., Chisbora C., Cimpoiu C. Degradation Kinetics of Anthocyanins from European Cranberrybush (*Viburnum opulus L.*) Fruit Extracts. Effects of Temperature, pH and Storage Solven,

Molecules. 2012. Vol. 17, no. 10. P. 11655–11666. <https://doi.org/10.3390/molecules171011655>.

3. Česonienė L., Daubaras R., Viškelis P., Šarkinas A. Determination of the total phenolic and anthocyanin contents and antimicrobial activity of *Viburnum opulus* fruit juice. *Plant Foods Hum Nutr*. 2012. Vol. 67. P. 256–261. <https://doi.org/10.1007/s11130-012-0303-3>.

4. Lachowicz S., Oszmiański J. The influence of addition of cranberrybush juice to pear juice on chemical composition and antioxidant properties. *J Food Sci Technol*, 2018. Vol. 55. P. 3399–3407. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3233-8>.

5. Kraujalytė, V., Petras, E., & Venskutonis, V. Chemical and sensory characterisation of aroma of *Viburnum opulus* fruits by solid phase microextraction-gas chromatography–olfactometry. *Food Chemistry*. 2012. Vol. 132, no. 2. P. 717–723. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.007>.

6. Ersoy N., Ercisli S., Gundogdu M. Evaluation of European Cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) genotypes for agro-morphological, biochemical and bioactive characteristics in Turkey. *Folia Hort*. 2017. Vol. 29, no. 2. P. 181–188. DOI: 10.1515/fhort-2017-0017.

7. Kalyoncu I., Ersoy N., Elidemir A., Karalı M. Some Physico-Chemical Characteristics and Mineral Contents of Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) Fruits in Turkey. World Academy of Science, Engineering and Technology *International Journal of Agricultural and Biosystems Engineering*. 2013. Vol. 7, no. 6. P. 424–426. doi.org/10.5281/zenodo.1079484.

8. Zarifikhosroshahi M., Murathan Z., Kafkas E., Okatan O. Variation in volatile and fatty acid contents among *Viburnum opulus* L. Fruits growing different locations. *Scientia Horticulturae*. 2020. Vol. 264. P. 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109160>.

9. Dienaitė L., Pukalskienė M., Pereira K., Matias A. Valorization of European Cranberry Bush (*Viburnum opulus* L.) Berry Pomace Extracts Isolated with Pressurized Ethanol and Water by Assessing Their Phytochemical Composition, Antioxidant, and Antiproliferative Activities. *Foods*. 2020. Vol. 9, no. 10. P. 1–19. <https://doi.org/10.3390/foods9101413>.

10. Samilyk M., Korniienko D., Bolgova N., Sokolenko V., Boqomol N. Using derivative products from processing wild berries to enrich pressed sugar. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 3 no.11 (117). P. 39–44. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258127>.

11. Samilyk M. M. Sustainable food chain and safety through science, knowledge and business: Scientific monograph / Samilyk M. M., Korniienko D. A. – Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, 2023. 724 p. ISBN 978-9934-26-328-6.

УДК 004.7:631.1

РОЛЬ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ В УПРАВЛІННІ АГРОПРОМИСЛОВИМ КОМПЛЕКСОМ

Холодняк Ю.В., к.т.н.,

Гавриленко Є.А., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Сільське господарство відіграє важливу роль у забезпеченні харчової безпеки та економічного розвитку країн по всьому світу. Проте, цей ключовий сектор стикається з низкою складних викликів, які вимагають сучасних рішень і технологій для забезпечення ефективного виробництва та стійкості [1-2]:

- зростаюче населення світу вимагає постійного збільшення обсягів продукції сільського господарства;
- зміни клімату призводять до нестабільних погодних умов, які можуть суттєво впливати на виробництво сільськогосподарської продукції;
- дефіцит робочої сили, оскільки молодь віддає перевагу міському життю та іншим секторам економіки;
- необхідність підвищення продуктивності для задоволення зростаючого попиту на сільськогосподарські продукти.

Сільське господарство не лише забезпечує харчову безпеку, але і сприяє економічному розвитку країн. Інновації в агропромисловому комплексі (АПК) можуть призвести до створення нових робочих місць, збільшення виробництва та повернення інвестицій. Тому АПК залишається важливим сектором, який вимагає постійного розвитку та сучасних рішень. Використання інноваційних технологій, таких як автоматизація та IoT, має великий потенціал для вирішення проблем сільського господарства та забезпечення його сталого розвитку [3]. Відповідь на виклики сьогодення залежить від впровадження інновацій і використання сучасних технологій, що стануть ключовими факторами для забезпечення харчової безпеки та економічного зростання.

Метою роботи є розгляд ролі автоматизації та IoT в агропромисловому комплексі. Основні завдання статті включають: аналіз інноваційних технологій в галузі сільського господарства, зокрема автоматизації та IoT; визначення викликів та перешкод, з якими стикаються аграрні підприємства при впровадженні цих технологій; оцінка досягнень і позитивного впливу автоматизації та IoT на агропромисловий комплекс; надання рекомендацій для подальшого розвитку та інтеграції інновацій у сільське господарство.

Основні матеріали дослідження. Автоматизація в сільському господарстві передбачає використання різних систем і пристроїв для

автоматизації та оптимізації агропроцесів. Однією з ключових технологій є автоматизовані сільськогосподарські машини та роботи. Вони можуть виконувати такі завдання, як сівба, полив, внесення добрив, збір врожаю та обробка землі без прямого участі людини. Це сприяє збільшенню продуктивності та зниженню витрат на робочу силу.

Автоматизація також охоплює системи моніторингу, які вимірюють показники якості ґрунту, вологості, температури та інші важливі параметри. Отримані дані можуть бути використані для прийняття рішень щодо оптимізації виробництва [1].

Іншим варіантом застосування інноваційних технологій в АПК є впровадження Інтернету речей (Internet of Things або IoT). IoT відкриває нові можливості для сільського господарства. Його суть полягає в з'єднанні фізичних об'єктів (наприклад, сільськогосподарських машин, датчиків, апаратів) з Інтернетом. Розглянемо основні аспекти використання IoT в агропромисловому комплексі.

Спеціальні сільськогосподарські датчики можуть надсилати дані про показники ґрунту, погодні умови, врожай та стан рослин в реальному часі, які будуть використовуватися для подальшого моніторингу. Зібрані дані можуть бути аналізовані за допомогою розумних аналітичних систем, які надають інформацію для прийняття рішень, таких як оптимізація поливу або внесення добрив.

IoT може використовуватися для дистанційного керування сільськогосподарською технікою, забезпечуючи точність та ефективність процесів. Також застосування IoT дозволяє відстежувати вантажі та виробництво, що допомагає знижувати втрати та підвищувати якість.

Системи IoT в сільському господарстві можуть включати в себе такі компоненти [4]:

- сенсори вологості ґрунту, які розміщені в ґрунті та вимірюють рівень вологості в ґрунті в реальному часі;
- метеостанції, обладнані сенсорами для вимірювання погодних умов, які надають дані про температуру, опади, швидкість вітру та інші метеорологічні показники;
- системи збору та аналізу даних, які опрацьовуються в хмарному середовищі (cloud-based systems);
- системи автоматичного поливу, які можуть самостійно регулювати полив, включаючи кількість води, тривалість та час поливу.

Ці приклади показують, як IoT допомагає фермерам оптимізувати процес поливу, знижувати витрати води та підвищувати врожай. Використання сучасних технологій дозволяє фермерам досягти кращих результатів в сільському господарстві та стати більш стійкими до зовнішніх викликів, таких як зміни клімату.

Автоматизація та IoT можуть суттєво покращити продуктивність та якість сільськогосподарського виробництва. Вони спрощують процеси, зменшують витрати та знижують вплив на навколишнє середовище завдяки оптимізації використання ресурсів. Однак існують виклики, які необхідно враховувати. Однією з головних перешкод для аграрних підприємств є фінансові витрати на впровадження автоматизації та IoT [5-6]. Придбання сучасної техніки, датчиків, програмного забезпечення та навчання персоналу може вимагати значних інвестицій. Це особливо актуально для невеликих сільськогосподарських господарств та малих фермерів.

Додатково може бути проблемою нестабільність зв'язку, що є важливим аспектом для передачі даних в реальному часі. Низька доступність високошвидкісного Інтернету може обмежити можливості впровадження IoT-систем та моніторингу в сільських районах.

Також важливою перешкодою є необхідність навчання фермерів та працівників, щоб вони могли використовувати нові технології ефективно. Часто аграрні підприємства стикаються з проблемами кібербезпеки, оскільки дані, що збираються і обробляються в рамках цих технологій, мають важливе значення та можуть бути під загрозою кібератак.

Наведені виклики не тільки є перешкодами, але також стимулюють галузь шукати нові та інноваційні рішення, які можуть призвести до покращення якості сільського господарства і його стійкості в умовах сучасного світу.

Одним з найважливіших позитивних аспектів впровадження автоматизації та IoT є підвищення продуктивності сільського господарства. Автоматизовані сільськогосподарські машини та роботи можуть виконувати завдання, такі як сівба, полив, внесення добрив та збір врожаю, набагато ефективніше та швидше, ніж люди. Це призводить до збільшення врожаю та зниження втрат під час виробництва.

За допомогою систем моніторингу та IoT, фермери можуть в режимі реального часу відстежувати стан ґрунту, погодні умови та рослин. Це дозволяє їм приймати докладні та обґрунтовані рішення щодо виробництва та ресурсного управління, що також підвищує продуктивність.

Автоматизація та IoT допомагають знижувати витрати на сільському господарстві. Машини, які працюють безперервно, дозволяють ефективно використовувати паливо, добрива та інші ресурси. Оптимізація процесів діагностики та ремонту машин за допомогою IoT може знизити витрати на обслуговування.

Збільшена продуктивність та кращий контроль над процесами дозволяють оптимізувати використання ресурсів, зокрема води та добрив, що також призводить до зниження витрат. Використання автоматизації та IoT може покращити якість продукції сільського

господарства. Моніторинг параметрів якості ґрунту та рослин дозволяє аграріям вчасно вживати заходи для підвищення врожаю та покращення якості культур.

За допомогою систем IoT, фермери можуть відстежувати і контролювати весь процес виробництва, включаючи умови зберігання продукції. Це допомагає у запобіганні втратам та забезпеченні безпечності продукції.

Автоматизація та IoT допомагають зробити сільське господарство більш стійким до зовнішніх факторів, таких як зміни клімату. Можливість відстежувати та реагувати на погодні умови в реальному часі дозволяє аграріям приймати рішення щодо захисту врожаю від негоди та створювати більш стійкі агрокультури.

Для подальшого розвитку інновацій у сільському господарстві необхідно розширювати доступ фермерів до сучасних технологій. Це включає в себе підтримку фінансових програм та пільгових умов для придбання сільськогосподарської техніки та IoT-пристроїв. Також важливо створити навчальні програми та центри для навчання фермерів використанню цих технологій.

Для оптимального використання інновацій в сільському господарстві, необхідно створювати системи співпраці та обміну даними між сільськогосподарськими підприємствами, дослідницькими інститутами та виробниками технологій. Це допоможе забезпечити обмін цінною інформацією та знизити витрати на дублювання даних.

При інтеграції IoT та автоматизації важливо приділити належну увагу кібербезпеці та конфіденційності даних. Системи повинні бути надійно захищені від кібератак та несанкціонованого доступу. Регулювання та стандарти щодо кібербезпеки в сільському господарстві мають бути вивчені та впроваджені.

Для постійного розвитку інновацій в сільському господарстві потрібні дослідження та розробки. Важливо підтримувати фінансування досліджень та співпрацю між науковими установами та сільськогосподарськими підприємствами для створення нових технологічних рішень та вдосконалення існуючих.

При впровадженні інновацій необхідно враховувати екологічні аспекти. Автоматизація та IoT можуть допомогти зменшити вплив сільського господарства на навколишнє середовище, але важливо контролювати викиди та використання ресурсів.

Навчання та освіта фермерів та працівників сільського господарства щодо використання інноваційних технологій мають бути постійними та доступними. Навчальні програми та курси повинні бути розроблені та проведені з метою підвищення навичок та компетенцій у галузі використання автоматизації та IoT.

Загалом розвиток інновацій у сільському господарстві через автоматизацію та IoT має великий потенціал для підвищення продуктивності та стійкості галузі. Проте для досягнення цих цілей

необхідно ретельне планування, співпраця та врахування всіх аспектів, включаючи фінансові, екологічні та соціокультурні. Висунуті рекомендації є кроками до створення інноваційного та стійкого сільського господарства майбутнього.

Висновки. У результаті дослідження впливу автоматизації та Інтернету речей (IoT) на сільське господарство, отримано висновки щодо переваг і викликів цих інноваційних технологій:

- впровадження автоматизації та IoT призводить до підвищення продуктивності сільського господарства завдяки ефективному використанню ресурсів та вдосконаленню процесів виробництва;

- ці технології дозволяють знижувати витрати на виробництво, включаючи паливо, добрива та інші ресурси, а також обслуговування сільськогосподарської техніки.

- моніторинг та контроль в режимі реального часу допомагають покращити якість виробництва та забезпечити безпеку продукції, що важливо для споживачів та фермерів.

- використання інновацій допомагає зробити сільське господарство більш стійким до змін клімату та інших зовнішніх факторів.

- для подальшого розвитку інновацій у сільському господарстві важливо розширювати доступ до технологій, співпрацювати та обмінювати даними, забезпечувати кібербезпеку та конфіденційність даних, проводити дослідження та розробки, враховувати екологічні аспекти та забезпечувати навчання та освіту для фермерів та працівників сільського господарства.

У цілому, інноваційні технології автоматизації та IoT є важливими інструментами для трансформації сільського господарства та створення більш стійкої та продуктивної галузі. Правильне впровадження та розвиток цих технологій вимагають спільних зусиль фермерів, науковців, виробників та влади, і можуть стати ключовим чинником у вирішенні глобальних викликів у сфері продовольства та сільського розвитку.

Перспективи подальших досліджень в галузі застосування автоматизації та IoT в АПК можуть охоплювати наступні напрями:

- розширення застосування штучного інтелекту;
- інтеграція блокчейн-технологій для забезпечення безпеки та прозорості в сільському господарстві;

- розвиток мереж сенсорів та засобів IoT, спрямованих на вирішення специфічних завдань сільського господарства, таких як моніторинг врожаю, управління водними ресурсами та тваринництво;

- вивчення впливу інноваційних технологій на довкілля та розроблення практик, що сприяють сталому та екологічно чистому сільському господарству;

- розробка та використання автономних сільськогосподарських машин та дронів для автоматизації робіт на полі;

- дослідження впливу інновацій на міжнародну торгівлю сільськими продуктами та розвиток нових торговельних моделей;
- аналіз соціальних та економічних викликів, що виникають при впровадженні інновацій у сільському господарстві, включаючи питання зайнятості, регулювання та суспільний прийом цих технологій.

Ці напрями досліджень сприятимуть подальшому розвитку сільського господарства, покращенню ефективності та сталості виробництва та забезпечать необхідну адаптацію галузі до сучасних викликів і можливостей.

Список використаних джерел

1. Quy V.K., Hau N.V., Anh D.V., Quy N.M., Ban N.T., Lanza S., Randazzo G., Muzirafuti A. IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. *Applied Sciences*. Vol. 12. Iss. 7: 3396. DOI: 10.3390/app12073396
2. Sinche S., Raposo D., Armando N., Rodrigues A., Boavida F., Pereira, V., Silva, J.S. A Survey of IoT Management Protocols and Frameworks. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*. 2020. Vol. 22. Iss. 2. P. 1168–1190. DOI: 10.1109/COMST.2019.2943087
3. Elijah O., Rahman T.A., Orikumhi I., Leow C.Y., Hindia M.N. An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. *IEEE Internet of Things Journal*. 2018. Vol. 5. Iss. 5. P. 3758–3773. DOI: 10.1109/JIOT.2018.2844296
4. Li W., Logenthiran T., Phan V., Woo W.L. A Novel Smart Energy Theft System (SETS) for IoT-based Smart Home. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019. Vol. 6. Iss. 3. P. 5531–5539. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2903281
5. Shin D., Yun K., Kim J., Astillo P.V., Kim J.-N., You I. A Security Protocol for Route Optimization in DMM-Based Smart Home IoT Networks. *IEEE Access*. 2019. Vol. 7. P. 142531–142550. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2943929
6. An J.G., Le Gall F., Kim J., Yun J., Hwang J., Bauer M., Zhao M., Song J.S. Toward Global IoT-Enabled Smart Cities Interworking Using Adaptive Semantic Adapter. *IEEE Internet of Things Journal*. 2019. Vol. 6. Iss. 3. P. 5753–5765. DOI: 10.1109/JIOT.2019.2905275

УДК 631.3

ОГЛЯД РОЗКИДАЧІВ ДОБРИВ ТА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЯ

Голіков Р.А., здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. викл.,

Калнагуз О.М., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Мінеральні добрива грають важливу роль у сільському господарстві, оскільки вони забезпечують рослини необхідними мікроелементами і макроелементами для їх зростання та розвитку.

Основні матеріали дослідження. Значення мінеральних добрив в сільському господарстві включає наступне:

Постачання живильних речовин рослинам: Мінеральні добрива надають рослинам необхідні мінерали, такі як азот (N), фосфор (P), калій (K) та інші, що є ключовими для росту, цвітіння та плодоношення. Підвищення врожайності: Використання мінеральних добрив може значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур, забезпечуючи їх оптимальними умовами для росту. Корекція ґрунту: Мінеральні добрива можуть бути використані для корекції ґрунтових властивостей, таких як рН, що може покращити доступність мінералів для рослин. Запобігання дефіциту поживних речовин: Мінеральні добрива допомагають запобігти дефіциту конкретних мінералів у рослин, що може призвести до недостатньої врожайності та зниження якості продукції.

Економія часу та праці: Використання мінеральних добрив дозволяє точно контролювати подачу необхідних мінералів рослинам, що спрощує сільськогосподарську роботу. Збереження навколишнього середовища: Вірно дозоване та застосоване мінеральне добриво може допомогти уникнути перевищення викидів поживних речовин у навколишнє середовище.

Розкидачі мінеральних добрив - це пристрої, які використовуються для рівномірного розподілу мінеральних добрив (таких як азот, фосфор і калій) на сільськогосподарських полях під час земельного обробітку.

Ось деякі основні особливості розкидачів мінеральних добрив:

Для різних типів добрив: Розкидачі розроблені так, щоб можна було використовувати різні типи мінеральних добрив, включаючи гранульовані, кристалічні або порошкоподібні форми. Це дозволяє сільськогосподарським виробникам вибирати найбільш підходящий вид добрива для своїх потреб.

Регульована ширина розкидання: Багато розкидачів мають можливість регулювати ширину розкидання добрива. Це дозволяє

точно налаштувати робочий процес в залежності від розміру поля та інших факторів.

Регулювання кількості добрива: Важливо мати можливість регулювати кількість добрива, яке ви розкидаєте на полі. Багато розкидачів обладнані механізмами для налаштування витрат добрива на гектар.

Точність і рівномірність розподілу: Розкидачі прагнуть до того, щоб розподіл добрива був якнайбільш рівномірним, щоб уникнути недостачі або переозброєння добрива на польовій поверхні.

Зручне управління: Багато сучасних розкидачів обладнані системами автоматичного керування та GPS, які дозволяють точно керувати розподілом добрива та встановлювати оптимальні шляхи для розкидання на полі. Технології захисту довкілля: Деякі розкидачі мають вбудовані технології для зменшення викидів добрив у навколишнє середовище і підвищення стійкості до погодних умов.

Довговічність та обслуговування: Важливо вибирати якісний розкидач і забезпечувати його регулярне обслуговування для збереження працездатності.

При виборі розкидача мінеральних добрив важливо враховувати такі фактори:

1. Розмір і форма гранул добрива, які ви плануєте використовувати.
2. Розмір поля і тип ґрунту.
3. Бюджет і доступні фінансові ресурси.
4. Технічні можливості та обслуговування.
5. Вимоги до точності та рівномірності розподілу добрива.
6. Можливість автоматизації та використання GPS-технологій.

Один із найпопулярніших розкидачів мінеральних добрив!

Модель "Amazone ZAM-1200 (1500)" є розкидачем мінеральних добрив (рис. 1), виробленим компанією Amazone, відомою як виробник сільськогосподарської техніки та обладнання для земельного обробітку.



Рис. 1. Загальний вигляд машини



Рис. 2. Механізм для налаштування норми внесення добрив

Загальна інформація про цю модель: Модель Amazone ZAM-1200 може мати різні характеристики, включаючи ширину робочої граничної смуги, об'єм бункера для добрива, робочу швидкість, ширину розкидання і т. д. Цей розкидач використовується для розподілу мінеральних добрив на сільськогосподарських полях. Він може бути призначений для розкидання різних типів добрив, включаючи азотні, фосфорні та калійні добрива. Регулювання параметрів (рис 2): Зазвичай розкидачі Amazone обладнані механізмами регулювання, які дозволяють налаштовувати кут і дальність розкидання, ширину розподілу, кількість добрива і інші параметри для досягнення оптимального розподілу.

Додаткові особливості: В деяких моделях можуть бути включені додаткові особливості, такі як GPS-технологія для точного розкидання, системи автоматизації та інші технічні рішення для підвищення продуктивності та точності роботи.

Довговічність та обслуговування: Amazone відома своєю довговічністю та якістю обладнання. Важливо регулярно обслуговувати розкидач та дотримуватися рекомендацій виробника для забезпечення продуктивності та надійності.

Висновки. Загалом, розкидачі мінеральних добрив є важливими інструментами для сільськогосподарського виробництва, оскільки вони дозволяють досягати оптимального внесення добрив на поле, що сприяє збільшенню врожаю та зменшенню витрат.

Список використаних джерел

1. Павлюк І. Вибір та ефективна експлуатація розкидачів мінеральних добрив. Інформаційно-аналітичний журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/22972-vybir-ta-efektyvna-ekspluatatsiia-rozkydachiv-mineralnykh-dobryv.html>.
2. Сушина А. Експерт-тест: розкидачі мінеральних добрив. Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ua/ekspert-test-rozkydachi-mineralnyh-dobryv>.

УДК 631.31

ОГЛЯД КОМБІНОВАНИХ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Гречаний А.О., здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. викл.,

Калнагуз О.М., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Зараз працівники агропромислового комплексу України стикаються з рядом проблем які спричиняють як природні фактори так і економічні. Через тривалі та рясні дощі аграрії вимушені завершувати збір урожаю із запізненнями, що у свою чергу призводить до проблем підготовки полів до наступного сезону. Адже робота трактора з плугом має відносно невисоку продуктивність. Класична оранка чи глибоке розпушення ґрунту є процесами дуже енергоємними, що разом із високими цінами на паливо-мастильні матеріали спричиняє великі витрати на обробіток ґрунту.

Основні матеріали дослідження. Розвиток агропромислового комплексу не стоїть, тому постійно створюються альтернативи для вирішення тих чи інших проблем. Одним із таких напрямків є створення комбінованих дисколапових культиваторів для основного обробітку ґрунту в один прохід.

Дані агрегати є дуже ефективні в підготовці поля після збирання кукурудзи або соняшнику. Дисколапові культиватори здатні подрізати, подрібнити і перемішати з ґрунтом стерню для швидкої мінералізації (здатні руйнувати тверді стебла і кореневища) та розпушувати ґрунт лаповими робочими органами за один прохід. Інколи це навіть дозволяє не застосовувати передпосівний обробіток ґрунту.

Одним із прикладів даних сільськогосподарських машин є продукт компанії KUNN – комбінований дисколаповий агрегат KUNN PERFOMER SELECT. Дана машина під час роботи своїми дисками, які розміщені у два ряди подрібнює стерню та коріння. Після цього солома перемішується і загортається вигнутими лапами розміщеними у чотири ряди. Вирівнювання та ущільнення ґрунту здійснюється вирівнювальними дисками та котком. Завдяки такому підходу зберігається утримувальна здатність ґрунту, а його родючість підвищується завдяки органічним решткам які залишатимуться на поверхні. Дана машина є багатофункціональною, адже здатна самостійно застосовувати різні знаряддя або комбінувати їх у різні способи. Диски можна застосовувати для луцення стерні на глибину до 10 см. Також ці диски можуть втягуватися для застосування самих лап. Різні типи долота роблять можливим виконання різних завдань: поверхнєве луцення стерні, глибокий обробіток стерні, глибоке розпушення.

Компанія VADERSTADT виготовляє багатофункціональний культиватор TopDown. Цей агрегат являє собою лаповий культиватор із дисками, що має чотири робочі зони. Диски подрібнюють органічну масу і перемішують її у верхньому шарі ґрунту. Лапи розпушують ґрунт і перемішують в ньому пожнивні рештки на глибину до 30 см. В кінці вирівнювальні диски вирівнюють, а коток прикочує поверхню. Після роботи цієї машини створюється хороше насінневе ложе яке також має дрібногрудкувату структуру. До позитивних сторін також можна віднести і збереження ґрунтової вологи, мінімальну кількість проходів та оптимальний ступінь ущільнення ґрунту. Глибину обробки можна регулювати з кабіни трактора під час його руху, що дає змогу безпосередньо під час роботи підлаштовуватися під ґрунтові умови.

Німецький виробник HORSCH також не лишається осторонь і пропонує свій диско-лаповий агрегат TIGER MT HORSCH. Це знаряддя є дворядною дисковою бороною з двома рядами лап глибокорозпушувача оснащених потужним долотом та пластиною, що відводить ґрунт у бік для зменшення зусилля трактора. В кінці розміщені вирівнювальні диски і колісний коток. Для захисту лап від пошкоджень на агрегаті наявний захисний гідравлічний блок. Під час наїзду на перешкоду дана система дозволяє лапі вийти з ґрунту. Ще одним сучасним рішенням є можливість розвороту машини на котку для запобігання перевантажень рами і травмування ґрунту. Даний агрегат має модифікацію з бункером для добрив. Бункер оснащений системою тукопроводів підведених до стійок культиватора. Ця модифікація розширяє можливості агрегату, бо дозволяє локально вносити добрива через лапи одночасно з обробкою ґрунту.

Ще одним сучасним рішенням є компактори. Розглянути даний тип сільськогосподарських машин можна на прикладі українського виробника із Вінницької області “Агрокалина”. Дані агрегати є багатофункціональними і здатні виконати за один прохід до семи операцій. Спочатку під час роботи передня планка вирівнює нерівності ріллі. Потім за допомогою переднього планчатого котка подрібнюються грудки. Стрілчасті лапи підрізають ґрунт, що сприяє кращому прогріванню ґрунту і збагаченню його киснем. Далі грудки остаточно подрібнюються після роботи задніх котків. В деяких випадках котки можна застосовувати в комбінаціях з додатковим обладнанням. Після роботи даного агрегату по зраному полю утворюється чисте, готове до сівби поле із вирівняним дрібногрудочкуватим шаром ґрунту. Результатом чого є дружня поява сходів сільськогосподарських культур. Чим більше робиться проходів – тим більше висихає та ущільнюється ґрунт. Оскільки завдання передпосівного обробітку зберегти якомога більше вологи, тому всі операції за допомогою компакторів робляться за один прохід.

Агрегати іноземного виробника BEDNAR мають систему копіювання поверхні. Це дозволяє рівномірно обробляти ґрунт.

Досягається це тим, що окремі секції кріпляться незалежно одна від одної на рамах за допомогою масивних і копіювальних тяг. BEDNAR SWIFTER SE – це широкозахватний агрегат який забезпечує виконання мінімальної кількості проходів завдяки ширині захвату 8 – 12 метрів. Для зручності та безпеки транспортування під час переведення у транспортне положення бокові рами складаються вперед до дишла з кабіни трактора до розмірів, що складають три метри . Економія часу може досягатися ще завдяки одній модифікації – це можливість робити плавний розворот на краю поля без повного виміляння робочих органів, але виробники рекомендують робити розворот із трохи виміленими секціями та великим радіусом розвороту. Модель SWIFTER SO PROFI має підпружинені бокові рами. Завдяки цьому працювати з даним агрегатом можна зі швидкістю до 15 км/год. Дана модифікація поглинає всі коливання які передаються від центральної рами на бокові під час роботи, що забезпечує і значно вищий ресурс сільськогосподарської машини.

Висновки. Комбіновані ґрунтообробні агрегати – це сучасне вирішення проблеми економії палива та часу, яке дозволяє провести одночасно швидко і якісну передпосівну обробку поля. При цьому зберігаються усі корисні властивості ґрунту.

Список використаних джерел

1. Коваленко І. Дисколапові комбінації. Інформаційно-аналітичний журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2023. – URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/26148-diskolapovi-kombinatsiji.html>.

2. Наріз В. Компактори та важкі ґрунти. Інформаційно-аналітичний журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/27544-kompactory-ta-vazhki-grunty.html>.

УДК. 631.3

ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Рева Р.П., здобувач СВО «Магістр»,

Харченко Ф.М., к.т.н., доц.,

Калнагуз О.М., викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Збирання сільськогосподарської продукції є завершальним етапом вирощування зернових культур. Культуру збирають у фазі повної стиглості та за відповідної вологості.

Основні матеріали дослідження. Для сільськогосподарських підприємств кінцевим і найбільш відповідальним технологічним моментом вирощування рослинницької продукції є збирання врожаю. Щороку в лісостеповій зоні під зернові, зернобобові, круп'яні, кукурудзу і соняшник відводиться близько 60% усіх посівних площ. Для збирання їх в оптимальні строки необхідно мати відповідний парк сучасної зернозбиральної техніки. Кращими на збиранні є зернозбиральні комбайни, у яких молотильна установка (барабан) розміщена паралельно ходу збирального агрегату, а не уперек, як у старих схемах. Широкий спектр робіт, які може виконувати сучасний комбайн, досягається за рахунок можливості агрегування його з різними спеціальними приставками та пристроями, які дають можливість пристосовувати технологічний процес скошування і обмолоту до специфічних вимог при збиранні кожної з цих культур [1].

Збирання врожаю пшениці озимої необхідно розпочинати в фазі повної стиглості зерна при вологості не більш як 17 %. Оптимізація строків збирання в поєднанні з інтенсивним та якісним його проведенням є запорукою зменшення втрат урожаю. Збирання озимих зернових культур можна проводити двома способами: однофазовим (пряме комбайнування) та двофазовим (роздільне збирання). Кращим способом збирання пшениці озимої, який є найбільш поширеним у виробництві, слід вважати пряме комбайнування. Під пряме комбайнування відводять, в першу чергу, чисті поля з рівномірно дозрілими хлібами, відносно невисоким і стійким до вилягання стеблостоем. До збирання цим способом слід приступати з настанням повної (95 %) стиглості зерна, коли його вологість не перевищує 16–17 % [2].

Під пряме комбайнування відводять перш за все чисті поля з рівномірно дозрілими хлібами, відносно невисоким і стійким до вилягання стеблостоем. Головним фактором збереження врожаю зерна є зниження втрат при його збиранні. Оптимальна висота зрізу рослин колосових культур при збиранні залежить від багатьох факторів, зокрема від довжини стебел та їх кількості на одиниці площі. Таким

чином, головною вимогою у проведенні якісного збирання врожаю є оптимізація технологічного процесу з урахуванням біологічних і морфологічних особливостей озимих зернових колосових культур, сортів, рівня урожайності, швидкості та рівномірності досягання зерна, фізико-механічних властивостей збиральної маси [3].

Під час збирання зерна озимих культур враховують їхні сортові особливості. Тверду пшеницю можна збирати пізніше, оскільки вона стійкіша до осипання. Надзвичайно важливе значення під час збирання зерна і всіх культур має режим роботи комбайна. Регулюванню підлягають: швидкість руху машини, висота зрізування стебел, зазори різального апарата, положення стебловідводу і мотовила, число обертів барабана молотарки, зазори між білами барабана і підбарабанням (декою). Для кращої роботи комбайни обладнують різними пристроями-жatkami (наприклад, бобовими), стебlopідіймачами (ліфтерами), розподільниками хлібної маси [4].

Оптимальні терміни збирання пшениці становлять всього-навсього 10 днів. Впродовж ще декількох днів зерно ще можна збирати більш-менш нормально, а після того воно починає осипатися і втрати можуть сягати до 2 ц/га за день [5].

Висновки. Проаналізувавши технологічні схеми збирання зернових культур в господарствах можна зробити наступні висновки: для збереження якісного зерна необхідно збиральну компанію виконувати в оптимальні строки (затримка на декілька днів такої «компанії» призведе до втрат врожаю до 2%); несприятливі погодні умови можуть цей показник збільшити до 10%; неправильно налагоджена зернозбиральна техніка може призвести ще до втрат майже 4% зерна.

Список використаних джерел

1. Артёмов М. П. Технологічні системи збирання зернових культур [Електронний ресурс] / М. П. Артёмов. 2021. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/2536/1/materialy-MNPK_SIAHV_2021-256-257.pdf.
2. Гадзало Я. М. Наукова оптимізація збирання зерна та сівби озимих культур у 2020 році [Електронний ресурс]. Дніпро ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2020. URL: https://market.institut-zerna.com/documents/recomendatsii_zbir_2020.pdf.
3. Ярошенко С. Раціональні способи збирання озимих зернових культур. [Електронний ресурс] / С. Ярошенко, А. Черенков, М. Солодушко // Журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2017. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/8913-ratsionalni-sposoby-zbyrannia-ozymykh-zernovykh-kultur.html>.
4. Кирпа М. Збирання і збереження врожаю зерна [Електронний ресурс]/ Головний журнал з питань Агробізнесу "Пропозиція". 2013.

URL: <https://propozitsiya.com/ua/zbirannya-i-zberezhennya-vrozhayu-zerna>.

5. Як прискорити збирання врожаю на 25%. [Електронний ресурс] // Журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/27204-yak-priskoriti-zbirannya-vrozhayu-na-25protsen.html>.

УДК 631

АНАЛІЗ РІВНЯ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОВ'ЯЗАНОГО З ЛОГІСТИКОЮ

Килосов О.А. здобувач СВО,

Таценко О.В., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Використання обґрунтованої логістики дозволить спростити багато процесів в сільському господарстві, а саме: вирощування, транспортування та відповідно зберігання продукції. Саме використання даного інструменту в логістиці дасть можливість бути конкурентоспроможним на ринку та отримати високі фінансові результати підприємству.

Основні матеріали дослідження. Транспортно-логістична діяльність сільськогосподарських підприємств забезпечує динамізм матеріалопотоків у процесі виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Важливість транспортної складової у виробничомаркетинговій діяльності сільськогосподарських підприємств переоцінити неможливо, оскільки виробництво будь-якої продукції потребує переміщення вантажів у просторі, при цьому транспортні витрати в структурі собівартості можуть сягати 30 % [1].

Проаналізовано стан використання транспортних засобів з точки зору логістизації аграрного виробництва, а також відзначено резерви та можливості покращення показників використання транспорту з урахуванням специфіки сільського господарства [2].

В даній статті [3] проведено дослідження стану транспортної інфраструктури сільськогосподарського призначення та аналіз чинників, гальмуючих процес розвитку транспортно-логістичних систем в сільськогосподарських підприємствах України.

Велику роль при доставці зерна відіграють склади, елеватори, місця укрупнення і т.д. Технологічний процес на складах (елеваторах), основу якого складають раціональна побудова, чітке та послідовне виконання всіх операцій, постійне вдосконалення організації праці та технологічних рішень, має відповідати оптимальним параметрам за

швидкістю процесу, забезпечувати збереження вантажів, економічність витрат і високий рівень логістичного сервісу. [4]

Агрологістика охоплює діяльність підприємств, спрямовану на координацію наскрізних ресурсних потоків у сільському господарстві з метою мінімізації сукупних витрат. Вона є невід'ємною частиною з забезпечення безперервної роботи ринків сільськогосподарських культур. Основні проблеми агрологістики виявляються в недостатньому фінансуванні, що вимагає вирішення задачі – оптимальні пропорції співвідношення вкладення/ризик. Не зважаючи на суттєве збільшення потужностей для зберігання, в Україні спостерігається їх нестача. Для багатьох трейдерів, сільськогосподарських товаровиробників і переробних підприємств основним завданням є створення власної мережі сховищ та елеваторів, що потребує планування інфраструктурного розміщення і розрахунку майбутніх обсягів зберігання. У зв'язку з цим ефективною є агрологістика великих компаній та агрохолдингів, здатних забезпечити відповідний рівень інвестицій в потужності для зберігання та транспортування виготовленої продукції. [5].

Досліджено, що сам по собі економічний аналіз означає комплексне вивчення функціонування підприємства з метою об'єктивної оцінки досягнутих фінансово-господарських результатів та виявлення шляхів підвищення рентабельності підприємства. А отже, головне завдання функціонально-вартісного аналізу полягає в тому, щоб із використанням системно організованого апарату, спеціальних засобів, правил і процедур знайти резерви зниження витрат на виробництво та експлуатацію продукції через дослідження певних функцій як об'єкта аналізу загалом, так і його складових [6].

Висновки. Отже, існує проблема, що логістичному підходу не надається достатнього значення в практичній діяльності українських підприємств. Тому особливої актуальності набуває проблема пошуку шляхів розвитку логістики в потенційно конкурентоспроможних підприємств.

Список використаних джерел.

1. Герелиця Р.О. Особливості транспортної логістики підприємств АПК. Формування стратегії розвитку регіонального АПК: матеріали 4-ої міжфакультетської наук.-практ. конф. молодих вчених, 30 травня 2008р. Житомир, 2008. С. 187–189.

2. Гуторов О.І., Прозорова Н.В. Транспортна логістика в сільськогосподарських підприємствах. Формування ринкової економіки: Спец. вип. у 2 ч. Організаційно-правові форми агропромислових формувань: стан, перспективи та вплив на розвиток сільських територій. К.: КНЕУ, 2011. Ч. 1. С. 139–147.

3. Проценко Н.М. Транспортна логістика у сільськогосподарських підприємствах: стан, проблеми. 20013. № 6. С. 146
4. Нефьодов В.М. Методика формування ресурсозберігаючої технології доставки вантажів транспортно-логістичним центром / В.М. Нефьодов, О.В. Павленко, О.П. Калініченко // Комунальне господарство міст. 2018. 142. С. 96–102.
5. Потапова Н.А. Перспективи розвитку агрологістики на ринках сільськогосподарських культур. Економіка. Фінанси. Менеджмент. 2017. № 1. С. 28–36.
6. Качуровський С.В. Функціонально-вартісний аналіз логістики складування підприємств АПК. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2013. № 776. С. 128–133.

УДК. 631.3

МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

Пасько Р.М., здобувач СВО «Магістр»,
Харченко Ф.М., к.т.н., доц.,
Калнагуз О.М., викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Внесення органічних добрив – найкращий спосіб збагачення ґрунту органікою, яка перетворюється на гумус і значно підвищує родючість ґрунту.

Основні матеріали дослідження. Серед інших пристроїв є машини для внесення органічних добрив. Умови їх роботи та функції відрізняються. Агрегат ПРТ-7А в агрегаті з трактором класу 1,4 т.с., показав високу ефективність при внесенні твердих органічних добрив. і керується з кабіни трактора. Завдяки своїй стабільності та плавній роботі цей пристрій особливо ефективний на надмірно вологому ґрунті. Серед інших переваг техніки – можливість розкидання добрив на широку ширину (від 5 до 8 м) і хороша вантажопідйомність техніки (до 7,3 т). Це дозволяє обробляти великі площі поля одним способом. На ринку представлені апарати для внесення твердих органічних добрив серії МТУ (МТУ-13, МТУ-15, МТУ-18, МТУ-20 і остання установка - МТУ-24). Усі вони використовуються для суцільного поверхневого внесення добрив. Модель серії МТУ - МТУ-24 відрізняється додатковими перевагами від попередників: високою продуктивністю та великою вантажопідйомністю - до 24,0 тонн; великою робочою шириною внесення добрив - до 12 метрів [1].

Внесення органічних добрив наразі актуально лише для отримання якісних екологічно чистих засобів. Практика показує, що зниження виробничих витрат від використання органічних добрив або незначне, або взагалі відсутнє, оскільки в Україні екологічна продукція ще не користується загальним попитом через низьку можливість купівельної спроможності споживачів. Цей напрямок «стартує» з відходом України від зовнішніх ринків, де продукція органічного сільського господарства користується попитом і набуває популярності серед населення. Розглянемо економічні та технічні аспекти використання добрив МТА в українському виробництві [2].

Для внесення твердих органічних добрив набули поширення мобільні корпусні розкидачі. Їх випускають Kirchner, Bergmann, Pöttinger, Kemper, Gruber, Meyer, HAVCO, Tebbe, Unia, Strautmann та ін. В Україні такі апарати виробляють Ковельсільмаш, Білоцерківсільмаш та Уманьферммаш.

Інтенсифікаційні прийоми вирощування сільськогосподарських культур передбачають широке застосування мінеральних добрив, які дозволяють підвищити врожайність і поліпшити товарність рослинної продукції. Добрива також можуть підвищити стійкість рослин до хвороб, краще використовувати воду тощо. Але внаслідок широкого використання мінеральних добрив у сільськогосподарській продукції накопичуються такі шкідливі елементи, як нітрати, що негативно впливає на здорове функціонування організму людини. Збільшення хімічного навантаження, спричинене інтенсифікацією сільського господарства, також руйнує екологічний баланс агроландшафтів і впливає на якість продукції рослинництва. Одним з найдоступніших органічних добрив є гній. При його розкладанні збільшується вміст гумусу в ґрунті, утворюючи мінеральні речовини, необхідні для нормального розвитку рослин. Інкрустація гною в ґрунті сприяє розвитку ґрунтових бактерій і мікроорганізмів, які допомагають зробити поживні речовини доступними для коренів рослин. Добрива необхідно вносити безпосередньо перед оранкою з допустимим відхиленням від строків внесення не більше 1 доби [3].

Як відомо, гній — важливе джерело азоту, фосфору і калію як за абсолютною їхньою кількістю у ньому, так і за вартістю, рівномірністю розподілення територією сільськогосподарського використання. Поживні речовини гною використовуються рослинами поступово, тобто його удобрювальна дія має тривалий перебіг: на легких ґрунтах — протягом чотирьох-п'яти, на важких — семи-десяти років. Техніку для удобрення ґрунту, внесення добрив класифікують залежно від типу органічних добрив на: розкидачі твердих органічних речовин (компост, гній) та агрегати для внесення у ґрунт рідких органічних субстанцій. Своєю чергою, розкидачі твердої органіки бувають самохідні та причіпні, а також, якщо класифікувати їх за принципом вивантаження добрив, — розкидачі із заднім та боковим вивантаженням. Причепи-

розкидачі використовують для розподілення органічних добрив, таких як гній коров'ячий із вмістом підстилкової соломи, пташиний послід, компост тощо, поверхнею ґрунту [4].

Проведення аналізу ґрунту не тільки допомагає зрозуміти, які добрива і в якій кількості потрібно вносити, але й заощадити кошти на витрати на добрива в майбутньому. Адже поля не є на 100% однорідними, аде які ділянки мають низьку потребу в поживних речовинах. Аналіз ґрунту проводять спеціалізовані підрядники. Спеціалізовані підрядники беруть зразки ґрунту за допомогою спеціальних пробовідбірників, які потім групують і відправляють до лабораторії. Потім надаються результати аналізу і, в принципі, основні рекомендації що до того, що робити далі. Такі аналізи непотрібно проводити частіше, ніж раз на чотири-п'ять років [5].

Висновки. Внесення органічних добрив має велике значення для забезпечення рослин елементами живлення, підвищення родючості ґрунту, підвищення врожайності та покращення якості продукції рослинництва.

Список використаних джерел

1. Момот С. О. Машини для внесення органічних добрив – очікувані модернізації сільгосптехніки [Електронний ресурс] / С. О. Момот, А. П. Горбаньов // БДТУ. 2015. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/20831/1/2015-72.pdf>.

2. Рубець А. Техніка для внесення рідких органічних добрив, що допоможе зекономити при до-гляді за посіва-ми. [Електронний ресурс] / А. Рубець, В. Демещук // Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yak-zekonomiti-na-vnesenni-dobriv-ta-doglyadi-za-posivami>.

3. Думич В. Мобільна техніка для внесення органіки [Електронний ресурс] / В. Думич, О. Куліш // Інформаційно-аналітичний журнал «Агробізнес Сьогодні». Механізація АПК. 2018. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/9138-mobilna-tekhnikadlia-vnesennia-orhaniky.html>.

4. Розкидати гній – отримати високий урожай [Електронний ресурс] // Пропозиція – Головний журнал з питань агробізнесу. 2015. URL: <https://propozitsiya.com/ua/rozkidati-gniy-otrimati-visokiy-urozhay>.

5. Норми внесення органічних добрив [Електронний ресурс] // ТОВ \"АГ-БАГ-Україна\". 2022. URL: <https://ag-bag.ua/advice/normy-vnesenija-organicheskikh-udobrenij>.

6. Бартош С.Г. Технічне забезпечення внесення твердих органічних добрив / С.Г. Бартош, О.М. Калнагуз, В.О. Кудря // Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (15-19 квітня 2013 р.). Суми, 2013. Вип. 3, Т. 3. С. 21–25.

УДК 664.641.612.3

ВИКОРИСТАННЯ ІМЕРЕТИНСЬКОГО ШАФРАНУ У ТЕХНОЛОГІЇ ТІСТА ДЛЯ ВАРЕНИКІВ

Маренкова Т.І., ст викл.,

Середа О.Г., ст викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. На сьогодні в умовах конкуренції стає актуальним питання щодо пошуку розширення асортименту і поєднання стародавніх етнічних рецептур у сучасних розробках нових кулінарних страв і виробів.

Ще древні греки та мешканці східних країн відкрили дивовижні властивості деяких квітів і додавали їх до різноманітних страв, як повноцінну складову рецептурних компонентів. Використання їстівних квітів є популярним у багатьох європейських кухнях сьогодення. Їстівними квітами прикрашають страви, додають у свіжому вигляді до салатів і холодних закусок, а іноді використовують для фарширування. Із їх використанням готують м'ясні та рибні страви, виготовляють десерти та вироби із тіста. Окрім естетичної насолоди, їстівні квіти надають стравам пікантного смаку, особистої родзинки, а також слугують додатковим джерелом вітамінів, мінеральних речовин, фітонутрієнтів, антоціантів та інших корисних речовин серед яких найбільш важливими є каротиноїди та флавоноїди [1,2].

Зростаюча потреба в нових продуктах харчування, що володіють високою споживчою якістю та харчовою цінністю викликає зацікавленість до їстівних квітів. Їстівні квіти володіють властивостями протизапального, противірусного, протипухлинного, антибактеріального, антиоксидантного спектру дій.

Широко розповсюдженими на території України є чернобривці, які мають назву *Tagetes* або оксамитець. Квіти цієї рослини яскраві, сонячні, мають барвистість від світло жовтого до помаранчево-коричневого кольору, з темно-винним відтінком. Перш за все, ці квіти надають спогади про затишок рідної хати українського села.

Чернобривці родом із Латинської Америки, їх батьківщиною вважається Мексика. Рослина використовується в традиційній кухні цієї країни для приготування напою під назвою балче, а також використовується як приправа [3,4].

Завдяки лікувальним особливостям *Tagetes* широко використовується у медицині. Рослина славиться своїми лікувальними ефірними маслами, компонентами якого є оцимен (50 %), цитраль, ліналоол, апінен, сабінен, D-пінен, мірцен, лімонен, n-цимол, D-терпінен. До складу пелюсток квітів входять калій, кальцій, фосфорні

сполуки, мідь, магній, марганець, селен, залізо, цинк, незначний відсоток золота, вітаміни С, А, Е, Р, фолієва кислота.

Імеретинський шафран- це п'яноші, що отримують з висушених пелюсток черноривців. Імеретинський шафран використовують в країнах Латинської Америки, Аргентині, Чілі, Європі, Грузії. Саме назву «імеретинський шафран» приправа отримала від назви місцевості Імереті, що знаходиться у Західній Грузії.

Імеретинський шафран найбільш частіше додають до рисових страв, супів, тушкованих страв. Він має дивовижне поєднання з стравами, до складу яких входять волоські горіхи. Імеретинський шафран має потужний, яскраво виражений квітковий аромат з фруктовими нотками, що надає стравам дивовижної незабутньої пікантності і насиченого медово-гіркуватого смаку. Забарвлення квітів черноривців обумовлено кількістю антоціана, який зростає тим більше, чим квітка червоніша, а відповідно тим значніше більш насичений смак і аромат. Ефірні олії, що входять до складу імеретинського шафрану, мають вміст у надземній частині квітучої рослини від 0,33 до 0,55%, фази бутонізації до 0,30%. За кольором імеретинський шафран нагадує куркуму і шафран.

Нова інформація про склад і харчову цінність їстівних квітів є достатньою підставою для їх споживання, а також підштовхує та стимулює відродження етнічних звичаїв стародавніх часів, коли їстівні квіти грали вагомий роль у харчуванні людини.

Основні матеріали дослідження. Мета роботи – обґрунтування доцільності використання імеретинського шафрану для розширення асортименту та збагачення харчової цінності тіста для вареників. Для виготовлення тіста для вареників дослідні зразки готували за традиційною технологією. Стравою-аналогом слугували вареники з картопляним фаршем зі шкварками № 1.437 по збірнику рецептур національних страв. Прісне тісто для вареників виготовляли за рецептурою № 1.432 із 100% борошна пшеничного вищого сорту (контрольний зразок). Рецептуру фаршу картопляного із шкварками готували згідно рецептури, не вносячи зміни у всіх зразках.

В подальших дослідженнях імеретинський шафран у вигляді порошку вносили при замісі тіста для вареників разом із борошном пшеничним. Попередньо готували однорідну суміш борошна і імеретинського шафрану. Введення імеретинського шафрану до складу тіста для вареників призводило до зміни органолептичних показників тіста вареників у зразку № 1, № 2, № 3.

При введенні в рецептурну суміш тіста 0,7% імеретинського шафрану від маси борошна (зразок № 1) колір тіста незначно змінювався, набуваючи ледь жовтуватого відтінку в порівнянні з контрольним зразком, структура тіста не змінювалася. Після теплової обробки зразок №1 був без сторонніх присмаків з ледь виявленим

ароматом приправи імеретинського шафрану, фарш соковитий, в міру солоний, тістова оболонка без розриву і непровареного тіста.

При введенні в рецептурну суміш тіста 1% імеретинського шафрану від маси борошна (зразок № 2) колір тіста набував жовтого відтінку в порівнянні з контрольним зразком. Після теплової обробки вареники зберегли форму напівкола, краї вареників були добре заліплені, фарш не виступав, поверхня суха, вареники не злиплися. Консистенція тіста вареників була щільна, відчувався приємний аромат квітів з ледь приємним медово-гіркуватим присмаком приправи, тістова оболонка без розриву і непровареного тіста. Структура тіста не змінювалася. Фарш вареників був соковитим в міру солоним.

При введенні в рецептурну суміш тіста 1,5% імеретинського шафрану від маси борошна (зразок № 3) колір тіста набував жовтого відтінку в порівнянні з контрольним зразком. Консистенція тіста вареників була щільна, тістова оболонка без розриву і непровареного тіста. Структура тіста не змінювалася. Фарш вареників був соковитим в міру солоним. Вареники мали більш потужний, яскравий аромат квітів; смак насичений, гіркуватий.

За результатами дослідів будуємо профілограму вареників за органолептичними показниками (рис.1).

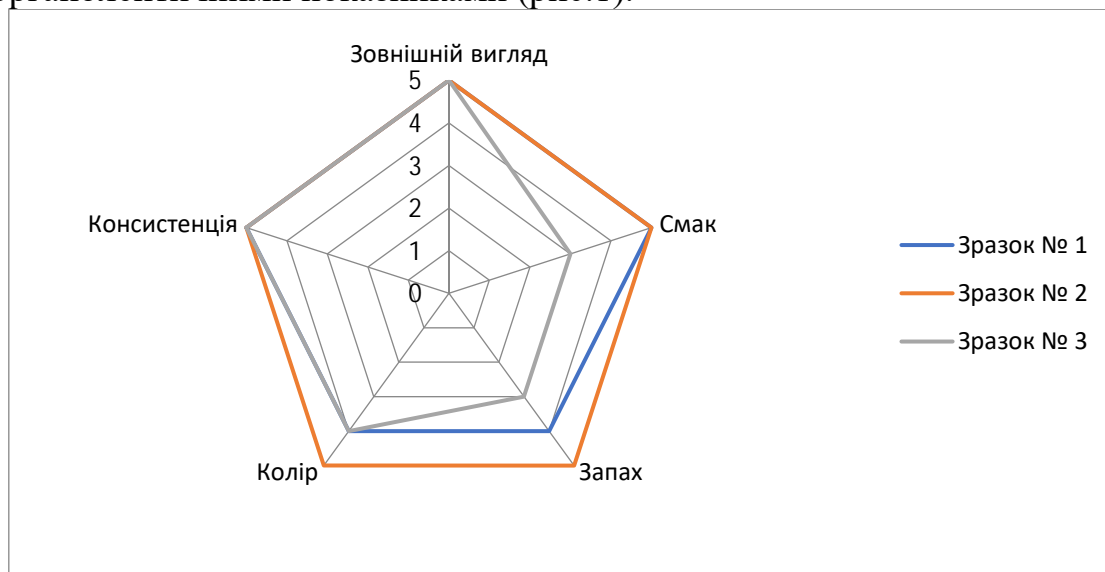


Рис. 1. Профілограма вареників з використанням імеретинського шафрану за органолептичними показниками

Таким чином при використанні імеретинського шафрану до маси борошна пшеничного вищого сорту у рецептурі тіста для вареників слід вважати раціональним внесення приправи у дозуванні 1%. При цьому вареники мають приємного зовнішнього вигляду, пікантного смаку. Використання у складі тіста вареників імеретинського шафрану розширює асортимент тіста для вареників, сприяє підвищенню біологічної та харчової цінності страви з новими властивостями.

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що важливу роль у впровадженні здорового харчування серед населення, відіграє

розробка нової продукції, до складу якої включені продукти рослинного походження з лікувальними або профілактичними властивостями. Тому використання імеретинського шафрану, як джерела біологічно-активних речовин, у виробництві кулінарної продукції є актуальним і своєчасним напрямком.

Список використаних джерел

1. Ткаченко Н. А., Некрасов П. О., Вікуль С. І., Гончарук Я. А. Оптимізація параметрів екстрагування біологічно-активних речовин квітів *Tagetes Patula*. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького*. 2016. Том 18, № 1 (65), С 122–132.
2. Івашина Л.Л., Бишовець Л.Г. Інновації в технології приготування борщу «Холодноярського». *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2021, № 1-2(3-4), С 51–58.
3. Спеція/приправа шафран (імеретинський шафран). URL: <https://prom.ua/ua/p1298756591-spetsiyapriprava-zafaranimeretinskij.html> (дата звернення 22.10.2023 р.)
4. Імеретинський шафран. URL: <https://spiceryshop.com.ua/content/imeretinskii-shafran> (дата звернення 22.10.2023 р.)

UDC

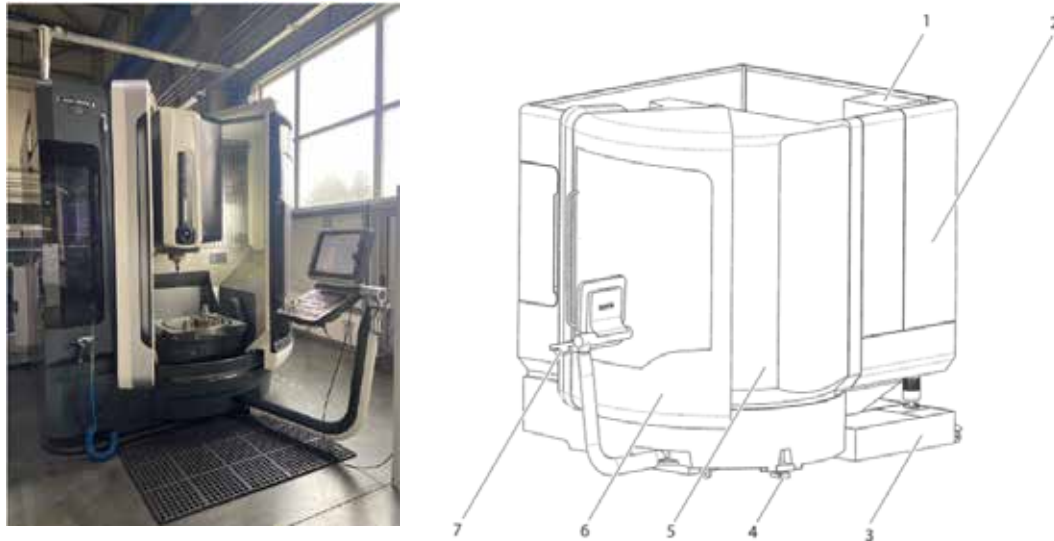
IDENTIFICATION OF HAZARDS AND RISK MANAGEMENT IN MILLING CENTER OPERATIONS

Miroslav Žitňák¹, PhD., prof. Ing.,
Maroš Korenko¹, PhD., prof. Ing.,
Taras Shchur², PhD., Assoc. Prof.,
Luboš Kazán¹

¹*Slovak university of agriculture in Nitra, Slovakia.*

²*Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.*

Risk management is an ongoing process that pertains to employees in all sectors and at all levels. For the organization itself, it represents one of the key activities, the primary aim of which is to ensure the safety of its employees. Machines are designed and constructed with consideration for compliance with legal standards regarding the maximum allowable noise levels in the workplace.



1 - Heat exchanger, 2 - Liquid supply, 3 - Waste tank for capturing debris, 4 - Installation components, 5 - Cabin, 6 - Safety doors, 7 - Control panel

Fig. 1. Milling center DMG MORI 75 and its main components

The milling center DMG MORI 75 has been developed and manufactured in compliance with current safety and technical regulations, standards, as well as in accordance with the requirements and specifications outlined in the Directive 2006/42/EC on machinery. This machine is operationally safe; however, there are situations in which health and life could be at risk.

The employer has a legal obligation to regularly inspect the safety conditions in the workplace and, in case of identifying deficiencies, ensure their immediate rectification. In our work, we have adhered to this obligation, as one of the measures was precisely the implementation of regular inspection activities in accordance with Section 9, Control Activity, of the Law 124/2006 Z. z. [1]

In the course of working with this equipment, there are fundamental hazards that can affect the operator. These hazards include the risk of injury from sharp and moving machine parts, the potential for electric shock, the possibility of improper handling of compressed air, and inadequate lighting in the work environment.

In our risk assessment, we addressed these hazards. Specifically, we identified the risk of injury from moving machine parts, which we evaluated in the context of equipment adjustment. Inadequate lighting was considered a factor that increases visual strain and the likelihood of errors in operations. The use of compressed air for cleaning the workspace was prohibited, and we also clearly marked areas with electrical voltage and restricted access to those areas. [2]

When using the FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) method on a manual lathe, the VCD intern identified that the most significant risk in the work process is inadequate maintenance of the machine and its structural

components. We fully agree with this statement because in our assessment, we have also concluded that a significant number of hazards can be mitigated through timely and proper maintenance conducted at regular intervals. [3]

The significant risk associated with the sudden start of the machine when there is a person in the workspace performing maintenance or replacing machine parts is indeed a genuine concern. We also identified this risk in our assessment and categorized it as a high-risk factor. Therefore, it is crucial for us to pay close attention to the inspection of the machine's safety features and ensure that the emergency stop button is properly activated when entering the workspace. [4]

Among the most commonly used types of protective devices are protective covers, locking devices, safety mechanisms, and shut-off devices. All of these devices were present on our assessed machines, and, therefore, we placed special emphasis on their regular inspection at intervals to ensure a safe working environment. [5].

References

1. ŽITŇÁK, Miroslav. 2020. Operation and Safety of Technical Devices. 3rd revised edition. Nitra: Slovak University of Agriculture. 159s. ISBN 978-80-552-2263-9

2. BUJNA, Marián; ČIČO, Peter; KOTUS, Martin. 2018. Risk Management in Manufacturing Technologies. Nitra: Slovak University of Agriculture in Nitra. 150s. ISBN 978-80-552-1872-4.

3. MARQUIS, Hank. 2009. How to Roll the Deming Wheel. In DITY Weekly Newsletter. (Online), vol. 5, no. 28. Dostupné na: <http://itsmsolutions.com/wp-content/uploads/2013/01/DITYvol5iss28.pdf> [cit. 2023-09-05].

4. ISLAM, Shareeful; DONG, Wei. 2008. Human factors in software security risk management. In. Proceedings of the first international workshop on Leadership and management in software architecture. (Online). New York: LMSA, pp. 13-16. Dostupné na: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1373307.1373312> [cit. 2022-2023-09-05].

5. KOTUS, Martin; ŽITŇÁK, Miroslav; BUJNA, Marián; LESTYÁNSZKA, Katarína. 2017.

Work Safety and Health Protection. Nitra: Slovak University of Agriculture. 158s. ISBN 978-80-552-1636-2.

УДК 631.5

ВПЛИВ ПОКАЗНИКА СТРУКТУРНОСТІ ҐРУНТУ В ПОВЕРХНЕВОМУ ШАРІ СМУГОВОЇ ГРЯДИ НА СТАН РОЗВИТКУ ЖИВЦЕВИХ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Чижиков І.О., к.т.н.,

Сушко С.Л., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. У технології вирощування саджанців плодкових культур ґрунт є важливим фактором формування та розвитку щепи, як середовище знаходження кореневої частини рослини. Серед відомих існуючих способів вирощування саджанців плодкових культур, автором [1] запропонований спосіб вирощування саджанців плодкових культур на смугових грядках. Цей спосіб, що не передбачає пересаджування підщеп, за рахунок висадження живців за певною схемою у смугу, верхній шар якої повинен бути структурований на глибину висадження живця, а контур смуги у поперечно-вертикальній площині мати ущільнену стінку, вирішує декілька суттєвих проблем щодо забезпечення біоструктурних показників якості саджанця на етапах його вирощування, що мають місце в існуючих способах вирощування.

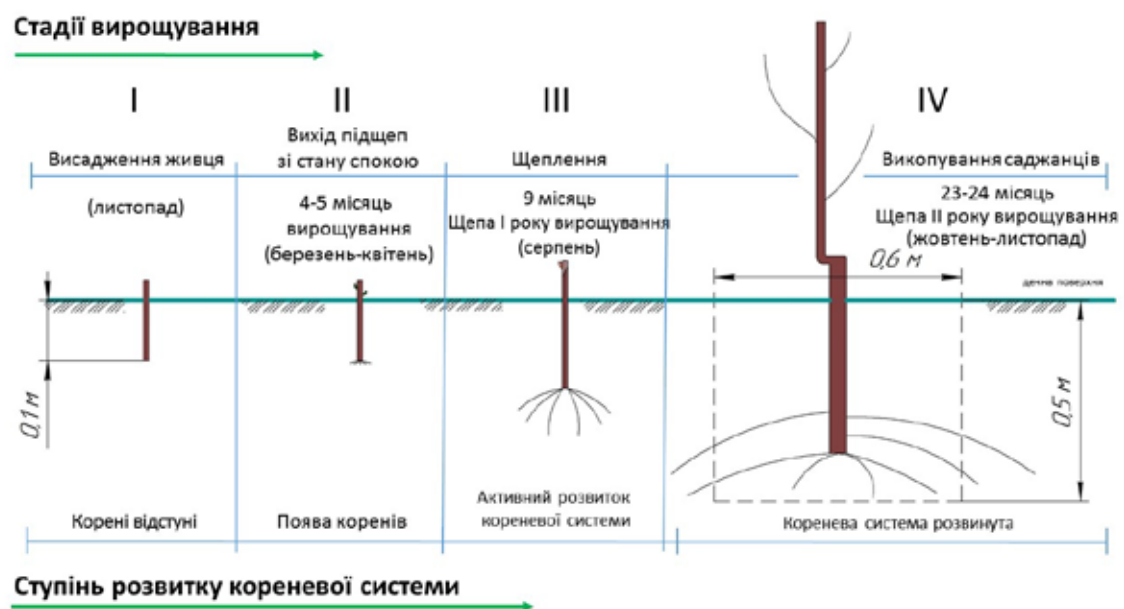


Рис.1. Ступінь розвитку кореневої системи щепи на стадіях її вирощування.

Однією із означених проблем є затримка розвитку живця (ступінь калюсоутворення, появи бруньок, пагонів та корінців) між стадією «висадження живця» до стадії «вихід живця зі стану спокою», де з

точки зору біфуркації спостерігається велика кількість випадів (мертвих рослин).

На думку автора цих тез, для вирішення означеної проблеми висаджувати підщепи необхідно у шар ґрунту з показником агрегатного стану $K > 0,7$ (коефіцієнт структурності ґрунту $K > 0,7$), що може бути забезпечений активними робочими органами фрези з вертикальною віссю обертання. Тому висунута гіпотези потребує перевірки, а отриманні дані стануть однією з передумов до обґрунтування параметрів робочих органів ґрунтообробної машини.

Основні матеріали дослідження. Дослід закладався у жовтні 2018 року в одному з розсадницьких господарств Мелітопольського району Запорізької області.

Мета досліду – визначення впливу агрегатного стану ґрунту за показником структурності в поверхневому шарі смугової гряди на приживлюваність підщеп шляхом здійснення контролю за рослинами на певних стадіях їх розвитку.

Методика досліду. Агрегатний склад ґрунту, згідно ДСТУ 4362 [2] є одним з агрофізичних показників, за яким може визначатися родючість ґрунту.

Значення показника агрегатного стану визначалося за шкалою оцінювання структурно-агрегатного стану ґрунту, за якою наявність агрегатів з розмірами від 0,25 мм до 10 мм більш 80% характеризує стан ґрунту як «відмінний». Такі агрегати називаються мезоагрегатами і відносяться до середньої фракції m_{II} . Агрегати більш 10 мм є макроагрегатами і відносяться до крупної фракції m_{III} . Агрегати, розмір яких менше за 0,25 мм відносяться до мікроагрегатів – фракція m_I .

У нормованому вигляді коефіцієнт структурності визначається за шкалою від 0 до 1 за формулою:

$$K_C = \frac{m_{II}}{m_I + m_{II} + m_{III}}, \quad (1)$$

де m_I – маса ґрунту фракції менш 0,25 мм;

m_{II} – маса ґрунту фракції у діапазоні від 0,25 мм до 10 мм;

m_{III} – маса ґрунту фракції більше 10 мм.

Для дослідження були створені три варіанти гряд у трьох повторностях (відповідно до рисунку 2) із структурно-агрегатним станом ґрунту, створеним ситовим методом згідно ГОСТ 12536 [3]:

1 варіант – показник агрегатного стану $K=0,4$;

2 варіант – показник агрегатного стану $K=0,6$;

3 варіант – показник агрегатного стану $K=0,8$.

Глибина поверхнього шару ґрунту у гряді, який забирався для сепарування складала 20 см. Довжина гряди – 4 м.

Висаджували підщепи – живці ВСЛ-2, отримані методом задеревенілого живцювання. Схема садіння 140x70x8 см (рис.2). Висаджували живці у третій декаді жовтня вручну, під шаблон із

відстанню між рослинами 8 см на глибину до 10-12 см. В кожному варіанті розміщувалося 100 рослин (по 50 рослин в кожному рядку).

Вологість ґрунту у шарі 0-20 становила 18,5%, твердість – 0,67 МПа.

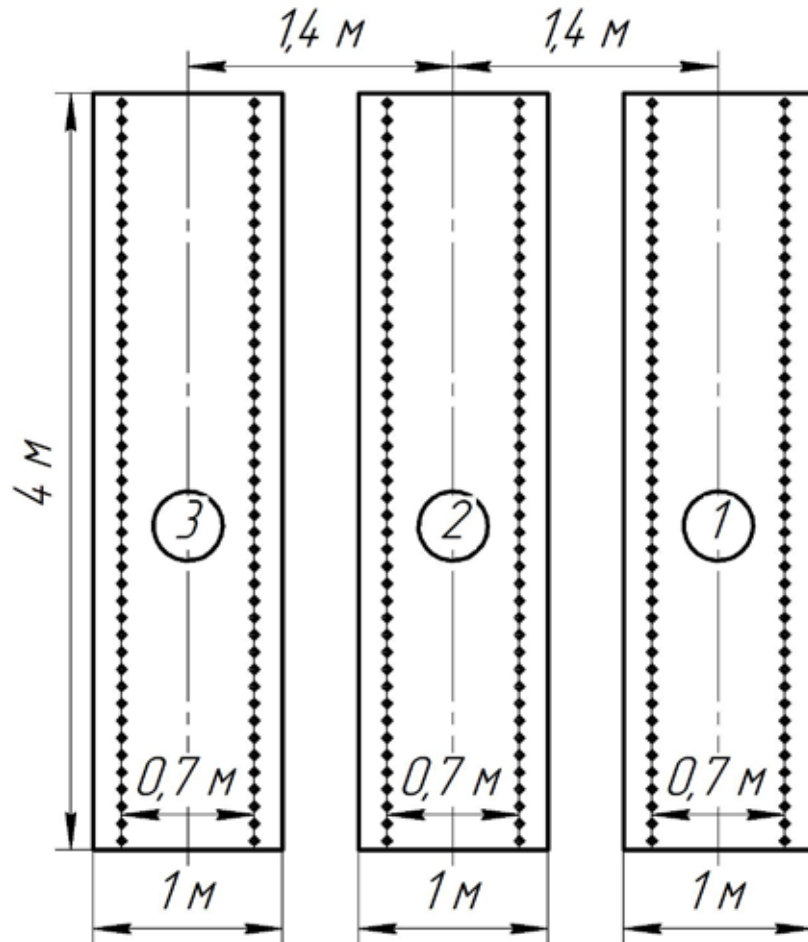


Рис.2. Схема закладання дослідів.

Спостереження здійснювалося для визначення стану розвитку живця, зокрема наявності калюсу на п'яточній частині, наявності бруньок, ступеню розвитку пагонів та їх розміру, діаметру живця.

Спостереження здійснювалися у двох контрольних точках:

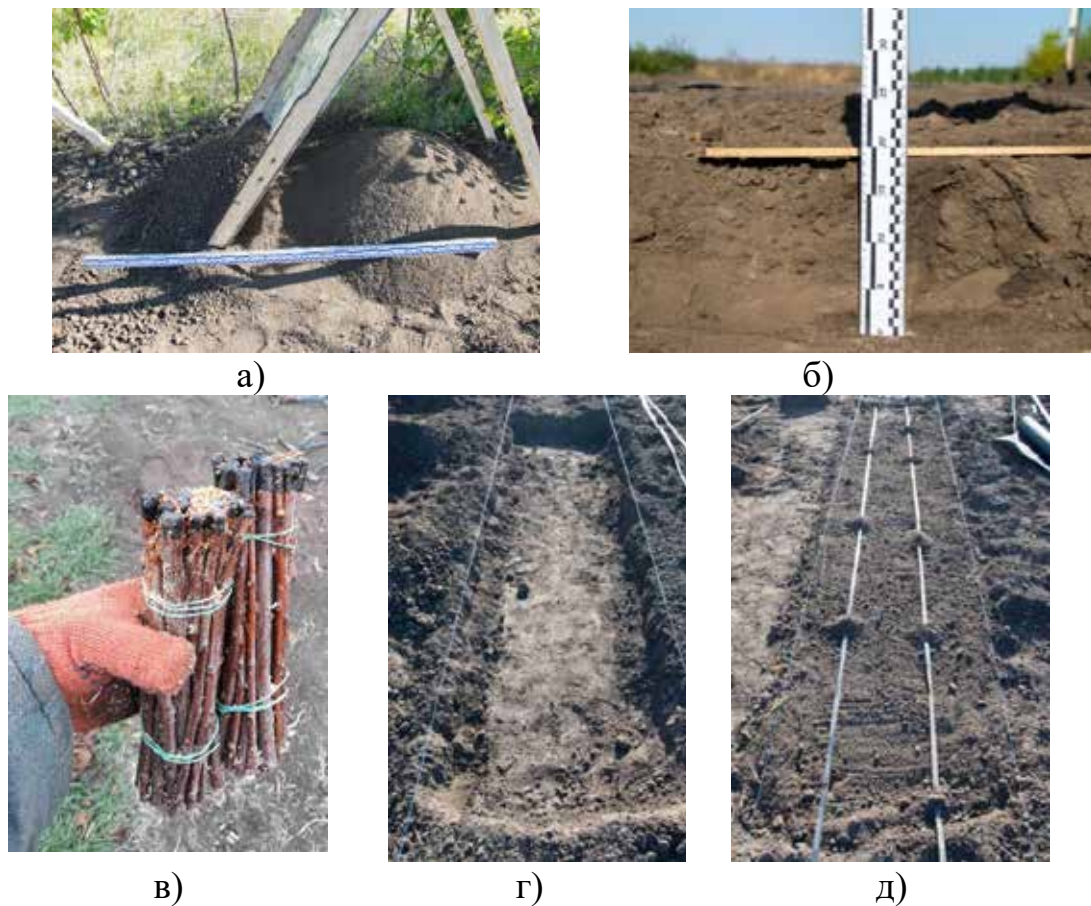
точка № 1 – стадія утворення калюсу та бруньок;

точка № 2 – стадія утворення калюсу, бруньок, розвиток пагонів.

У кожній повторності окремого варіанта, виймалося з ґрунту кожна п'ята рослина з рядку. Таким чином, у кожному варіанті виймалося 60 рослин,

Дані заносилися в журнал спостережень.

Результати дослідів. За результатами обстеження живців, висаджених на смугових грядках із штучно створеним показником агрегатного стану ґрунту в варіантах $K=0,4$; $K=0,6$; $K=0,8$ у двох «контрольних» точках (дата реєстрації даних 01.04.2019 р. та 23.04.2019 р.) отримано дані, які узагальнено і наведено у таблиці 1.



а) процес сепарування ґрунту; б) визначення глибина поверхневого шару; в) загальний вигляд живців; г,д) загальний вигляд гряди.

Рис.3. Ілюстрації до процесу закладання дослідів.

Таблиця 1

Стан розвитку живців залежно від структурності ґрунту у варіантах дослідів

Стан розвитку Рослини	Варіант 1, К=0,4	Варіант 2, К=0,6	Варіант 3, К=0,8
Не прижилися	28	12	5
Наявність калюсу	42	43	50
Наявність бруньок	90	93	100
Наявність пагонів	35	72	75
Наявність корінців	28	46	53

За результатами даних таблиці 1 побудовано діаграму стану розвитку живців залежно від показника агрегатного стану ґрунту, яку наведено на рисунку 4.

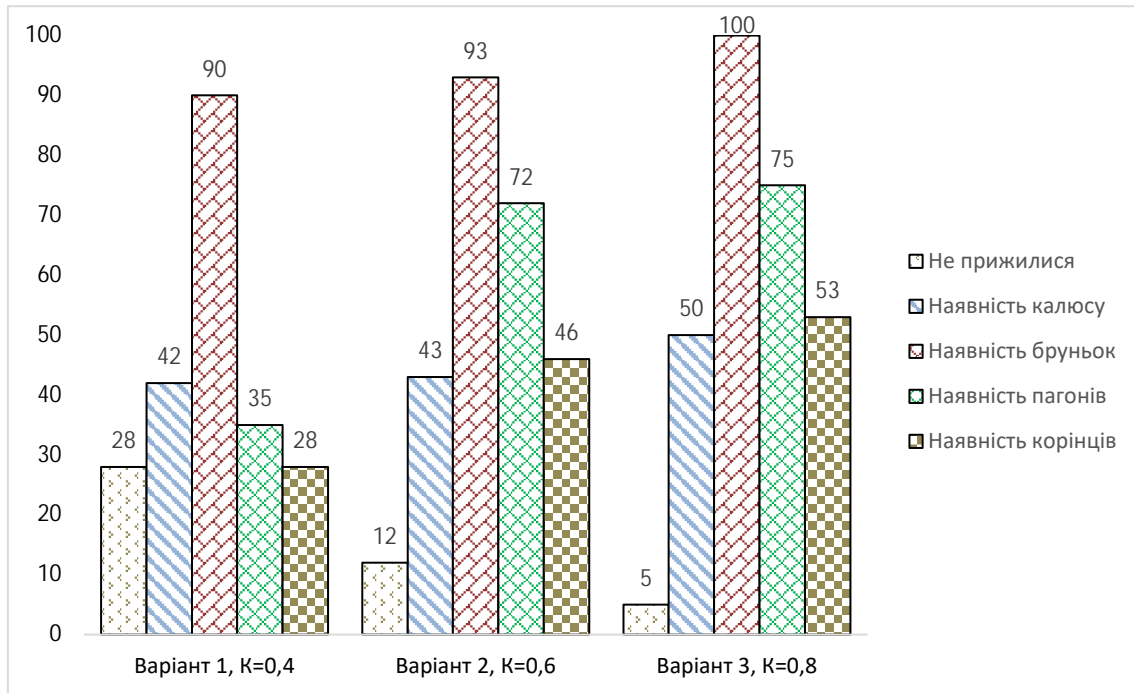


Рис.4. Діаграма стану розвитку живців залежно від показника агрегатного стану ґрунту.

Проаналізувавши дані таблиці та діаграми розвитку, наведеної на рисунку 4 можна зробити висновок про позитивну динаміку за всіма показниками розвитку рослин із поліпшенням структурно-агрегатного стану верхнього шару смугової гряди.

Так, на гряді із показником агрегатного стану $K=0,4$ зафіксовано надвелику кількість «випадів» (28%) пов'язаних із загибеллю рослин. В той же час, у варіантах із коефіцієнтом $K=0,6$ та $K=0,8$ цей показник становить 12% та 5% відповідно.

Щодо наявності калюсу на п'яточній частині живця – тут теж позитивні результати у сторону поліпшення структурності ґрунту. При цьому, живці, які мали достатньо широке кільце калюсу водночас мали і бруньки, а також, щонайменше по одному пагону.

Також, у варіантах з показником агрегатного стану $K=0,6$ та $K=0,8$ зафіксовано підвищений відсоток живців, які мали корінці. Таких було 46% та 56% відповідно, порівняно із 28% живців з корінцями, що вирощувалися на гряді із показником агрегатного стану $K=0,4$.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що найкращі показники розвитку живців на стадіях формування кореневої системи та пагонів забезпечується при садінні живців на смугову грядку із показником агрегатного стану $K=0,8$.



Рис.4. Загальний вигляд живців у контрольній точці №2.

Висновки. На основі проведеного спостережного дослідження визначено, що у технології вирощування саджанців плодкових культур на смугових грядках найкращі показники розвитку живців ВСЛ-2 на стадіях формування кореневої системи та пагонів забезпечується при їх садінні на смугову грядку із показником агрегатного стану $K=0,8$, що згідно ДСТУ 4362 характеризує стан ґрунту, як «відмінний».

Подальші дослідження в технічному напрямі полягають у проведенні науково-дослідних робіт по обґрунтуванню параметрів та режимів роботи робочих органів ґрунтообробної фрези, що здатна забезпечити такий показник структурності.

Список використаних джерел

1. Чижиков І. О. Обґрунтування схеми та засобів механізації вирощування саджанців плодкових культур на грядках. Імпортозамінні технології вирощування, зберігання і переробки продукції садівництва рослинництва : мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (17-18 травня 2018р., Умань). Умань, 2018. С. 26-31

2. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунтів. Показники родючості ґрунтів.[Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.

3. ДСТУ Б В.2.1-19:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення зернового (гранулометричного) складу. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. 33 с.

УДК

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАЙБУТНЬОГО ПОПИТУ ЛЮДСТВА ПРОДОВОЛЬСТВОМ

Сіренко Ю.В., PhD, доц.,

Калнагуз О.М., ст. викл.,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Необхідність покрити попит споживачів на здорове кондиційне зерно є чудовою мотивацією для промислових переробників зерна забезпечити збереження якості зерна під час його переробки. Використання неруйнівних, своєчасних, точних, надійних, економічних і безпечних для навколишнього середовища методів визначення якості зерна залишається предметом найбільшого інтересу дослідників і сільськогосподарської промисловості в останні роки. Фізичний і сенсорний контроль, а також аналіз фізико-хімічного індексу є частиною аналізу якості зерна. Через порушення цілісності зразка та низьку ефективність ці процедури не завжди відповідають сучасним стандартам, в наслідок людських та аналітичних факторів. Швидкий розвиток методів вимірювання призвів до використання різноманітних оптичних методів для моніторингу зерна протягом усього процесу сушіння, оскільки вони є неруйнівними та високоефективними. Такі методи, як 24 бітове RGB-зображення, мікрозображення та теплові зображення, широко використовуються для оцінки якості зерна, яке включає характеристики зерна: розмір, форму, усадку, колір, розподіл температури та мікроструктуру. Водночас застосування оптичної спектроскопії, як-от ультрафіолетово-видимого, ближнього інфрачервоного та короткохвильового інфрачервоного спектру, під час сушіння зерна було менш оцінено в останні роки. Тому надзвичайно важливо дослідити останні досягнення в процедурі та застосуванні методів неруйнівного оптичного зображення для оцінки якості зерна під час процесу сушіння. Це вимагає уваги до розробки покращеної системи моніторингу та контролю за процесом сушіння зерна, щоб забезпечити своєчасне, здорове та високоякісне виробництво кондиційного зерна.

Основні матеріали дослідження. Забезпечення продовольчої безпеки в умовах постійного зростання населення світу, яке, за оцінками, становитиме ~9 мільярдів людей у 2050 році, є найбільшою проблемою глобального сільськогосподарства сьогодні [1]. Очікується, що попит на продукти харчування зростатиме зі збільшенням населення світу. Продовольче зерно є основним джерелом їжі для людей і домашніх тварин у всьому світі [2]. Зернові культури складають ~50% споживання білка в Азії [3], а бобові – ~30% споживання білка в Латинській Америці та Карибському басейні [4]. В

даний час Азія є рекордсменом з найбільшого виробництва зерна, і на неї припадає близько 50% загального виробництва зерна в світі. У 2020 році світове виробництво зернових, таких як кукурудза, рис і пшениця, становило ~2,9 мільярда тонн. На нього припадає найбільша частка з ~32% від загального виробленого врожаю (9,3 мільярда тонн) за рік [3]. Згідно зі статистичними даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН, виробництво зернових та олійних культур досягне ~3,1 мільярда тонн та 598,7 мільйонів тонн у 2031 році відповідно [4]. Проте приблизно 30% виробленої їжі в усьому світі було зафіксовано як втрату під час післязбиральних процесів. Втрати після збору врожаю неминучі на етапах обробки зерна, які включають транспортування, сушку, пакування та зберігання. Післязбиральні втрати продовольчого зерна відбуваються як за кількістю, так і за якістю. За словами [5], процес сушіння зерна відповідає за ~25–30% втрат після збору врожаю.

Сушіння - важлива післязбиральна операція при переробці зерна. Це зменшує обсяг і розмір зібраного зерна, одночасно підвищуючи вартість висушеного продукту та сприяє його доступності для зберігання протягом року. У процесі сушіння використовується одночасний тепло- та масообмін між зерном і навколишнім середовищем. Щоб покращити збереження поживних речовин і зменшити втрати після збору врожаю, зібране зерно відразу підсушують, щоб уникнути забруднення сторонніми речовинами та іншого негативного впливу. Сушка зерна зазвичай займає багато часу, вимагає значну кількість енергії та часто призводить до негативного підсушування зерна, якщо нею не керують процесом. Останні дослідження часто оцінюють зміну фізичних і хімічних властивостей зерен, які впливають на вміст вологи та збереження поживних речовин після сушіння, за допомогою таких параметрів: інтенсивність тепла, швидкість повітря та відносна вологість. Ці властивості безпосередньо визначають харчову цінність і впливають на рішення споживачів про покупку. Тому сушіння продовольчого зерна з високим вмістом поживних речовин є надзвичайною проблемою для зерносушильних комплексів. У зв'язку з цим наполегливо прослідковується тенденція зернових промисловців пошуку своєчасних методів моніторингу якості зерна з високою точністю та низьким впливом на навколишнє середовище.

Зернові поділяються на три основні категорії: насіння олійних культур, бобові та зернові культури. Вони є одними з найважливіших основних продуктів харчування у світі, становлячи значну частину раціону людини (~ 34,4%) і кормів для тварин (~ 65%) [4]. Харчові олії виробляють з насіння олійних культур такі як диня, ріпак, соя, арахіс, насіння соняшнику і насіння бавовнику. Це найпоширеніші олійні культури, які вирощують у всьому світі. Бобові - це вид зерна, що походить із сімейства Fabaceae або Leguminosae. Горох, нут, сочевиця,

квасоля, квасоля та темна квасоля належать до сухого насіння, яке споживають як бобові. Рис, пшениця, кукурудза, просо, сорго, овес, сорго і жито належать до злаків, які входять до числа насіння трав родини Poaceae. Зерно є важливим джерелом вітамінів, мінералів, клітковини, сирого жиру, білків, незамінних жирних кислот, вуглеводів і неорганічних елементів, які всі важливі для здоров'я людини [6]. Щоденне споживання білого та коричневого рису додає від 334 до 341 ккал до загальної отриманої дієтичної енергії організмом людини [7]. Рис, пшениця, кукурудза, горох, квасоля, арахіс і насіння соняшнику є широко споживаними зерновими. Навпаки, менше споживаних зернових включають насіння бавовнику, ріпаку, нуту, жита та сорго. Проте всі зерна є хорошими джерелами поживних речовин, таких як вуглеводи, білки, мінерали та вітаміни [8].

Сушіння зерна є важливою операцією при приготуванні готових зернових продуктів, таких як борошно, напої, кондитерські вироби та дитяче харчування. Кінетика сушіння зерна визначається процесом тепломасообміну між зерном і навколишнім середовищем. Неповне, неправильне та надмірне сушіння має вирішальне значення для якості зерна та негативно впливає на вживання зерна споживачами. Вологість висушеного зерна є критичним фактором для розробки систем сушіння зерна та вибору оптимальної продуктивності дослідниками та зернопереробною промисловістю. В останні роки використовується багато технологій сушіння зерна, таких як сушарки з псевдозрідженим шаром, сушарки з нерухомим шаром, інфрачервоні сушарки, мікрохвильові сушарки, вакуумні сушарки та сублимаційні сушарки. Щоб покращити процес сушіння зерна, дослідники поєднали деякі технології сушіння, такі як мікрохвилі + гаряче повітря, інфрачервоне + гаряче повітря та мікрохвилі + сушарка з псевдозрідженим шаром. Крім того, вони запроваджують деякі види обробки, такі як ультразвукова діелектрика та осушення. Ці методи підвищують продуктивність сушарки, наприклад покращують видалення вологи, скорочують час обробки, підвищують енергоефективність і збереження поживних речовин.

Сушка є найбільш широко використовуваним методом консервування та найбільш диверсифікованою одиничною діяльністю в переробці сільськогосподарського зерна і є попередником для інших основних процесів. Процес сушіння включає комбінацію взаємодії тепла, вологи та імпульсу, під час якої вологість зерна знижується до бажаного рівня (наприклад, від 8,5 до 13,0% для рису, 8,0-13,5% для кукурудзи, 8,0-15% для квасолі). Кілька методів сушіння та різні умови обробки, такі як інтенсивність тепла, швидкість повітря, тривалість сушіння та початкові умови, можуть значно впливати на якість кінцевих показників висушених продуктів, наприклад висока вологість, тріщини, перегорілі зерна. Наприклад, розвиток грибків, проростання, дихання та ріст цвілі у висушеному зерні пов'язані з високою вологістю

зерна. Це робить його непридатним для тривалого зберігання. Якщо вологість правильно висушеного зерна менше 9%, воно може зберігатися більше року. Свіжозібране зерно має високу вологість (від 20 до 36%). Перш ніж його можна буде продавати або використовувати як корм чи насіння, вміст вологи має бути знижений до менше 15% для тривалого зберігання. Втрати врожаю зерна можна зменшити на 2-5 %, обираючи правильну технологію сушіння.

На сушіння зерна припадає велика частка (від 27 до 70%) споживання промислової енергії, залежно від кінцевого продукту процесу [9]. Наразі сушіння має задовольнити попит як аграріїв, так і переробників. Крім того, додаткову обробку, як ультразвук, вібрація та осушення, можна поєднувати з процедурами сушіння. Незважаючи на те, що технології сушіння зерна нещодавно були вдосконалені та покращені, на сьогодні зерносушарки працюють на піку свого потенціалу з обмеженнями.

Висновки. Ефективний процес сушіння є критично важливим для зернопереробної промисловості. Процес сушіння істотно впливає на якість висушеного зерна. Він відіграє життєво важливу роль і має значний вплив на виконання операцій фрезерування та шліфування. Це включає запит на високоякісну продукцію, дотримання державних енергетичних норм, збільшення виробничих потужностей та покращення економічної та екологічної практики. Для досягнення цієї мети вимагається потенціал комбінованих процедур сушіння. Застосовують гібридні сушарки, які включають технологію, коли два або більше механізмів методу сушіння поєднуються в одну операцію.

Список використаних джерел

1. Chemeris, A., Liu, Y., Ker, A. P. (2022) Insurance subsidies, climate change, and innovation: Implications for crop yield resiliency, Food Policy, 108, doi:10.1016/j.foodpol.2022.102232.
2. Gao S, Ming B, Lu-lu L, Yin X, Xue J, Wang K, Xie R, Li S (2021) Relationship and distribution of in-field dry-down and equilibrium in corn grain moisture content. Agric For Meteorol, 304–305.
3. FAO (2021). Grain crop drying, handling and storage. In: Januarius OA, Lawrence OG, Geoffrey CM, Chepete HJ (eds) Rural structure in the tropics: design and development. Food and Agricultural Organization of United Nation, Rome, Italy, 363–386. <https://www.fao.org/3/i2433e/i2433e10.pdf>
4. OECD/FAO (2021) OECD-FAO Agricultural outlook 2021- 2023, OECD Publishing. Paris, pp 50-53 doi:10.1787/19428846-en
5. Coradi PC, Dubal ITP, Bilhalva NS, Nunes, CF, Teodoro PE (2020) Correlation using multivariate analysis and control of drying and storage conditions of sunflower grains on the quality of the extracted vegetable oil. J Food Process Preserv 44(12):e14961. doi:10.1111/jfpp.14961

6. Hassan G, Shabbir MA, Ahmad F, Pasha I, Aslam N, Ahmad T, Rehman A, Manzoor MF, Inam-Ur-Raheem M, Aadil RM (2021) Cereal processing waste, an environmental impact and value addition perspectives: A comprehensive treatise. *Food Chem* 363:130352. doi:10.1016/j.foodchem.2021.130352
7. Carcea M (2021) Value of wholegrain rice in a healthy human nutrition. *Agriculture* 11(8):1-11. doi:/10.3390/agriculture11080720
8. Guerrieri N, Cavaletto M (2018). Cereals proteins. In: *Proteins Food Process*. Elsevier, 223–244
9. Dai A, Zhou X, Liu X, Liu J, Zhang C (2018) Intelligent control of a grain drying system using a GA-SVM-IMPC controller. *Drying Technol* 36(12):1413-1435. doi:10.1080/07373937

UDC

MULTIMODAL TRANSPORTATION AND THEIR ROLE IN OPTIMIZING LOGISTICS

Taras Shchur¹, PhD., Asoc. Prof.,
Agata Markowska²,
Anel Nassenova³,
Aigerim Sarsenkyzy³,
Adiya Nurmagambet³.

¹*Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.*

²*Military University of Technology*

³*Silesian University of Technology*

Annotation. This article explores the important role of multimodal transport in optimizing logistics supply chains. Multimodal transport is a method that involves the use of different modes of transport to deliver goods and plays a crucial role in modern logistics. This article examines how multimodal transportation can improve efficiency, reduce costs, and increase supply chain reliability.

Introduction. In the modern world of logistics, we are faced with a constant increase in cargo transportation volumes and a more complex supply network. In this context, multimodal transport plays a key role - a method that combines different modes of transport (land, water, air, rail) to deliver goods from sender to recipient. This approach is becoming increasingly important in modern logistics and plays a decisive role in optimizing supply processes [1].

In this article, we'll look at what multimodal transportation is, the benefits it provides to companies, and how it helps optimize the supply chain. We will also look at examples of successful implementations of multimodal

transportation and factors that should be considered when implementing them [2].

Multimodal transportation is an integrated approach to logistics that includes several modes of transport. This means that cargo can be transported by different modes such as road, rail, sea and air, and at some point in the process, the cargo changes from one mode of transport to another to reach its final destination.

The use of multimodal transportation provides companies with several important advantages:

1. Cost effectiveness. Multimodal transportation allows you to optimize delivery costs, since different modes of transport can be selected depending on their cost and efficiency for a specific stage of the route.

2. Flexibility and reliability. If one mode of transport encounters delays or problems, multimodal transport allows you to switch to another mode of delivery, ensuring supply chain reliability.

3. Reduced environmental impact. Choosing more environmentally efficient modes of transport in different parts of the route helps reduce the company's environmental footprint.

In this article, we'll take a closer look at each of these benefits and provide specific examples of companies that have successfully integrated multimodal transportation into their logistics strategies.

Examples of successful implementation of multimodal transportation:

1. Cost effectiveness:

One of the most famous examples of a company that successfully uses multimodal transportation is Amazon. The e-commerce giant uses multiple modes of transportation, including ground transportation, ocean containers, and air freight, to ensure the efficient delivery of millions of products around the world. Thanks to multimodal transportation, Amazon is able to reduce delivery times and reduce logistics costs, which makes it competitive in the global market.

2. Flexibility and reliability:

Procter & Gamble has also become an example of how multimodal transportation contributes to supply chain flexibility and reliability. They use a combination of vehicles to deliver products to store shelves. In the event of weather conditions or other factors that could delay the shipment, the company may switch to an alternative mode of transport to maintain reliability of supply.

3. Reducing environmental impact:

One company actively committed to reducing its environmental impact is IKEA. Their multimodal transportation strategy includes using cleaner modes of transport, such as rail and shipping containers, to reduce carbon emissions. This not only promotes environmental responsibility, but also makes economic sense.

To successfully implement multimodal transportation in logistics, several key factors should be taken into account [3]:

1. Technological integration. Use of modern information technologies to track cargo and coordinate various modes of transport. Effective data and information management plays a critical role in the successful implementation of multimodal transport.

2. Partnerships. Collaboration with reliable carriers and logistics partners to ensure a smooth transition between different modes of transport. Good coordination and communication between all participants in the supply chain is important.

3. Route optimization. Analysis and selection of the most optimal routes for each shipment. This involves taking into account time, distance, cost and other factors to choose the best routes for shipping cargo.

4. Risk management. Taking into account possible risks, such as weather conditions, problems along the way, customs and logistics problems. Planning backup options and mechanisms to respond to unforeseen circumstances.

5. Compliance with laws and regulations. Taking into account the requirements and legislation in each country through which the cargo passes, including customs clearance and compliance with environmental standards.

6. Effective management of data and information. Information management and monitoring systems to track the position of cargo in real time and provide access to information to all participants in the logistics chain.

7. Training and qualifications of personnel. Training and development of employees so that they can effectively work with multimodal transportation and new technologies.

Methodology. This section of the article will present the research methodology that was used to analyze the role of multimodal transport in logistics optimization. The methodology includes the steps, data and tools that were used to collect, analyze and interpret information.

1) Benchmarking is a key research step that allows for a deeper understanding of the impact of multimodal transport on logistics optimization. To conduct a comparative analysis, companies that actively use multimodal transportation and companies that prefer traditional delivery methods were selected [4].

Comparative analysis results:

The analysis revealed that companies using multimodal transportation demonstrate the following advantages:

1. Reduced logistics costs: Using a variety of modes of transport allows companies to manage logistics costs more effectively, which ultimately reduces costs.

2. Reducing delivery time: Multimodal transportation allows you to choose the most optimal routes and delivery methods, which reduces the time required to deliver goods.

3. Improved supply reliability: The flexibility of multimodal systems allows for rapid response to unexpected situations such as delays or transport problems, ensuring supply chain stability.

4. Improved Customer Satisfaction: Fast delivery and reliable supply contribute to increased customer satisfaction.

2) Qualitative research

In addition to the quantitative analysis, an important part of the study was qualitative research, which provided additional insights and understanding of the advantages and limitations of multimodal transport.

Qualitative research results:

Interviews and focus groups with logistics managers and multimodal transportation specialists confirmed the importance of proper planning and consistency within the company. It has also been found that effective communication and partnerships with suppliers and carriers play a key role in the successful implementation of multimodal transportation [5].

3) Environmental analysis

In response to growing environmental concerns, the study conducted an environmental analysis of the environmental impact of multimodal transport. The study included estimating emissions and determining the contribution of multimodal transport to reducing the environmental footprint of logistics.

Conclusion. In the course of this study, a comprehensive assessment of the impact of multimodal transport on logistics optimization was carried out. The results of our study clearly indicate the significant role of multimodal transport in modern logistics operations.

Multimodal transport represents an integral tool for achieving a high degree of cost efficiency in logistics chains. They allow companies to optimize transport costs by choosing the most economical types and routes of transportation. This is especially important in the context of growing cargo volumes and increasing competition in the market.

In addition to reducing costs, multimodal transportation reduces delivery time for goods, which contributes to customer satisfaction and increases the competitiveness of companies. The flexibility of multimodal transportation systems allows you to adapt to changing conditions, ensuring reliability of supplies.

It is important to note that multimodal transport also has a positive impact on the environment. Integrating cleaner modes of transport into supply chains reduces emissions and promotes sustainable development.

Our research has also identified key factors for successful implementation of multimodal transportation, including proper planning, technology integration, partnerships and effective risk management.

In conclusion, multimodal transport has a significant impact on logistics optimization, providing companies with a tool to reduce costs, improve service quality and reduce their environmental footprint. Effective use of multimodal transport requires investment and a strategic approach, but it can be the key to success in modern logistics.

References

1. Arifdzhanova N.Z., Musaev R.R. U. Logistic principles of organization and management of the transport system // Problems of modern science and education. – 2021. - No. 5-1 (162). Pp. 22–25.
2. Bochkarev Andrey Planning and modeling of the supply chain. - М.: Alfa-Press, 2013. 192 p.
3. Degtyarenko V.N. etc. Organization of cargo transportation. - М.: Prior, 2012. 448 p.
4. Transport logistics. Textbook edited by Mirtin L.B. М.: Brandes, 2012. 512 p.
5. Satova, R. K. Multimodal transportation in the system of transport technologies / R. K. Satova, M. S. Izteleuova, N. K. Igembayev // Bulletin of the Kazakh Academy of Transport and Communications named after. M. Tynyshpayeva. - 2018. - No. 4. Pp. 173–181.

УДК 631.51

МЕТОДИ І ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ АГРОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РОБОТИ ГРУНТООБРОБНИХ ЗНАРЯДЬ

Грабар І.Г., д.т.н.,

Двораковський І.О., інж.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Точне землеробство дає змогу управляти продуктивністю посівів, кількісно враховуючи внутрішньопільну варіабельність середовища існування рослин. Для збереження родючості ґрунту на схилах абсолютно всі механізовані технології обробітку ґрунту повинні мати певні обмеження та особливості. У зв'язку з упровадженням нових ґрунтообробних технологій, цифрового землекористування та природоустрою наявні підходи та технічні засоби контролю не повною мірою відповідають сучасним вимогам для кількісного оцінювання якості механізованого обробітку ґрунту, особливо в частині точності та достовірності визначення показників.

Тому постає завдання вдосконалення технічних засобів, що дають змогу контролювати агротехнічні показники якості виконання технологічного процесу обробітку ґрунту.

Основні матеріали. Нині в процесі контролю агротехнічних показників якості роботи ґрунтообробних знарядь, оцінювання мікрорельєфу ділянки поля і глибини обробітку ґрунту здійснюється кількома способами (рис. 1).

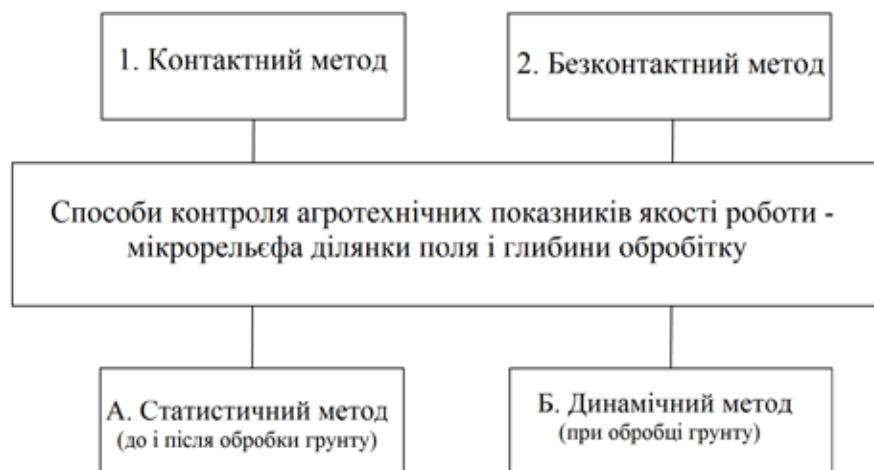


Рис. 1. Способи контролю агротехнічних показників якості роботи.

Згідно з наведеною схемою (рис. 1) способи контролю мікрорельєфу ділянки поля та глибини обробітку ґрунту поділяються за такими ознаками:

- за взаємодією приладу та інструменту з досліджуваним середовищем виділяють контактні та безконтактні методи вимірювання відстані;

- щодо технологічного процесу обробітку ґрунту використовуються статичні методи, що застосовуються до і після роботи ґрунтообробного знаряддя, і динамічні способи, задіяні паралельно з роботою машини.

Відмінною особливістю контактного методу визначення відстані або профілю є безпосередній контакт приладу або інструменту з ґрунтом: рулетки або лінійка з рейками, бороздоміри, щупи або глибиноміри, вимірювальні профілометри, наприклад ПП-250.

Статичні та контактні підходи застосовуються, в основному, за методиками ДСТУ. Під час установа глибини оранки під час роботи для відкритої борозни використовується бороздомір-глибиномір або вимірювальна лінійка (рис. 2). Замір проводять по стінці борозни, заміряючи відстань від поверхні обробленого поля до дна борозни. За допомогою вимірювальних засобів виконується близько 25 замірів по довжині гону на відкритій борозні. Встановлюють значення середніх арифметичних глибин оранки.

Визначення глибистості ріллі – сумарної площі грудок розміром понад 5 см, вираженої у % до площі квадратного метра, - проводять шляхом накладення рамки із сіткою, також у 25 місцях на оброблюваному полі. Для кожної елементарної площадки встановлюють кількість грудок розміром понад 5 см, які являють собою брили, водночас розраховують їхню площу.

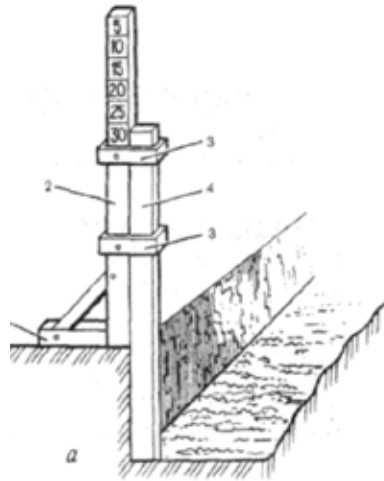


Рис. 2. Визначення бороздоміром глибини оранки.

Згідно із загально відомими практикумами, гребеневу поверхню ріллі встановлюють у найтипівішому місці обробленої поверхні ґрунту профілеміром або вимірювальною лінійкою. Горизонтальну планку розташовують впоперек ріллі з розподілами через 5 см на два сусідні гребені.

Також гребнистість вимірюють, використовуючи мірну стрічку завдовжки понад 2 м (рис. 3). Попередньо поперек обробітку ґрунту встановлюють пару кілочків на відстані двох метрів. Отриману відстань беруть за проекцію (рис. 3, а). Далі на денну поверхню ґрунту укладають гнучкий шнур із розподілами (див. рис. 3, б), тому що в результаті вимірювання денної поверхні ґрунту довжина шнура зменшується. Різниця довжин дає змогу встановити гребнистість поверхні.

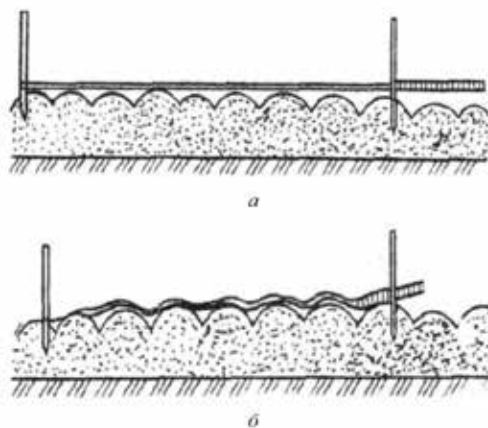


Рис. 3. Вимірювання гребнистості поверхні ґрунту мірною стрічкою: а) проекція; б) копіювання .

Відношення загальної довжини шнура, використовуваного у вимірюванні, до довжини проекції між двома кілочками становить, як правило, величину більшу, ніж одиниця. Це співвідношення приймають за коефіцієнт гребнистості.

Найбільшого застосування серед контактних способів набув метод

профілометрування або пін-метод. Голчасті (штирові) профілометри або пін-метри, як і колись популярні у вимірах мікрорельєфу поверхні ґрунту, перевагою яких є простота вимірювання (рис. 4). Довжина штир'ювого профілометра становить 1 м та інтервал відбору проб через 2 см.



Рис. 4. Приклад застосування штир'ювого профілометра для визначення мікрорельєфу ділянки поля.

Є ціла низка недоліків, які обмежують застосування штир'ювого профілометра. До них відносять трудомісткість операції за рахунок великих витрат ручної праці та часового періоду на обробку отриманих даних.

У єгипетському університеті в 2013 році R. Negazy розробив вимірювач профілю ґрунту, що включає цифрове візуалізуюче обладнання та програмне забезпечення для відстеження й аналізу зображень (рис. 5).

Розроблений ґрунтовий профілемір успішно продемонстрував зміни малюнка профілів унаслідок поверхневої іригаційної ерозії з точки зору зміни висоти. Для неглибоких і широких каналів відмінності у виміряних висотах ґрунтовим профілеміром після і до зрошення зазвичай коливалися від 0 до 11 мм, у той час як у глибоких канавах відмінності у висотах коливалися від 0 до 44 мм. За допомогою гребневих профілів вимірювач профілю ґрунту відстежував зміну виміряних висот від 0 до 13,88%, а також високий відсоток варіації, отриманий під час вивчення плоского верхнього шару борозни. Найбільший відсоток становив 17,1 % на початку лінії борозни.

Для цих пристроїв можна виділити такі недоліки: громіздкість конструкції, визначення профілю денної поверхні ґрунту для однієї площини, як правило, поздовжньо-вертикальної, додатково голки руйнівні впливають на ґрунт.

Серед безконтактних підходів користуються популярністю наземне лазерне та інтерференційне сканування, а також цифрова фотограмметрія. Цей метод дає змогу проводити вимірювання на великих площах як стаціонарно, так і із застосуванням безпілотного літального апарата.



Рис. 5. Вимірювач профілю ґрунту: а – схема в аксонометрії; б – у процесі заміру.

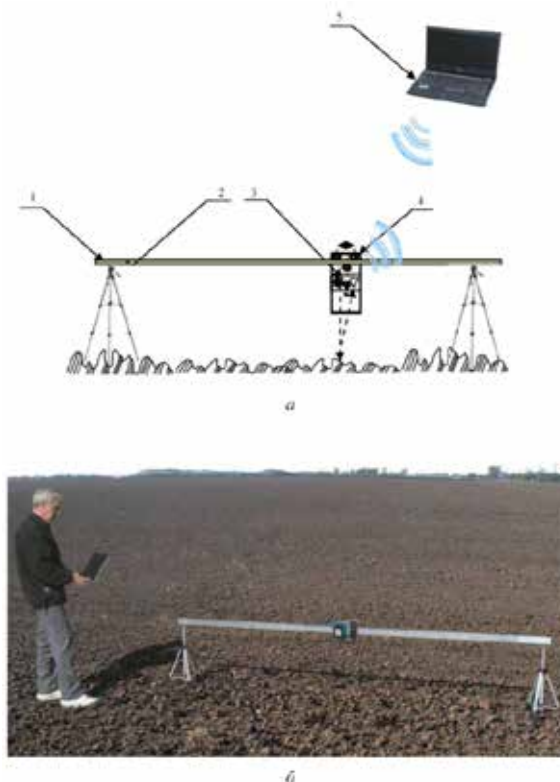
Методи цифрової фотограмметрії мають такі недоліки: вони чутливі до світла сонця, тому потрібно проводити виміри в обмежених метеорологічних умовах, додатково цей метод трудомісткий в обробці отриманих даних і особливо в калібрувальних операціях.

Розглядаючи лазерні засоби вимірювання, виділимо лазерні сканери та профілографи. Чутливість до сонячного світла є головним недоліком лазерного сканування.

Перевагою таких профілографів є висока точність вимірювання, а недоліком - вимірювання для однієї площини.

Під час випробування сільськогосподарської техніки І.М. Кіреєвим реалізовано експрес-оцінку мікрорельєфу облікового майданчика поля із застосуванням лазерного профілографа ПП-284-01 (рис. 6). Профілограф складається з координатної рейки, рухомої каретки, приводного двигуна, кронштейна, пружинного механізму, вузла притискних роликів, акумулятора, електронного блоку, встановленого в корпусі кріплення акумулятора, індуктивного датчика та лазерного далекоміра. Попередньо перед проходом сільськогосподарської машини на ділянці встановлюють координатну рейку на штативи, і далі за рівнем виставляють горизонтальне її положення.

Програмне керування дискретним переміщенням каретки і вимірюванням вертикальної відстані до ґрунту лазерним далекоміром вимірює мікрорельєф в автоматичному і напівавтоматичному режимах. В автоматичному режимі вмикається живлення електронного блоку, ноутбука і далекоміра. Розташована на початку координатної рейки



а – структурна схема, б – фрагмент проведення досліджень

1 – рейка; 2 – штативи з можливістю регулювання за висотою; 3 – датчик відстані; 4 – каретка; 5 – ноутбук

Рис. 6. Вимірювач мікрорельєфу ґрунту

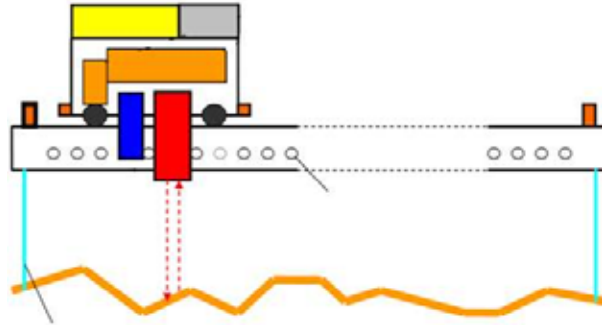
каретка починає функціонувати. У цей період завантажується комп'ютерна програма на ноутбук і з'являється вікно для управління нею. Натискається вкладка "старт" у вікні комп'ютерної програми. Каретка починає рухатися по рейці, використовуючи електродвигун. Досягнувши першого маркера, що визначається датчиком індукції, рухома каретка призупиняється. Використовуючи канал Bluetooth, електронний блок повідомляє в ноутбук інформацію про те, що досяг першого маркера. Таким чином, ноутбук забезпечує опитування далекоміра щодо виконання виміру відстані від датчика до ґрунту, далі передається інформація електронним блоком для подальшого руху рухомої каретки за допомогою електродвигуна до наступного маркера. Розглянутий цикл повторюватиметься доти, доки рухома каретка не досягне останньої мітки на іншому кінці рейки.

Зазначається, що в технологічному процесі заміру мікрорельєфу поверхні поля розробленим вимірювачем задіяний один фахівець, а за відомою методикою, згідно з ДСТУ, беруть участь два фахівці.

У Чеському університеті 2007 року П. Шаржец та інші розробили лазерний профілограф для заміру профілю поверхні ґрунту в галузі сільського господарства та ландшафтного менеджменту (рис. 7).

Лазерний профілометр включає лазерний датчик ЛТЗ, закріплений разом із секцією керування та перетворювачем на каретці. Каретка

переміщується за допомогою електромотора по алюмінієвій балці. З інтервалом 20 мм, що визначається оптичним датчиком, лазерний датчик вимірює відстань до поверхні ґрунту.



1 – стійки; 2 – алюмінієва балка з отворами; 3 – каретка з лазерним датчиком і блоком керування

Рис. 7. Схема влаштування лазерного профілометра

Висновки. На невеликих сільськогосподарських ділянках для приватних і малих фермерських господарств контроль якості прийомів обробітку можна проводити вручну із застосуванням вимірювальних лінійок. Для великих сільськогосподарських територій, де реалізуються сучасні технології обробітку ґрунту, а тим паче освоюються нові підходи і прийоми обробітку ґрунту, потрібна механізація та автоматизація їхнього контролю.

УДК 631.356

РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ КИДАЛКИ ПІД ДІЄЮ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Olt Juri¹, проф.,
Ігнат'єв Євген², к.т.н.,
Фокіна Я.Є.²

¹Естонський університет природничих наук, м. Тарту, Естонія.

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Одним з основних джерел виробництва цукру є цукровий буряк [1-3]. Важливою проблемою технологічного процесу збирання цукрового буряка є видалення й збирання гички з головок коренеплодів на корені. Слід зазначити, що одним з основних елементів теорії руху зрізаної гички цукрового буряка при її навантаженні в транспортний засіб після скошування гичкозбиральною машиною є теорія руху часточки гички по лопаті відцентрової кидалки, на яку вона надходить після зрізу ріжучим апаратом. Незважаючи на те, що теорія руху матеріальної частки по робочих поверхнях сільськогосподарських машин створена з достатньою повнотою, у першу чергу, завдяки фундаментальним роботам П.М. Василенка [7], у зв'язку з розробкою нових типів робочих органів сільськогосподарських машин останнім часом, ця теорія потребує змін і уточнень, які пов'язані не тільки з конструктивними особливостями цих робочих органів, але й із приведенням досить громіздкого виду складених рівнянь до замкненого вигляду, яким буде зручно користуватися надалі при моделюванні й проведенні практичних розрахунків на ПК.

Мета досліджень. Метою даної роботи є визначення впливу конструктивних і кінематичних параметрів завантажувального механізму гичкозбиральної машини на кінематичні параметри частинки гички шляхом розробки математичної моделі переміщення частки гички з урахуванням впливу повітряного потоку.

Основні матеріали досліджень. Важливим елементом технологічного процесу навантаження гички є те, що лопаті при обертанні створюють напір повітря, який також сприяє більш ефективному переміщенню гички в транспортний засіб. Інакше кажучи, кидалка додатково працює як вентилятор.

Побудуємо спочатку розрахункову математичну модель переміщення частки гички уздовж лопаті кидалки від моменту її потрапляння на лопать й до моменту сходу з лопаті (рис. 1). Слід відразу зазначити, що така модель уже була побудована без обліку сили повітряного потоку створюваного лопатями при обертанні кидалки, що

γ . Початкове положення γ_0 – значення кута γ в початковому положенні коли точка M збігається із точкою A (або точкою $A\phi$ при довільному положенні лопаті). Кінцеве положення γ_1 – значення кута γ в положенні коли точка M збігається із точкою B (або точкою $B\phi$ при довільному положенні лопаті). Очевидно, що кути γ_0 й γ_1 при обертанні лопаті залишаються постійними. Вони залежать тільки від розташування лопаті щодо радіального напрямку в площині кидалки. У такий спосіб для кута γ має місце нерівність: $\gamma_1 \leq \gamma \leq \gamma_0$. Позначимо β – кут між площиною лопаті й вертикаллю в будь-який момент часу t . Усі кути $\gamma_0, \gamma, \gamma_1$ і β показані на еквівалентній схемі (рис. 1). Як видно з еквівалентної схеми, має місце співвідношення: $b = \pi - \gamma_1$. Для опису відносного руху частки гички уздовж лопатки AB уведемо плоску декартову систему координат xAy , жорстко пов'язану з лопаттю. Вісь Ax спрямована уздовж лопаті, а вісь Ay – перпендикулярна площині, причому вісь Ay проходить через центр обертання кидалки (точка O).

В результаті роботи отримано закон зміни відносної швидкості частки гички M при її русі уздовж лопаті кидалки залежно від часу t :

$$\dot{x} = \frac{l_1 l_2 (T + Q) - S l_1 w}{l_1 - l_2} e^{l_1 t} - \frac{l_2 l_1 (T + Q) - S l_2 w}{l_1 - l_2} e^{l_2 t} + S w \cos \pi - T w \sin \pi \quad (1)$$

Коефіцієнти S, T, Q, l_1 та l_2 визначаються з наступних виразів:

$$Q = - \frac{(\cos g + f \sin g) k V_n}{m w^2}, \quad (2)$$

$$S = \frac{4 g f w + \frac{k g}{m}}{4 w^3 + w \frac{\ddot{\alpha}}{e} f w + \frac{k \ddot{\alpha}^2}{m \ddot{\alpha}}}, \quad (3)$$

$$T = \frac{2 g f^2 w + \frac{k f g}{m} - 2 g w}{4 w^3 + w \frac{\ddot{\alpha}}{e} f w + \frac{k \ddot{\alpha}^2}{m \ddot{\alpha}}}. \quad (4)$$

$$l_1 = - \frac{\ddot{\alpha} f w + \frac{k \ddot{\alpha}}{2 m \ddot{\alpha}}}{e} + \sqrt{\frac{\ddot{\alpha} f w + \frac{k \ddot{\alpha}}{2 m \ddot{\alpha}}}{e} + w^2}, \quad (5)$$

$$l_2 = - \frac{\ddot{\alpha} f w + \frac{k \ddot{\alpha}}{2 m \ddot{\alpha}}}{e} - \sqrt{\frac{\ddot{\alpha} f w + \frac{k \ddot{\alpha}}{2 m \ddot{\alpha}}}{e} + w^2}. \quad (6)$$

де m – маса частки;

g – прискорення сили ваги;

f – коефіцієнт тертя;

V_n – швидкість повітряного потоку;

g – кут між вектором швидкості \vec{V}_n й поверхнею лопатки;

k – коефіцієнт, який залежить від фізико-механічних властивостей гички:

$$k = \frac{adF}{g}, \quad (7)$$

де a – константа, що залежить від форми часточки й міделевого перетину;

F – міделевий перетин;

d – щільність повітря.

У такий спосіб побудована математична модель руху частинки зрізаної гички цукрового буряка по лопаті кидалки завантажувального механізму з урахуванням впливу повітряного потоку, створюваного обертанням кидалки, на рух частки гички. У результаті чого знайдений закон руху частки уздовж лопаті й закон зміни відносної швидкості її руху як функції від часу, а також від конструктивних, кінематичних і динамічних параметрів лопатей кидалки.

Висновки. Складене диференціальне рівняння відносного руху частки зрізаного гички цукрового буряка по лопаті кидалки завантажувального механізму гичкозбиральної машини з урахуванням впливу тиску повітряного потоку, створюваного обертанням кидалки, на процес переміщення частки уздовж лопаті. У результаті аналітичного розв'язання отриманого диференціального рівняння руху визначено закон руху частки гички й закон зміни відносної швидкості як функції від часу, а також конструктивних, кінематичних і динамічних параметрів кидалки.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ігнат'єв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. Вісник аграрної науки 95 (3), С. 47–53.

2. Adamchuk V., Bulgakov V., Korenko M., Boris A., Boris M., Ihnatiev Y. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions. Mechanization in agriculture. Sofia, Bulgaria, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.

3. Olt J., Bulgakov V., Beloev H., Nadykto V., Ihnatiev, Ye., Dubrovina O., Arak M., Bondar M., Kutsenko A. A mathematical model of the rear-trailed top harvester and an evaluation of its motion stability. Agronomy Research 20(2), 2022, pp. 371–388.

4. Ihnatiev Y. Theoretical substantiation of topping parameters without sugar beet head copying. IV International scientific Congress “Agricultural machinery”. Varna. Issue 18 (181). Vol. 1, 22-25 June 2016. P. 55–58.

УДК 631.31

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІКИ ВЗАЄМОДІЇ ДИСКОВОГО СОШНИКА З ҐРУНТОМ У ВИРОБНИЧИХ УМОВАХ

Савченко В.М.¹, к.т.н.,

Хоменко С.М.², к.т.н.

Куліш В.В.¹, інж.

¹Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

²Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Проектування сучасних посівних систем можливо тільки при повному розумінні механіки взаємодії робочих органів з ґрунтом. Найбільш поширеним робочим органом посівних машин залишається дисковий сошник. Незважаючи на це процес взаємодії дискового сошника з ґрунтом розкритий не повністю.

Основні матеріали дослідження. Для достовірності отриманих даних і для порівняння зі стандартними конструкціями розроблений дисковий сошник був інтегрований у секцію сівалки СНН. В результаті проведення досліджень можна виміряти тягу, вертикальні та бічні зусилля і порівняти їх з результатами інших доступних комерційних сівалок. Був розроблений механізм з'єднання, щоб сівалку можна було безпосередньо з'єднати з кареткою бункера. За допомогою цього методу були виміряні всі сили на сівалку, включаючи тягу, вертикальну і бічну сили (рис. 1).



Рис. 1 Дослідна секція сівалки

Для розробленої сівалки були організовані експериментальні випробування з метою вивчення експлуатаційних характеристик для різних умов роботи. На сівалці був проведений DOE. Він охоплював такі тестові параметри, як глибина та швидкість (таблиця 1). Значення параметрів при випробуваннях сівалки були обрані такимиж, як для випробування диска в лабораторних умовах (в ґрунтовому каналі).

Для того, щоб зрозуміти взаємодію диска з ґрунтом і спроектувати робочий орган для механізму сівалки, необхідно було дослідити зусилля, що виникають при використанні розробленої сівалки. Дослідження ґрунтувалися на представленій тут моделі (Рис. 2), яка розділяла сили, що надходять від ґрунту (сили ґрунту) і сили, що тягнуть диск (сили диска). Як і у випадку випробувань з одним диском, зусилля на диск вимірювали під час серії експериментів з нахилом і

Таблиця 1

Параметри випробування диска/сівалки

№	Глибина обробітку, мм	Швидкість км/год
1	51	5
2	51	8
3	75	5
4	75	8

кутом нахилу диска, які проводили польових умовах. Виміряні дані сили потім були використані для визначення параметрів для зменшення сили опору. Цей процес був використаний для пошуку найкращої комбінації нахилу та кута диска для забезпечення мінімальної сили опору. Подальша розробка сівалки може бути продовжена після оптимізації орієнтації дисків.



1 – дисковий сошник, 2 – копіювальне колесо, 3 – ґрунтообробний диск, 4 – причочувальне колесо, 5 – насінневий бункер, 6 – пружина амортизатора, 7 – паралелограмний зчіпний пристрій.

Рис. 2. Будова дослідної секції

Для досліджень використовувалася модифікована сівалка СНН. Необхідні подальші вдосконалення сівалки, включаючи переробку декількох механізмів і розрахунки, що підтверджують зміни були проведені на підготовчих роботах. Випробувана сівалка була сформована з двох сівалок з дисками і кутами нахилу, які були дзеркально відображені один відносно одного. Дві сівалки з дзеркальними кутами нівелюють бічну силу на з'єднання і дозволяють мобільному енергетичному засобу тягнути їх прямо з меншим опором. Кожна сівалка була з'єднана сімома основними частинами, як показано на рис. 2.

Функції складових частин, показаних на рисунку 2 наступні:

1. Дисковий сошник – це ґрунтозаглиблюючий компонент, який відкриває борозну, розрізаючи і відсуваючи ґрунт убік. Диск є більш точним і ефективним на полях з великою кількістю пожнивних решток, ніж інші борозноутворювачі, такі як відвал; також він потребує меншої сили тяги і створює менше порушень в ґрунті. Однак диск має менший термін служби через малу товщину і осьове обертання порівняно з іншими борозноутворювачами.

2. Копіювальне колесо в основному використовується в парі з дисковим сошником в посівних механізмах для забезпечення точності по глибині загортання насіння. Зазвичай воно встановлюється збоку від диска. Його висоту можна змінювати і налаштовувати для отримання потрібної глибини.

3. Ґрунтозакриваючий диск закриває насіння ґрунту після посіву.

4. Процес засипання ґрунту назад у борозну після того, як насіння потрапило в ґрунт, називається прикочуванням. Насіння повинно бути правильно зашпакльоване в повному контакті з ґрунтом, щоб прорости і не бути винесеним вітром. Диск, що закриває ґрунт, закриває насіння після висіву, а прикочуюче колесо є компонентом прикочування ґрунту.

5. Насіннєвий бункер – це місце, де знаходиться насіння.

6. Амортизаційна пружина повинна бути розроблена для механізму висіву, щоб уникнути ударних навантажень, що прикладаються до ґрунтозаглиблювального інструменту, таких як каміння в ґрунті, що викликає великі навантаження. Ця система пружин дає можливість висівному механізму підніматися і опускатися під час руху по полю.

7. Паралелограмна система і система пробного важеля – це два типи механізмів для контролю глибини борозни. Система з пробним важелем простіша, дешевша і легша, ніж паралелограмний механізм, але вона не забезпечує достатньої точності контролю глибини і притискного зусилля. Паралелограмна система в основному використовується для контролю глибини борозни завдяки своїй точності, простоті управління і більшій жорсткості при більшій міцності. Однак ця система складніша і дорожча, ніж інші системи.

Вона також потребує більше місця і важча, ніж інші системи.

Висновки. Розроблена методика проведення досліджень дозволить виміряти тягу, вертикальні та бічні зусилля дискового сошника і порівняти їх з результатами інших доступних комерційних сівалок, що сприятиме визначенню оптимальних параметрів дискового сошника.

УДК 631.356

ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЛОПАТІ З УРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Hristo Beloev¹, д.т.н.,
Ігнат'єв Євген², к.т.н.,
Фокіна Я.Є.²

¹Русенський університет імені Ангела Канчева, м. Русе, Болгарія.

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Розроблена конструкція гичкозбиральної машини з удосконаленим завантажувальним механізмом, який виконаний у вигляді відцентрової кидача, що приймає весь обсяг зрізаної гички цукрового буряка, а також вивантажувального патрубку кінець якого перебуває на рівні транспортного засобу, що рухається поруч із гичкозбиральною машиною. Для обґрунтування раціональних параметрів даного завантажувального пристрою розроблена математична модель руху частки гички по лопаті кидачка і її сходу з лопаті з метою подальшого моделювання руху по внутрішній поверхні циліндричної частини кожуха і його прямолінійній частини до надходження в транспортний засіб. Отримане при цьому диференціальне рівняння руху частинки гички по лопаті кидачка враховує вплив повітряного потоку, створюваного обертанням кидачка, лопаті якої захоплюють і розганяють повітря, що перебуває в замкненому просторі циліндричного кожуха.

Фундаментальна теорія руху частки матеріалу по робочих поверхнях сільськогосподарських машин представлена в роботах Василенко П.М., Булгакова В.М. і ін., але в цих роботах не розглянуто вплив повітряного потоку на рух частинки.

Мета досліджень. Метою даної роботи є дослідження впливу конструктивних і кінематичних параметрів завантажувального механізму гичкозбиральної машини на кінематичні параметри частинки гички шляхом з урахуванням впливу повітряного потоку.

Основні матеріали досліджень. Нами розроблена нова гичкозбиральна машина, обладнана завантажувальним механізмом для навантаження гички після її безкопінного зрізу ріжучим апаратом у транспортний засіб, що їде поруч гичкозбиральною машиною. Головним конструктивним елементом зазначеного завантажувального механізму є лопатева кидачка з передбаченою можливістю використання лопаток різної геометричної форми.

Важливим елементом технологічного процесу навантаження гички є те, що лопаті при обертанні створюють напір повітря, який також сприяє більш ефективному переміщенню гички в транспортний засіб.

Інакше кажучи, кидалка додатково працює як вентилятор.

Для обґрунтування раціональних параметрів завантажувального механізму розроблено уточнену математичну модель переміщення частки гички уздовж лопатки, з урахуванням впливу повітряного потоку на процес переміщення частки гички вздовж лопатки. В результаті отримано вираз для визначення відносної швидкості частки гички для розглянутої частки випадку:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi} = & \frac{I_2 \left(\frac{2gf^2w + \frac{kfg}{m} - 2gw}{4w^3 + w_C^2fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} - \frac{(\cos g + f \sin g)kV_n}{mw^2} \right) \dot{\varphi} - \frac{4gf w + \frac{kg}{m}}{4w^2 + \frac{2f}{C}fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} \ddot{\varphi}}{(I_1 - I_2)^{-1} I_1 e^{I_1 t} -} \\ & - \frac{I_2 \left(\frac{2gf^2w + \frac{kfg}{m} - 2gw}{4w^3 + w_C^2fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} - \frac{(\cos g + f \sin g)kV_n}{mw^2} \right) \dot{\varphi} + \frac{4gf w + \frac{kg}{m}}{4w^2 + \frac{2f}{C}fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} \ddot{\varphi}}{(I_1 - I_2)^{-1} I_2 e^{I_2 t} + \frac{4gf w + \frac{kg}{m}}{4w^2 + \frac{2f}{C}fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} \cos \omega t - \frac{2gf^2w + \frac{kfg}{m} - 2gw}{4w^2 + \frac{2f}{C}fw + \frac{k\ddot{\varphi}^2}{m}} \sin \omega t. \end{aligned} \quad (1)$$

де w – кутова швидкість обертання лопатей кидали;

m – маса частки;

g – прискорення сили ваги;

f – коефіцієнт тертя;

V_n – швидкість повітряного потоку;

g – кут між вектором швидкості \vec{V}_n й поверхнею лопатки;

k – коефіцієнт, який залежить від фізико-механічних властивостей гички.

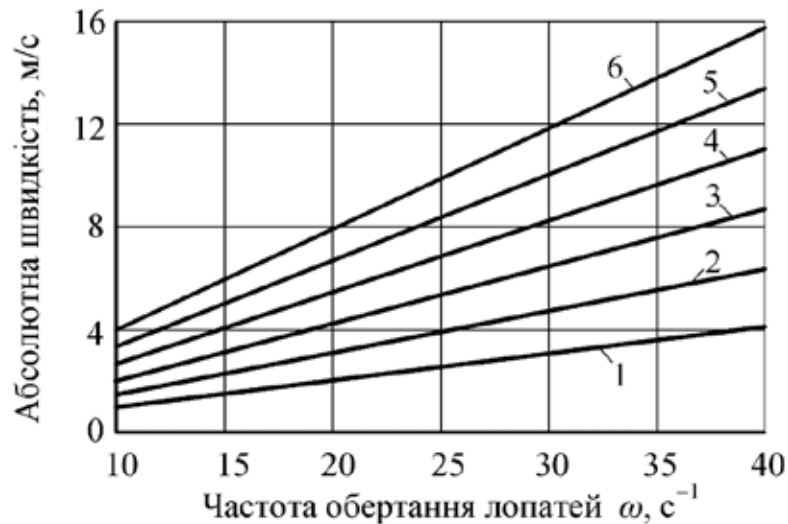
Для визначення абсолютної швидкості сходу частки гички з кінця лопаті кидалки. Оскільки переносна швидкість частки гички M спрямована по дотичній до диска в точці сходу з лопаті й по величині рівна wR , де R – радіус диска, а кут між вектором відносної й переносної швидкості рівний $(90^\circ - \gamma_1)$, то по теоремі косинусів визначаємо величину абсолютної швидкості V_a руху частки гички M під час її сходу з диска, яка буде рівна:

$$V_a = \sqrt{\dot{\varphi}_1^2 + w^2 R^2 - 2\dot{\varphi}_1 w R \sin \gamma_1} \quad (2)$$

Для чисельного моделювання отриманих математичних моделей на ПК нами була складена програма числових розрахунків у програмі Matlab. За результатами проведених числових розрахунків на ПК побудовані графіки залежностей абсолютної швидкості V_a сходу

частки M гички з кінця лопаті від довгі l лопаті, а також від кутової швидкості ω обертання лопатей й сили тиску F_n повітряного потоку.

На рис. 1 представлена отримана в результаті чисельного моделювання отриманої математичної моделі залежність абсолютної швидкості V_a сходу частки M гички з кінця лопаті залежно від кутової швидкості ω обертання кидалки й довжини l лопаті.



1 – $l=0,1$ м; 2 – $l=0,15$ м; 3 – $l=0,2$ м; 4 – $l=0,25$ м; 5 – $l=0,3$ м;
6 – $l=0,35$ м

Рис.1. Залежність абсолютної швидкості V_a сходу частки M гички з кінця лопаті від кутової швидкості ω обертання кидалки й довжини l лопаті

Аналіз залежностей представлених на рис. 1 дозволяє зробити висновок, що збільшення кутової швидкості ω обертання кидалки й довжини l її лопаті приводить до збільшення абсолютної швидкості V_a сходу частки M гички з кінця лопаті. Представлену на рис. 1 інформацію можна використовувати для вибору швидкості обертання й довжини лопаті кидалки при яких досягається необхідна абсолютна швидкість сходу часточки гички.

Далі представлена залежність (рис. 2) відносної швидкості V_r частки M гички від кутової швидкості ω обертання кидалки.

Залежність на рис. 2 показує, що у випадку застосування кидалки з малою довжиною лопаті до 0,15 м і не дивлячись на високу швидкість V_n повітряного потоку спостерігається падіння відносної, а внаслідок цього й абсолютної V_a швидкості частки M гички при її сході з лопатки кидалки гичкозбиральної машини при певній кутовій швидкості ω , що при прийнятих конструктивно-кінематичних параметрах відповідає $\omega = 11..15$ с⁻¹. Відповідно, для остаточного вибору конструктивно-кінематичних параметрів кидалки необхідно проводити аналіз вихідних параметрів за допомогою розробленої

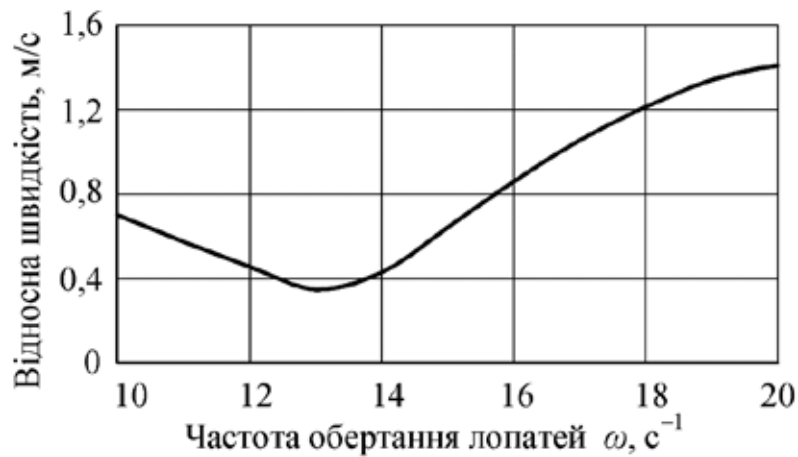


Рис.2. Залежність відносної швидкості частки M гички від кутової швидкості ω обертання (при $l=0,1$ m and $V_n = 35$ m·s⁻¹)

математичної моделі для одержання найбільшої ефективності й необхідної абсолютної швидкості часточки гички на виході робочих органів завантажувального механізму гичкозбиральної машини з урахуванням впливу повітряного потоку.

Висновки. Отримано аналітичний вираз для визначення абсолютної швидкості сходу частки гички з лопаті кидалки. За допомогою числових розрахунків на ПК отримані залежності абсолютної швидкості V_a сходу частки M гички з кінця лопаті від кутової швидкості ω обертання кидалки й довжини l лопаті які дозволяють для одержання необхідної швидкості часточки підібрати кінематичні й конструктивні параметри кидалки.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ігнат'єв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. Вісник аграрної науки 95 (3), С. 47–53.

2. Olt J., Bulgakov V., Beloev H., Nadykto V., Ihnatiev, Ye., Dubrovina O., Arak M., Bondar M., Kutsenko A. A mathematical model of the rear-trailed top harvester and an evaluation of its motion stability. Agronomy Research 20(2), 2022, Pp. 371–388.

3. Adamchuk V., Bulgakov V., Korenko M., Boris A., Boris M., Ihnatiev Y. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions. Mechanization in agriculture. Sofia, Bulgaria, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.

4. Ihnatiev Y. Theoretical substantiation of topping parameters without sugar beet head copying. IV International scientific Congress “Agricultural machinery”. Varna. Issue 18 (181). Vol. 1, 22-25 june 2016. P. 55–58.

УДК 631.31

ЩОДО ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

Петрусенко Д.М., здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. вик.,

Калнагуз О.М., ст. вик.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Для підготовки зберігання зерна потрібно знати що сама зернова маса має не мало компонентів, більша кількість яких – це живі організми з певними характерними ознаками та функціями.

Основні матеріали дослідження. Для підготовки зберігання зерна потрібно знати що сама зернова маса має не мало компонентів, більша кількість яких – це живі організми з певними характерними ознаками та функціями. Структура зернової маси – це всі компоненти, які пов'язані між собою (домішки, шкідники, основна культура зерна, мікроорганізми), які живуть і виконують фізіологічні процеси (зігрівання, засмічення, завдання шкоди зерну то що. В зерновій масі також є певна кількість мінеральних домішок (каміння чи пісок, які погано впливають на якість зерна. Також пливає повітря в прошарках між зерном воно відрізняється від того що в довкіллі. Відрізняється зазвичай температурою і вологістю, якщо ж створити умови для охолодження або для герметизації показники будуть змінні.

Щоб краще зберегти врожай його очищають в два етапи, для його тривалого зберігання. У машинах які використовуються для первинного очищення видаляють домішки та займаються сортуванням зерна. Під час вторинного очищення проводять обробку для насіння яке пройшло первинну очистку. Основна увага приділяється очищенню насіння від бур'янів та отруйних речовин.

Від засміченості зерна залежить, його зберігання, його якість продуктів які з нього виготовляють. Найбільшими шкідниками для зерна є бур'яни наприклад: софора лисохвоста (отруйна рослина якій присутні алкалоїди які використовують в лікарських засобах і як барвники), в'язель різнокольоровий (викликає хвороби серця і травного тракту) та гірчак повзучий (отруйний бур'ян для багатьох тварин, якщо гірчак потрапляє до маси основного зерна, зерно яке йде на борошно має гіркий смак, що позначається на його якості.

Очищенням від бур'янів відбувається завдяки повітряним потокам: горизонтального або вертикального спрямування. На сьогодні є більш сучасний спосіб очистки зерна – за допомогою гравітаційного руху зернової маси нерухомими решетами і дрібних домішок. Основними перевагами від застарілого способу є: мінімалізація нанесення шкоди зерну під час очищення, очищення без використання

великої кількості енергії і невелика маса та габарити.

Найпопулярніші способи зберігання зерна з його урахуванням призначення: зберігання в охолодженому стані, без доступу повітря та сухий режим зберігання. Сухий режим базується на підсушенні зерна до того моменту коли сам процес дихання майже припинається. Зберігання зерна в охолодженому стані дуже позитивно впливає на його зберіганні, а саме відбувається повне консервування зернової маси. Навіть сухе зерно охолоджують для його кращого збереження. Режим герметизації (режим без доступу повітря) відбувається під час умов створення газового середовища в якому кількість кисню а кількість діоксиду вуглецю збільшується. Такі умови можливо реалізувати як і природнім шляхом(газовий склад зміниться через аеробне і анаеробне дихання в якому утвориться газове середовище з малим вмістом кисню) так і штучним (тобто рукотворно насичують вуглекислим газом). Для того щоб зберегти зерно без втрат потрібно придержуватися потрібних чинників від яких залежить його якість: температура зерна і довкілля, вологість та чи має доступ кисню до самої зернової маси.

Зерно розподіляють за критерієм його здатності для зберігання. Лише один фактор може вплинути на його зберігання і це вологість. Якщо ж не дотримуватися потрібних умов то з часом почнуться втрати. Зазвичай втрати бувають двох видів – втрата якості і маси(ваги). Також слід не забувати про те що втрати можуть мати біологічний (проростання, пошкоджено шкідниками/гризунами) або механічний характер (просипання, травмування).

Зберігають зерно в: елеваторах різної місткості, в металевих бункерах чи силосних баштах та в коморах (сараях) і будівлях, де забезпечені нормальні умови для зберігання зернових культур.

Висновки. Отже найкращим для зберігання є сухе зерно, тому що його можна зберігати на великий період час.

Список використаних джерел.

1. Сторчоус І. Як зберегти врожай зернових без втрат [Електронний ресурс] / І. Сторчоус // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2022. URL: <https://propozitsiya.com/ua/yak-zberegiti-vrozhay-zernovih-bez-vtrat>.

2. Іщенко В. Як зберігати сухе зерно [Електронний ресурс] / В. Іщенко, О. Гайденко, Г. Козелець // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2019. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/zberihannia/item/14948-yak-zberihaty-sukhe-zerno.html>.

3. Як зберігати зерно в сучасних умовах? [Електронний ресурс] ПрАТ «Агриматко -Україна». 2023. URL: <https://agrimatco.ua/news/yak-zberigati-zerno-v-suchasnikh-umovakh>.

UDC 631.173

THE MAIN DIRECTIONS OF RECONSTRUCTION OF REPAIR SHOPS

Dashyvets H., Ph.D. Eng.

Shyrochkin V., student

Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia, Ukraine

Statement of the problem. The Ukrainian economy suffered significant losses. But the war already raises the issue of post-war reconstruction, taking into account construction and dismantling works, waste processing. One of the main principles of restoration is optimized project solutions, which include the implication of waste, the ability to reconstruct, add to, and change the functionality of buildings; modularity and unification of structures; compatibility and interchangeability when used as necessary for another purpose [1]. All these measures also apply to the repair and maintenance base of the agricultural industry.

Reconstruction projects are developed after an examination of the existing repair shop, which determines its physical wear and tear. The drawings of the inspected buildings must contain the characteristics of the main structures. The survey of the production activity of the main parts of the workshop consists in the collection of materials characterizing the existing technological process, operating equipment and technical and economic efficiency of production.

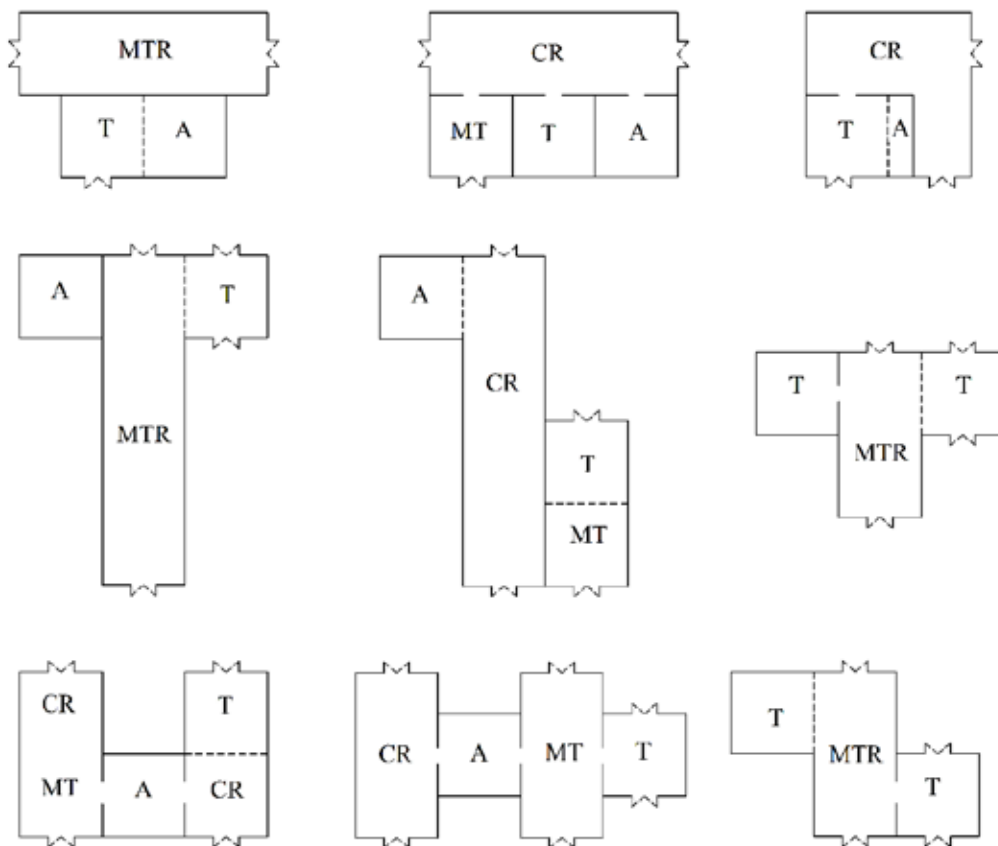
The initial data for the reconstruction is the annual work program, the fleet of cars that will be serviced, the types of repairs and other work that is expected to be performed. During the reconstruction, all its economic, technological, construction, sanitary-technical and organizational tasks should be solved [2].

The objectives of the reconstruction are to reduce its cost and make products cheaper by carefully justifying the need for new buildings; grouping production sites and auxiliary premises into one building with admissible reduction of their area and volume; application of the most economical constructive solutions and materials; installation of modern equipment, development of advanced technological processes and production methods that reflect the achievements of modern technology and ensure high labor productivity.

The main research materials. The analysis of existing buildings of farm repair shops, built according to individual and typical projects, showed that in most cases they did not meet the existing needs in terms of outturn. In addition, repair shops, as a rule, were created in the form of mono-block structures, which made their reconstruction difficult. They also have disadvantages from an economic point of view, since the one-time diversion

of significant funds for the construction of a shop presented significant difficulties for farms. These and other shortcomings of the existing shop projects served as the basis for the development of new principles of their design based on the so-called modular design and reconstruction with the introduction of additional capacities through the sequential construction of the required number of block modules.

The essence of modular design is that the repair workshop consists of specialized sections that are parts (modules) of the workshop that perform one or more separate functions [3]. The specialized module is not only a technological object, but also a construction object. As a construction object, it should be standardized, have certain construction dimensions, which will allow industrial production of construction structures and use production methods of their construction (Figure 1).



T – thermal block-module (forge, welding, vulcanization sections),
 MT – machine maintenance block-module,
 CR – block-module for current repair of machines,
 MTR – block-module for maintenance and repair of machines,
 A – block-module for auxiliary premises

Fig. 1. Examples of planning solutions for the mutual combination of block modules

When creating new and reconstructing existing shops, the most promising option is the sequential implementation of individual block

modules. At the same time, the main block-module, which determines the capacity of the workshop, is the repair and assembly module.

In the process of reconstruction, it is necessary that the structural solution of the shop building ensures the use of universal reconfigurable repair and technological equipment for the purpose of rapid reconfiguration of production, formation of technological and transport flows in accordance with planning options.

Conclusions. Application of the block-module principle in new construction and reconstruction of repair shops of agricultural enterprises is a progressive and promising direction. Based on the principle of modular design, typical workshop projects for farms with different tractor fleets should be developed.

References

1. Білик А. Післявоєнне відновлення України має бути «зеленим» та сталевим. GMK. CENTER. [Електронний ресурс]. URL: <https://gmk.center/ua/opinion/pislyavoienne-vidnovlennya-ukraini-maie-buti-zelenim-ta-stalevim/>

2. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник. Київ: Вища школа, 1993. 287 с.

3. Дашивець Г. І., Новік О. Ю. Використання комп'ютерних технологій при викладанні дисципліни «Проектування сервісних підприємств» Удосконалення навчально-виховного процесу у вищому навчальному закладі: збірн. наук.-метод. праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип. 19, С. 136–142.

УДК 638.1

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЗОНУВАННЯ ВУЛИКІВ І ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ОХОЛОДЖУВАЧА НА БАЗІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕЛЬТЬЄ

Савченко В.М., к.т.н.,

Шевеленко В.В., інж.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

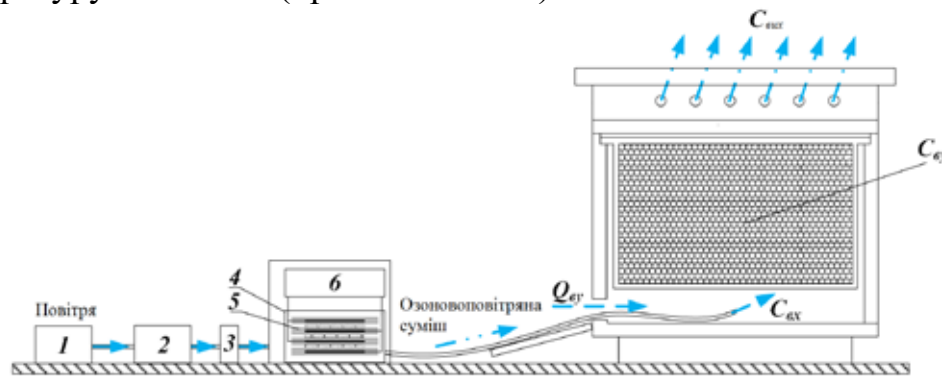
Постановка проблеми. Сучасне бджільництво неможливо собі уявити без електротехнологій та електрообладнання, які прискорюють роботу і полегшують працю бджоляра, що в кінцевому підсумку підвищує продуктивність усієї пасіки. Це стосується не тільки процесів переробки продукції бджільництва (наприклад, сушіння бджолиної перги і пилку в конвективних сушильних камерах, передпродажна

підготовка меду за допомогою рекристалізаторів тощо), а й технологічних операцій пов'язаних з утриманням бджіл. Так, наприклад, проведенням профілактичних і лікувальних заходів на пасіці за допомогою електрофізичного обладнання вже давно нікого не здивуєш. Сюди можна віднести: боротьбу з варроатозом за допомогою теплових камер, дезінфекцію вуликів і стільників, а також лікування бджіл розчинами аноліту й озоном, які отримують відповідно за допомогою електролізерів води та електроозонаторів.

Основні матеріали досліджень. Для впровадження охолоджувача в електротехнологічний процес озонування бджолиних вуликів необхідно визначити його місце в ньому. Стандартна схема містить компресор, що подає повітря в електроозонатор, з якого утворена в ньому озоноповітряна суміш через систему гнучких шлангів надходить до одного або кількох бджолиних вуликів. Тому можливі 2 варіанти установки. Після електроозонатора для охолодження озоноповітряної суміші з метою унеможливити негативний вплив високих температур на бджіл. Або між компресором і електроозонатором, що дасть можливість не тільки знизити температуру озоноповітряної суміші, а й знизити нагрів розрядного пристрою, що, як було показано в попередньому розділі, збільшує його продуктивність і надійність роботи. На нашу думку, найбільшого позитивного ефекту можна досягти за 2 варіанту встановлення охолоджувача. Але варто зазначити, що в будь-якому з цих варіантів присутня необхідність осушення повітря внаслідок виникнення перепаду температур і появи вологи, яка не бажана ні у вулику, ні всередині електроозонатора. Тому після охолоджувача необхідно ставити повітряні фільтри-вологовідділювачі для усунення цього недоліку. Таким чином, конструктивно-технологічна схема озонування з пропонуваним охолоджувачем матиме вигляд, показаний на рис. 1.

У багатьох роботах було визначено мінімальну подачу компресора для електроозонатора, що дорівнює 70 л/хв або 42 м³/год. З урахуванням додавання в систему "компресор-охолоджувач" додаткового повітряного опору у вигляді охолоджувача доцільніше прийняти більшу продуктивність компресора. Так у тій самій роботі експериментальні дослідження проводилися на базі компресора з продуктивністю 125 л/хв (7,5 м³/год). Для проведення математичного опису і подальшого комп'ютерного моделювання поставленої задачі спочатку необхідно визначити конструкцію охолоджувальної установки, що розглядається, та основні її параметри. Так, для вибору марки і кількості елементів Пельтьє в охолоджувачі, в першому наближенні, необхідно знати, яку кількість потужності P_C необхідно затратити на охолодження повітря, що підводиться від компресора. Температура повітря на виході з компресора залежно від температури навколишнього середовища може становити 35...45°C (прийємо 40°C), а температура на вході в електроозонатор згідно з повинна мати

температуру 10...20°C (прийємо 20°C).



1 – компресор, 2 – охолоджувач, 3 – фільтр-вогловіддільник, 4 – корпус електроозонатора, 5 – розрядний пристрій, 6 – джерело живлення електроозонатора

Рис. 1. Зображення конструктивно-технологічної схеми озонування вуликів з охолоджувачем повітря, що надходить до електроозонатора.

Звичайними складовими охолоджувачів на базі елементів Пельтьє є: самі елементи у вигляді термоелектричних модулів (ТЕМ), кулери для відведення тепла і холоду від них. Існує велика різноманітність ТЕМ.

Вони мають різні розміри і бувають найчастіше квадратної, рідше прямокутної форми. Як правило, розмір сторін ТЕМ становить від 1 до 4 см. Відповідно до габаритів у ТЕМ розміщується різна кількість напівпровідникових елементів, від чого залежать їхні основні характеристики: максимальна холодопродуктивність P_{Cmax} , максимальний струм I_{max} , максимальна напруга U_{max} , максимальна різниця температур ΔT_{max} між боками модуля за температури гарячого боку, що дорівнює 300 К (табл. 1).

Таблиця 1

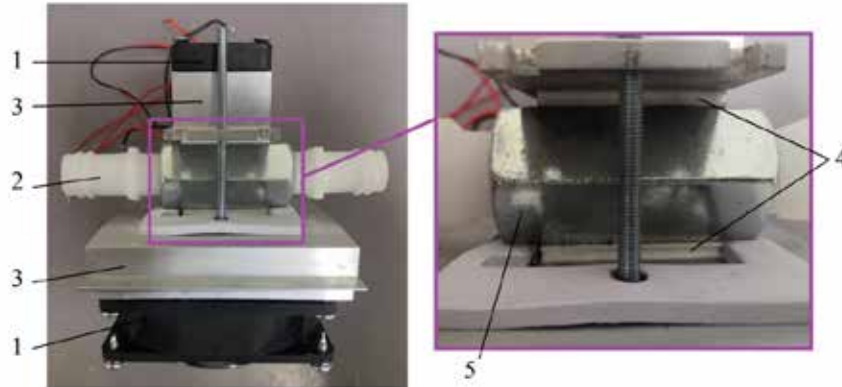
Характеристики найпоширеніших на ринку ТЕМ

Найменування	I_{max} , А	U_{max} , В	P_{Cmax} Вт	ΔT_{max}	Габаритні розміри, мм
ТЕС1-127060-40	6	15,6	54,9	65	40×45×4
ТЕС1-127040-45	4	15,5	35,6	65	40×45×4,8
ТЕС1-127030-30	3	14,5	25,1	65	30×35×4
ТЕС1-017040-15	4	2	4,7	65	15×20×4,8
ТЕС1-065040-4Н	4	7,6	17,8	65	40×25×4,8
ТЕС1-035030-3Н	3	4,2	7,4	65	30×20×4,8

Природно, що найбільшу холодопродуктивність матимуть ТЕМ з більшою площею сторін. Номінальна напруга стандартних ТЕМ становить, як правило, або 5, або 12 В. Для даної задачі краще останнє, оскільки найчастіше в умовах пасіки відсутній доступ до звичної системи електропостачання, але існує можливість живлення від

акумуляторних кислотних батарей (АКБ).

У наших дослідженнях показано, що неможливо значно знизити температуру повітря, що подається в охолоджувач, в установці, де повітря одноразово проходить через невеликий радіатор, встановлений на холодній стороні ТЕМ. Так в установці, представленій на рис. 2, температура повітря, що подається від компресора, впала всього лише на 1,7 °С.



1 – вентилятор, 2 – патрубок для підведення повітря, 3 – радіатори, встановлені на гарячих сторонах елементів Пельтьє, 4 – елементи Пельтьє, 5 – з'єднувальна гайка – радіатор на холодному боці ТЕМ.

Рис. 2. Фотографії варіанта охолоджувача на базі елементів Пельтьє.

Тому для істотного зниження температури повітря, що подається в охолоджувач, необхідно, щоб воно якомога довше контактувало з поверхнею холодного радіатора, а для цього в ньому має бути зигзагоподібний канал. Радіатори з таким каналом найчастіше використовуються для охолодження води і розрізняються різною довжиною. Такі радіатори представлені на рис. 3. Як правило, вони мають стандартну ширину 4 см, що визначає в нашому випадку розміри ТЕМ – 40×40 мм.

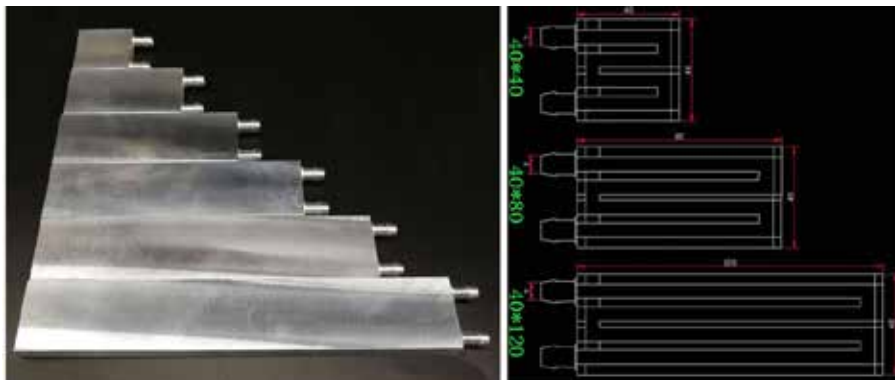


Рис. 3. Зображення радіаторів водяного охолодження (зліва) та їхня внутрішня конструкція (праворуч).

Визначивши розміри ТЕМ, а також необхідну холодопродуктивність P_{Cmax} , згідно з табл. 1 можна вибрати 1 ТЕМ типу ТЕС1-127060-40 ($P_{Cmax}=54,9$ Вт). Але для отримання необхідного

значення РС потрібна дуже ефективна система охолодження, що сильно збільшує масогабаритні показники охолоджувача, до того ж робота за максимальних значень струму призводить до швидкої деградації ТЕМ.

При цьому, як було зазначено вище, за малої площі обраного ТЕМ час контакту повітря з його холодною поверхнею малий. Щоб його збільшити, а також знизити навантаження на ТЕМ, згідно з характеристиками ТЕС1-127060-40, представленими на рисунку 2.4, оберемо 8 ТЕМ такого типу, що працюють за сили струму 1,5-2 А. У цьому випадку значення РС кожного ТЕМ за прийнятої раніше різниці температур $\Delta T = 20^\circ\text{C}$ становитиме близько 5...7 Вт, що в сумі дасть необхідну холодопродуктивність від 48 до 56 Вт.

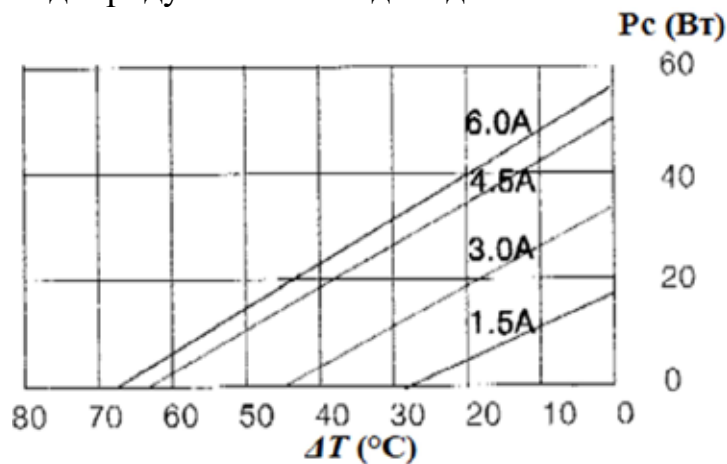
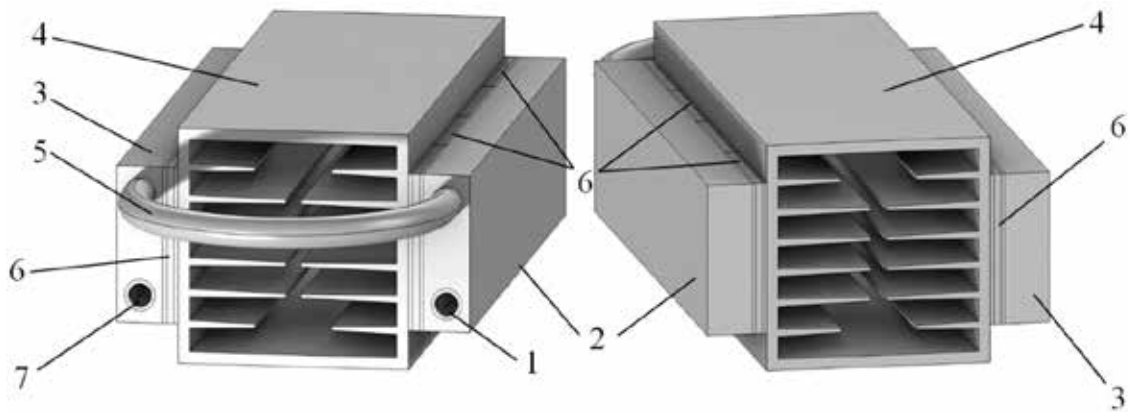


Рис. 4. Графіки залежності холодопродуктивності ТЕС1-127060-40 від сили струму і різниці температур між холодним і гарячим боками.

Для дослідження нами було обрано 2 каналних радіатори завдовжки 16 см, що дає змогу відводити холод із 8 обраних ТЕМ (по 4 ТЕМ на кожному радіаторі). Вони будуть з'єднані послідовно за допомогою гнучкого шланга. Для відведення тепла з гарячих боків ТЕМ достатньо одного загального радіатора та одного вентилятора.

Таким чином, геометрична модель досліджуваної конструкції охолоджувача буде виглядати, як показано на рис. 5. У геометричній моделі не показано вентилятор, що створює потік уздовж ребер гарячого радіатора, оскільки, на нашу думку, його корпус не має значущого впливу на теплові процеси, що розглядаються, а швидкість потоку повітря, яку він створює, може бути задана за допомогою відповідної граничної умови.

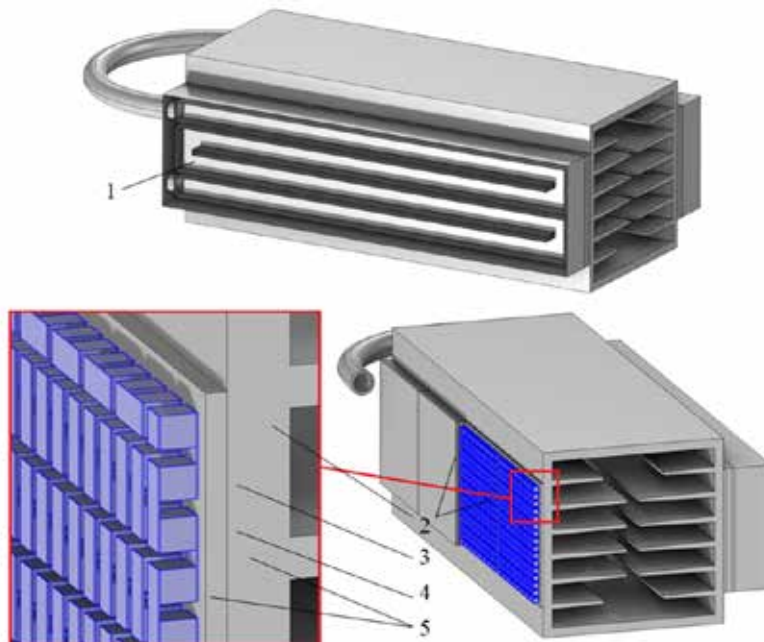


1 – вхідний повітряний отвір, 2 – перший "холодний" радіатор, 3 – другий "холодний" радіатор, 4 – "гарячий" радіатор, 5 – силіконовий гнучкий трубопровід, що з'єднує радіатори 2 і 3, 6 – елементи Пельтьє, 7 – вихідний повітряний отвір.

Рис. 5. Зображення досліджуваної геометричної моделі

На рис. 6 показано внутрішню будову елементів охолоджувача.

Для комп'ютерного моделювання геометричної області, яку ми розглядаємо, методом скінченних елементів було створено сітку, яка складається з більш ніж 10 млн. елементів (тетраєдрів). Середня якість елементів дорівнює 0,62, що свідчить про хорошу якість отриманої сітки (має бути не менше 0,6). На "твердих" кордонах моделі, що

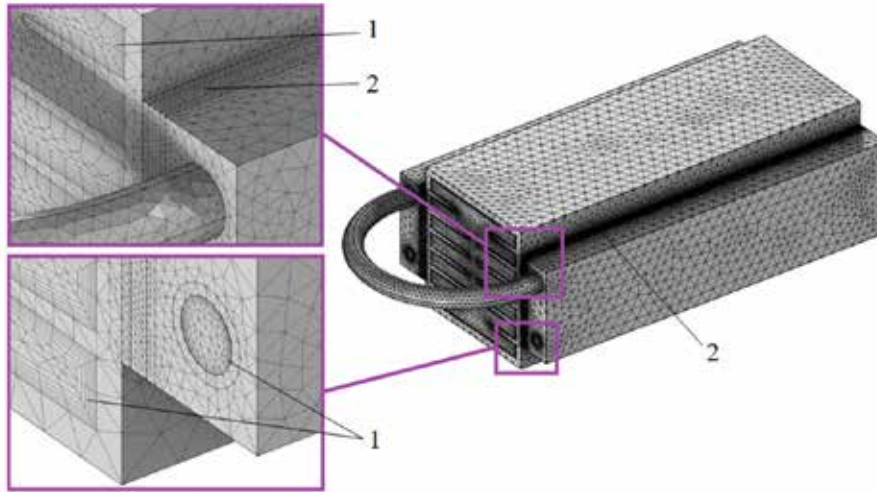


1 – зигзагоподібний повітряний канал в одному з радіаторів згідно з рис. 2, 2 – керамічні пластини з Al_2O_3 , 3 і 4 – напівпровідникові елементи $p-n$ типу, 5 – мідні пластини, що з'єднують напівпровідникові елементи 3 і 4

Рис. 6. Внутрішня будова елементів охолоджувача

стикаються з потоками повітря, було побудовано так звану

прикордонну сітку для кращої збіжності гідродинамічної задачі. Області розглянутої геометричної моделі, що мають малі розміри порівняно з усією моделлю, як-от ТЕМи та їхні елементи, складаються з набагато дрібніших елементів сітки, ніж, наприклад, алюмінієві радіатори (рис. 7).



1 – пограншарова сітка для поліпшення збіжності гідродинамічної задачі, 2 – дрібні елементи сітки

Рис. 7. Зображення сітки, побудованої для комп'ютерного моделювання даної моделі методом скінченних елементів

Для подальшого проведення комп'ютерного моделювання необхідно визначити процеси, що протікають у геометричній області, що розглядається.

Висновки. В роботі обґрунтовано конструктивно-технологічну схему озонувальної установки, визначено необхідну холодопродуктивність охолоджувача, що становила 50 Вт, за умови подачі компресора 7,5 м³/год для зниження температури вхідного повітря на 20°C.

СЕКЦІЯ 2. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ПЕРЕРОБКИ ПРОДУКЦІЇ РОСЛИННИЦТВА ТА ТВАРИННИЦТВА

УДК 631.356

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ОЧИСНИКА ГОЛОВОК КОРЕНЕПЛОДІВ

Pascuzzi Simone¹, проф.,

Ігнат'єв Є.І.², к.т.н.,

Чибічик І.І.²

¹Університет імені Альдо Моро в Барі, м. Барі, Італія.

²Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Сучасні технології збирання цукрового буряка передбачають роздільне збирання гички й коренеплодів, а саме зріз гички на корені й наступне викопування коренеплодів із ґрунту. При цьому видалення гички здійснюється у два прийоми: суцільний основний зріз зеленого масиву гички на підвищеній висоті й наступне очищення головок від залишків гички або обрізання головок. Усі перераховані операції збирання гички здійснюються на корені, тобто при знаходженні тіл коренеплодів цукрового буряка в ґрунті.

Таким чином, саме доочищення головок коренеплодів від залишків гички на корені є актуальною, економічно виправданою операцією, що дозволяє при високій якості вихідної сировини значно заощаджувати вихід кінцевого продукту з одиниці зібраної площі.

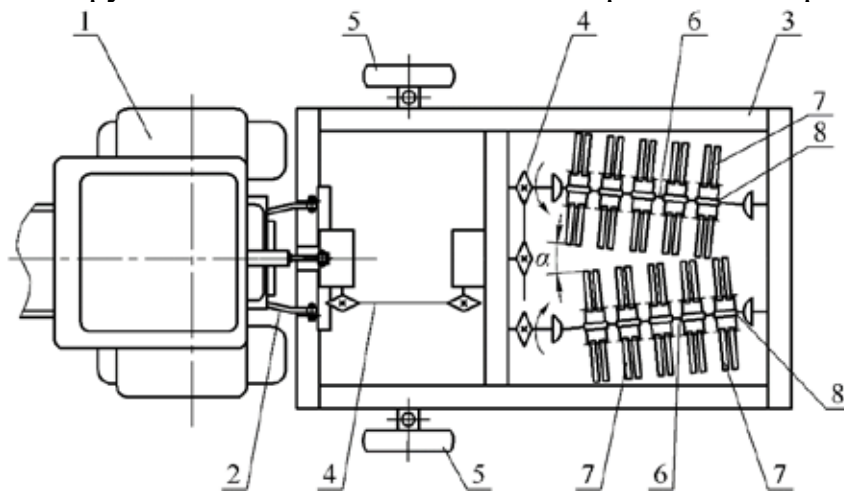
Для вирішення даної проблеми розроблена нова конструкція очисника головок коренеплодів цукрового буряка від залишків гички на корені, після завищеного суцільного зрізу масиву гички роторним гичкозрізаючим апаратом. Конструктивною особливістю даного очисника є наявність двох приводних очисних валів з горизонтальними осями обертання, які охоплюють кожний рядок коренеплодів цукрового буряка із двох сторін.

Мета досліджень. Експериментально визначити раціональні значення конструктивних і кінематичних параметрів нового очисника головок коренеплодів цукрового буряка від залишків гички на корені, що забезпечують високу якість виконання технологічного процесу.

Основні матеріали досліджень. Для дослідження технологічних і енергетичних параметрів даного очисника головок коренеплодів від залишків гички на корені нами була розроблена польова експериментальна установка, що дозволяє в реальних умовах бурякового поля моделювати роботу одиничного зразка очисника головок коренеплодів даного типу. Дана польова експериментальна

установка агрегується з колісним трактором тягового класу 1,4 і дозволяє здійснювати очистку від залишків гички з одного підготовленого рядка посівів коренеплодів цукрового буряка, з якого попередньо зрізана основна маса гички, але на головках коренеплодів zostалися деякі залишки.

Експериментальна установка (рис. 1) складається з основної рами 3, яка навішується на агрегуючий трактор 1 за допомогою начіпного пристрою 2. На основній рамі 3 розміщені горизонтальні приводні вали 6 очисних робочих органів 7 головок коренеплодів. Робота польової експериментальної установки виконується в плаваючому положенні, а висота установки очисних робочих органів 7 (кінців еластичних очисних лопатей) регулюється за допомогою копіювальних коліс 5. Положення копіювальних коліс, щодо рами 1 може змінюватися завдяки конструкції гвинтових механізмів їх кріплення до рами 1.



1 – трактор; 2 – зчіпка; 3 – основна рама; 4 – елементи приводу; 5 – копіювальні колеса; 6 – приводні вали; 7 – робочі органи; 8 – обойми

Рис. 1. Конструктивна схема експериментальної установки

Приводні вали очисних робочих органів приводяться в обертовий рух за рахунок карданної передачі 4 від вала відбору потужності агрегуючого трактора через конічний редуктор. Потім від нього за допомогою ланцюгової передачі приводяться в дію горизонтальні приводні вали 6 з закріпленими на них обоймами 8 на яких розміщені очисні робочі органи 7.

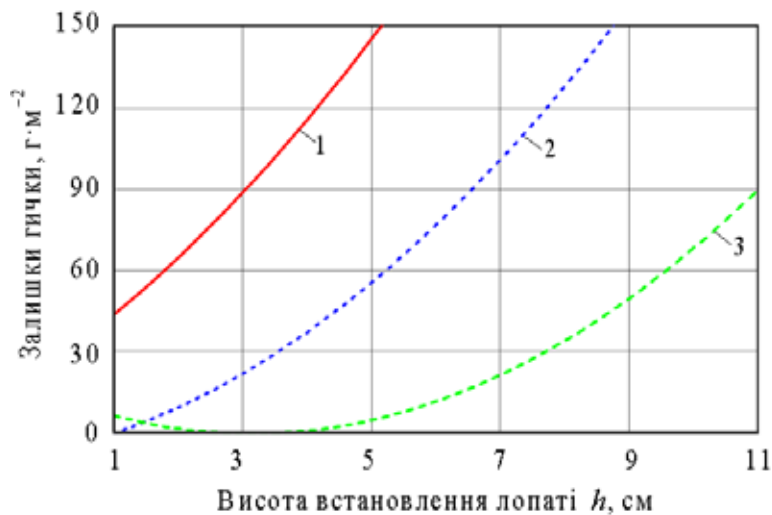
У результаті повного трьохфакторного експерименту, який був реалізований згідно зі стандартним планом, були отримані дослідні дані та отримані функціональні залежності залишків гички (Y) від кутової швидкості обертання приводних горизонтальних валів очисника (X_1) і висоти встановлення лопатей очисника над рівнем поверхні ґрунту (X_2) при заданій поступальній швидкості руху очисника у вигляді поліноміальної залежності 2 ступеня:

– для швидкості руху $0,75 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$:

$$Y = 192.8 - 6.82 \times X_1 + 37.3 \times X_2 + 0.058 \times X_1^2 - 0.592 \times X_1 \times X_2 + 1.46 \times X_2^2 \quad (1)$$

У результаті аналізу отриманих залежностей встановлено, що найкращою апроксимацією дослідних даних впливу поступальної швидкості руху очисника, кутової швидкості обертання приводних валів очисника й висоти установки лопатей очисника над рівнем поверхні ґрунту на якість видалення залишків гички забезпечує поліноміальна залежність 2 ступеня. Найбільш значимим фактором при цьому є висота встановлення лопатей очисника над рівнем поверхні ґрунту X_2 .

Графічна інтерпретація результатів експериментальних досліджень представлена у вигляді залежностей маси залишків гички від висоти встановлення лопатей над рівнем поверхні ґрунту й кутової швидкості обертання приводних горизонтальних валів очисника при поступальній швидкості руху очисника $0,75 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (рис. 2).



1 – $34,8 \text{ рад}\cdot\text{с}^{-1}$; 2 – $54,2 \text{ рад}\cdot\text{с}^{-1}$; 3 – $78,4 \text{ рад}\cdot\text{с}^{-1}$

Рис. 2. Залежність залишків гички від висоти встановлення лопатей над рівнем поверхні ґрунту при поступальній швидкості руху очисника, рівній $0,75 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ і кутовій швидкості приводних валів

Аналіз отриманих функціональних і графічних (рис. 2) залежностей свідчить про те, що зі збільшенням кутової швидкості обертання приводних горизонтальних валів очисника й зменшенням висоти встановлення лопатей щодо рівня поверхні ґрунту переважно спостерігається зменшення залишків гички на сферичних поверхнях головок коренеплідів цукрового буряка, що відповідає більш якісному виконанню технологічного процесу очищення. Однак при значеннях поступальної швидкості руху очисника, рівній $1,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ залежність має більш складний і неоднозначний характер.

У цілому, можна зробити висновок, що підвищення якості

виконання технологічного процесу очисником головок коренеплодів від залишків гички з горизонтальними приводними валами можна досягти шляхом збільшення кутової швидкості обертання приводних валів очисника й зменшення висоти встановлення лопатей над рівнем поверхні ґрунту при середній поступальній швидкості руху очисника. При низькій швидкості руху до $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ при висоті встановлення лопатей до 2,5 см кутова швидкість обертання приводних валів практично не впливає на якість виконання технологічного процесу.

Внаслідок аналізу отриманих залежностей встановлено, що раціональними режимами роботи досліджуваного очисника головок коренеплодів цукрового буряка від залишків гички на корені із приводними горизонтальними валами є: – швидкість поступального руху очисника – $0,75 \dots 1,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$; – кутова швидкість обертання приводних валів – $54,2 \dots 78,4 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}$; – висота установки лопатей очисника над поверхнею ґрунту – $1 \dots 6 \text{ см}$.

При зазначених значеннях режимів роботи очисника буде найбільш якісна його робота з видалення залишків гички зі сферичних поверхонь головок коренеплодів цукрового буряка, з яких зрізана основна маса гички.

Висновки. У результаті аналізу експериментальних даних, оброблених за допомогою ПК встановлено, що підвищення якості виконання технологічного процесу очищення головок коренеплодів цукрового буряка від залишків гички очисником із двома приводними горизонтальними валами можна досягти шляхом збільшення кутової швидкості приводних валів очисника й зменшення висоти установки лопатей над рівнем поверхні ґрунту на досить високих поступальних швидкостях його руху.

Список використаних джерел

1. Olt J., Bulgakov V., Beloev H., Nadykto V., Ihnatiev, Ye., Dubrovina O., Arak M., Bondar M., Kutsenko A. A mathematical model of the rear-trailed top harvester and an evaluation of its motion stability. *Agronomy Research* 20(2), 2022, pp. 371–388.

2. Adamchuk V., Bulgakov V., Korenko M., Boris A., Boris M., Ihnatiev Y. Laboratory and field equipment workingout and the results of experimental studies of pre-harvesting sugar beet field conditions. *Mechanization in agriculture*. Sofia, Bulgaria, 2016. Issue 1. Pp. 3–5.

3. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Ігнат'єв Є.І. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату. *Вісник аграрної науки* 95 (3), С. 47–53.

4. Ihnatiev Y. Theoretical substantiation of topping parameters without sugar beet head copying. IV International scientific Congress “Agricultural machinery”. Varna. Issue 18 (181). Vol. 1, 22-25 June 2016. P. 55–58.

УДК 635.65

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПЕРЕРОБКИ КВАСОЛІ У КОНСЕРВОВАНУ ПРОДУКЦІЮ ІЗ УДОСКОНАЛЕННЯМ ПРОЦЕСУ ЗАМОЧУВАННЯ

Шевченко А.О., к.т.н.,

Прасол С.В., к.т.н.,

Михайлов Б.В.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

Постановка проблеми. Важливим завданням для виробництв продовольчих товарів на основі рослинної сировини є розробка нових ресурсоефективних технологій, технологічних прийомів та способів, що мають на меті отримання продукції спеціального призначення. Така продукція багата у своєму складі на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також фітостероли. Відомо, що при потраплянні до організму людини, фітостероли сприяють зниженню холестерину. Фітостероли містяться у зернобобових культурах, зокрема квасолі, тому, досить цікавою з наукової точки зору є розробка способу переробки квасолі у консервовану продукцію із певним удосконаленням.

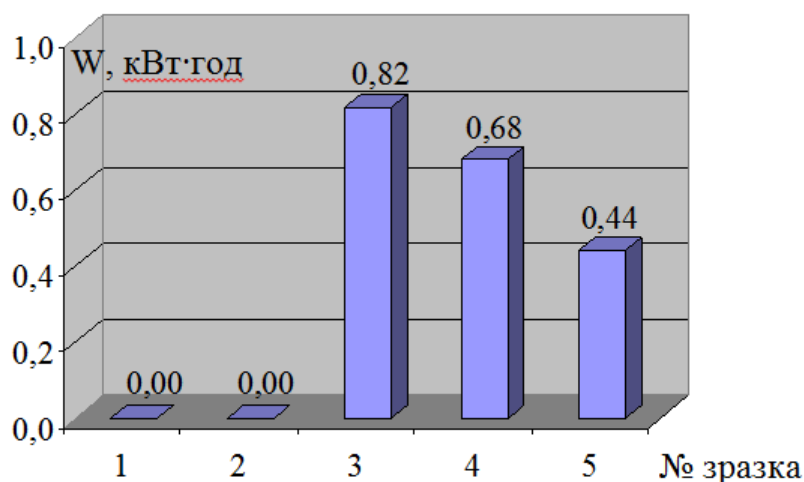
Квасоля – один з популярних бобових культур, що входить до десятки самих корисних продуктів і займає друге місце у світі за площею посівів. Боби квасолі у якості захисту мають спеціальні речовини – антинутрієнти, що ізольовані у висівковій оболонці або шкірці. Замочування квасолі допомагає зробити шкірку бобів м'якою, чим імітується середовище проростання. За таких умов антинутрієнти нейтралізуються, активуючи спеціальні ензими та збільшується доступність вітамінів та мінералів, які містяться в квасолі [1, 2].

Замочування квасолі здійснюється холодним та гарячим методами. Перший метод (холодний) передбачає наповнення ємності з квасолею водою з температурою навколишнього середовища тривалістю до 9 год. Збільшувати час замочування неможна, адже боби можуть забродити та стати непридатними до вживання. Також для замочування замість води використовують 1...2 % розсіл на основі кухарської солі (NaCl). При замочуванні в розсолі іони натрію витісняють кальцій та магній з шкірки бобів, тому вона стає більш водопроникною та рідина легко проникає всередину бобів. Такий спосіб забезпечує скорочення часу процесу до 6...7 год. Другий (гарячий, тепловий) метод, зважаючи на можливість інтенсифікації процесу є більш прогресивним у застосуванні. Нагріта до 45...50 °C вода або розсіл (низькотемпературний режим) дозволяє проводити замочування за 4...6 год. Гарячий метод також допомагає підвищити виведення з бобів шкідливих речовин та надає ніжність смаку готовій продукції [3].

Метод гарячого замочування квасолі, в більшості випадків, традиційно, здійснюється в ємності з рідиною теплопередачею через розділову стінку за допомогою ТЕНів, спіралі, парою та ін. Крім того, потенційно ефективним для забезпечення низькотемпературного режиму під час гарячого замочування є метод за умов електроконтактного нагрівання (ЕКН). Метод ЕКН від традиційних відрізняється низкою переваг – це високий коефіцієнт корисної дії (близько 95 %), простота та надійність реалізації, можливість безінерційного регулювання потужності та ін. Для здійснення цього методу головною умовою є наявність струмопровідного середовища, чим може бути розсіл на основі NaCl. Але наразі відсутні дані щодо доказового обґрунтування ефективності гарячого методу замочування квасолі за умов ЕКН та його застосування [4].

Отже, набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане із розробкою та забезпеченням переробки квасолі у консервовану продукцію та удосконаленням процесу замочування.

Основні матеріали дослідження. На підставі запропонованої гіпотези [5] було проведено дослідження з визначення ефективності гарячого методу замочування за умов ЕКН. Так, ефективність будь-якого технологічного процесу оцінюється енерговитратами на його реалізацію. У зв'язку з цим під час досліджень за допомогою ватметра вимірювали потужність та з урахуванням часу визначали витрату електроенергії (W , кВт·год) на відповідні процеси замочування бобів квасолі. Результати досліджень представлені у вигляді діаграми на рис. 1.



1 – холодний метод у середовищі води; 2 – холодний метод у середовищі 2 % розчину NaCl; 3 – гарячий метод у середовищі води; 4 – гарячий метод у середовищі 2 % розчину NaCl; 5 – гарячий метод за умов електроконтактного нагрівання

Рис. 1. Діаграма витрати електроенергії під час замочування дослідних зразків бобів квасолі

Найменш витратним, безумовно, є холодний метод, зважаючи на відсутність потреби у нагріванні. Тому витрати електроенергії у дослідних зразків № 1 та № 2 $W = 0$ кВт·год. Використання ж гарячого способу зумовлює певні енерговитрати. Їх найбільше значення у дослідних зразків № 3 $W = 0,82$ кВт·год. За умов додавання солі спостерігається зменшення витрат електроенергії на 17 %. Так як потужність нагрівання в обох випадках була однаковою (136 Вт), то напевно на зменшення витрати електроенергії вплинуло зменшення тривалості процесу на 1 год. У випадку використання гарячого методу за умов ЕКН потужність була меншою на 19 % та склала 110 Вт. Ця різниця пояснюється більшим ККД процесу ЕКН ніж ККД процесу нагрівання теплопередачею від нагрівальної спіралі. За умов меншої потужності та тривалості процесу (на 2 год менше від зразків № 5 та на 1 год менше від зразків № 4) витрата електроенергії при використанні гарячого методу за умов ЕКН була найменшою та склала 0,44 кВт·год. Отже, при використанні гарячого методу за рахунок ЕКН під час замочування можна скоротити витрату електроенергії до 46 %.

Таким чином, незважаючи на те, що найменш енерговитратним є холодний метод та зважаючи на його недоліки у відносно значній тривалості та ризику отримання продукції незадовільної якості, його використання є недоцільним. Для реалізації гарячого методу, який не має таких недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН.

На підставі досліджень розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі [6], згідно до якого передбачаються наступні основні операції: приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви.

Режимні параметри проведення процесів, під час реалізації способу, залишаються стандартними, згідно ДСТУ 6074:2009. Приймання основної сировини полягає у тому, що обмолочена квасоля доставляється на підприємство у ящиках. Боби квасолі завантажують у бункера та додається вода. Суміш води та бобів квасолі подаються до бункера насоса, що перекачує квасолю на очищення до віброселектора та миття. Тут відбувається часткове відділення забруднень струменями води та фінішне миття у флотаційній мийній машині. Далі боби квасолі елеватором транспортуються до сортувальної станції, де відбувається поділ за густиною й, відповідно, за сортністю. Наступним є замочування. Для цього боби квасолі занурюються в ємність з до 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. За наступних технологічних операцій бланшуванні та стерилізації квасоля у розмірах більше не змінюється. Робоча температура бланшування – 97–98 °С, тривалість процесу – 6 хв. Потім боби квасолі відправляються на охолодження до температури 20 °С. Після цього вода зливається та боби квасолі відправляються на пневматичне доочищення.

Процес відбувається в автоматичному режимі; за допомогою направленою потоку повітря видаляється шкірка, що відділилася, часточки бобів, що розкришилися, та можливі домішки. Потім квасоля ще потрапляє на інспекційний транспортер.

Одночасно відбувається підготовка соусу на основі томатної пасти. Слід зазначити, що співвідношення компонентів соусу може різнитись та залежить від конкретної рецептури, яку застосовує виробник. Підготовка компонентів соусу полягає у розміщенні у варильному котлу томатної пасти та доведенні її до кипіння. Цукор, загущувач, сіль та прянощі змішуються між собою та додаються до томатної пасти, що кипить. Варіння соусу здійснюється за умов перемішування протягом 10 хв. Готовий томатний соус фільтрується через сито з діаметром отворів 1,2 мм та перекачується до збиральної ємності з можливістю підігрівання перед дозуванням у банки. Максимальний час зберігання соусу – 30 хв.

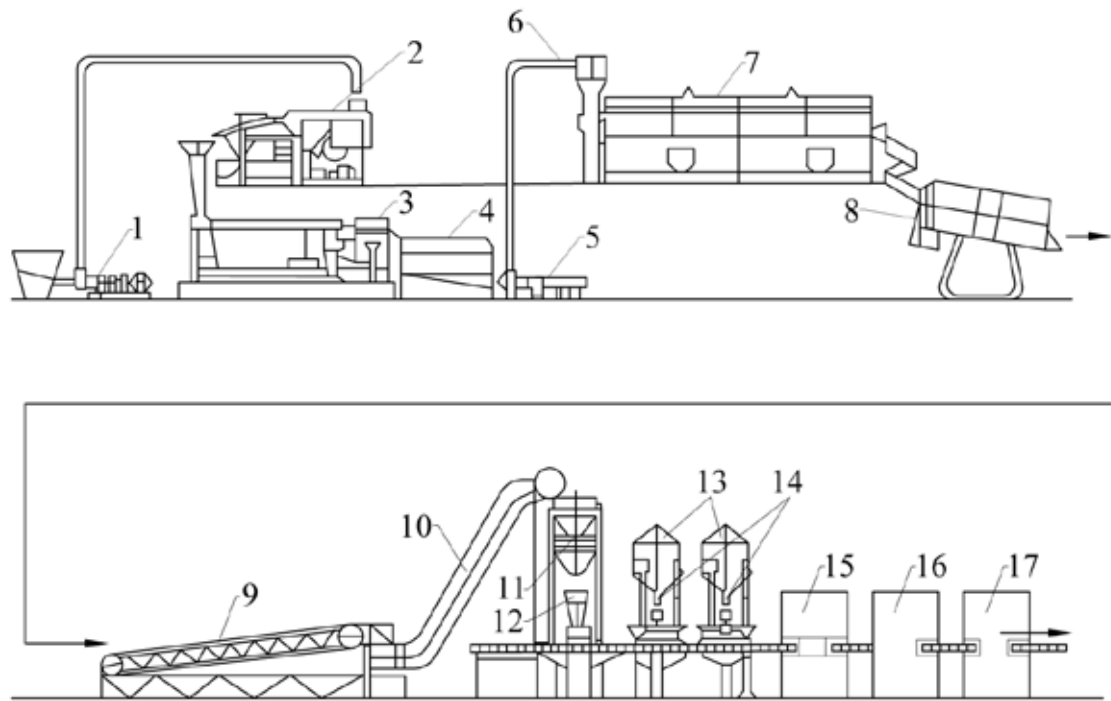
Підготовка тари полягає у стерилізації скляних банок та їх подачі до закупорювального автомату.

Дозувальні автомати наповнюють банки, що рухаються на стрічковому конвеєрі, бобами квасолі та підігрітим до 85 °С соусом. Кількісне співвідношення під час заповнення банок (квасоля – соус) складає: бобів квасолі – 60...65 %; соусу – 35...40 %.

Далі відбувається стерилізація консервованої квасолі за температури 120 °С (робочий тиск 0,2 МПа) протягом 45 хв. Після стерилізації температура в автоклаві поступово знижується до 30 °С. Потім банки відправляються на етикетування, цехове зберігання та подальшу реалізацію.

Для реалізації запропонованого способу виробництва консервованої квасолі із замочуванням за умов ЕКН розроблена технологічна лінія, схема якої наведена на рис. 2. В проекту основу лінії покладена стандартна лінія виробництва, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій [7] для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агенту (позиція 4).

Обмолочена квасоля доставляється на підприємство у ящиках, завантажуються у бункера та додається вода. У суміші з водою квасоля подається в бункер насоса 1, який перекачує квасолю у флотаційну мийну машину 2. Тут квасоля промивається та звільняється від сторонніх домішок. Потім продукт подається у флотаційний (гідравлічний) сортувальник 3, де відбувається поділ квасолі на дві фракції за щільністю, а отже, й по сортності. Розсортована квасоля потрапляє у пристрій 4 для замочування тепловим методом з ЕКН. Після цього квасоля насосом 5 через відділювач розсолу 6 подається до бланшувача 7. По закінченню бланшування квасоля в розсолі надходить в охолоджувач 8. Після охолодження та відділення розсолу квасоля потрапляє на інспекційний транспортер 9, звідки елеватором 10 подається до бункера 11 та наповнювач 12.



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

Рис. 2. Технологічна лінія для виробництва консервованої квасолі

Приготування та варіння маринаду здійснюється в котлах 13. Дозування маринаду проводиться дозаторами 14.

Заповнені квасолею та маринадом банки закупорюються в закатувальному автоматі 15, після чого транспортуються в гідравлічний стерилізатор 16. Після стерилізації та охолодження банки направляються в етикетувальну машину 17 і далі в цех на зберігання та подальшу реалізацію.

Висновки. До продукції спеціального призначення багатой у своєму складі на вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна, а також фітостероли відноситься консервована квасоля. Фітостероли сприяють зниженню холестерину. Актуальним є науково-прикладне завдання, пов'язане із розробкою та забезпеченням переробки квасолі у консервовану продукцію та удосконаленням процесу замочування.

На підставі запропонованої гіпотези було проведено дослідження з визначення ефективності гарячого методу замочування за умов ЕКН. Найменш енерговитратним виявився холодний метод та, зважаючи на його недоліки у відносно значній тривалості та ризику отримання продукції незадовільної якості, його використання є недоцільним. Для

реалізації гарячого методу, який не має таких недоліків, ефективним з точки зору енергозбереження є метод замочування за умов ЕКН.

Розроблено спосіб виробництва консервованої квасолі, згідно до якого передбачаються приймання квасолі на підприємство, підготовка компонентів соусу, підготовка тари та стерилізація консерви. Спосіб реалізується за стандартних режимних параметрів, однак із замочуванням гарячим методом за умов ЕКН.

Для реалізації запропонованого способу розроблена технологічна лінія, яку було удосконалено шляхом заміни ванни для замочування квасолі на новий пристрій для замочування тепловим методом з ЕКН робочого агенту.

Список використаних джерел

1. Квасоля. Органік Оригінал. URL: <https://www.ecorod.ua/produksiia/entry/view/41-kvasolia> (дата звернення: 18.10.2023).

2. Романова Х. С. Разработка технологии фасолевого матрикса и функциональных продуктов на его основе: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Саратов: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 2019. 166 с.

3. Шевченко А.О. Обладнання для переробки рослинної сировини з електро-контактним нагріванням / А.О. Шевченко, С.В. Прасол, Б.В. Михайлов // Технічний прогрес в АПВ: Всеукр. наук.-практ. конф., 9–10 травня 2023 р.: матеріали. Харків: ДБТУ, 2023. С. 285-288.

4. Шевченко А.О. Технічна реалізація процесу замочування бобів для виробництва консервованої квасолі [Електронний ресурс] / А.О. Шевченко, Б.В. Михайлов, О.М. Кайданський // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : III Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, 30 січня – 24 лютого 2023 р.: матеріали. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. URL: http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/shevchenko_23.pdf

5. Devising a technique for manufacturing canned beans with soaking under the conditions of electrical contact heating [Electronic resource] / A. Shevchenko [and oth.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Vol. 6, No 11 (120). P. 16-23. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.270802>

6. Спосіб виробництва консервованої квасолі: пат. на корисну модель 152811 Україна: А 23В 7/005, 7/06; заявл. 03.10.2022; опубл. 12.04.2023р., Бюл. № 15.

7. Пристрій для замочування квасолі :заявка на пат. на корисну модель u202304350 Україна: А 23В 7/005, 7/06 ; заявл. 14.09.2023р.

УДК 621.785.53

БОРУВАННЯ ШВИДКОЗНОШУВАЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,

Іващенко С.В.¹, інж.,

Лісовський Л.В.¹, інж.,

Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Ресурс роботи вузлів і агрегатів сучасного обладнання багато в чому визначається здатністю порівняно тонких поверхневих шарів їх робочих органів чинити опір руйнуванню. Це пояснюється тим, що поверхневі шари деталей при експлуатації навантажені більш інтенсивніше, ніж серцевина, і, відповідно, утворені напруження на поверхні мають максимальні значення, що призводять до втрати працездатності як поверхневого шару, та всієї деталі. Універсальних технологій зміцнення, на жаль, не існує.

Відомі і широко використовувані технології поверхневого зміцнення, такі як азотування, цементація, добре працюють в умовах тертя метал по металу, у тому числі, і при значних контактних навантаженнях, але мало придатні для абразивного-ерозійного зношування. Як правило, підвищення абразивної зносостійкості деталей вирішується шляхом використання твердосплавного наплавлення або напилювання металокераміки. Недоліками цих методів являються їх складність, дорого вартість і суттєве (до 2 разів) зниження втомної міцності, що зв'язане з формуванням у поверхневому шарі значних величин розтягнених напружень.

Основні матеріали дослідження. Як показує практика, найбільш перспективним і технологічно прийнятним методом зміцнення швидкозношуваних деталей сільськогосподарської техніки і знарядь являється борування. Процеси борування використовуються у промисловому виробництві для підвищення зносостійкості деталей і інструментів, працюючих у різноманітних умовах. Щоби представити сучасний стан процесу борування, необхідно дати класифікацію, яка розглядає процес за різними критеріями:

- механізм утворення насичуючих атомів бору;
- технологічні ознаки, що включають всі відомі розробки;
- фазовий склад і структура;

- температура проведення процесу та його призначення.

Дослідження вихідних насичуючих середовищ (Рис.1) показує наявність бору у двох станах: іонному і атомарному. При цьому саме середовище може знаходитися у всіх чотирьох станах речовини у природі.



Рис. 1. Вихідні насичуючі середовища

Боровані шари на основі боридів можуть бути компактними або некомпактними. Технологія отримання різних за властивостями та цільовим призначенням борованих шарів поділяється на високотемпературне (ВТБ) - 900° - 1100° С, середнє температурне (СТБ) – A_c - 900° С та низькотемпературне (НТБ) - 550° С насичення (де – A_{c1} - довідкова критична температура для конкретної сталі). У кожному інтервалі, як правило, використовуються свої певні склади і технологічні прийоми.

Найбільш перспективним для використання являється процес рідинного без електролізного борування, котрий дозволяє у широких межах конструювати одно- і багато зонні структури поверхневого шару та надавати задані властивості серцевині (від відпаленого до загартованого стану). Опір поверхні матеріалу впливу зовнішнього середовища при експлуатації залежить від її електрохімічної гетерогенності, від наявності цільних захисних вторинних структур, що утворюються у процесі тертя, і від виду зовнішнього середовища. З точки зору, корозійного впливу борованих шарів з зовнішнім

середовищем, найбільш прийнятною являється однофазна структура. З точки зору зношування борованих деталей за абразивного і граничного тертя ковзання кращі властивості мають деталі з компактною структурою (характерною структурою борованих шарів на залізі і сталях на основі фаз $FeV + Fe_2V$ або тільки фази Fe_2V) борованих фаз. Для умов тертя ковзання і кочення за знакозмінного навантаження за наявності мастильного матеріалу, кращими властивостями володіють шари з багатофазними структурами, котрі мають тверді і м'які складові, і мають певний рівень твердості, що дорівнює 1100 – 1400 HV.

Поверхнєве зміцнення зразків зі сталі 45 здійснюється у боровмісних сумішах. Досліджено вплив процесу борування на структуру та експлуатаційні властивості деталей шарнірних з'єднань пруткових елеваторів, і трясильного механізму картофеле збиральних машин ККУ-2, УКВ-2, КСТ-1,4. Ці деталі в основному визначають експлуатаційну надійність та довговічність машини у цілому. Деталі, що підлягали боруванню, були виготовлені зі сталей 20, 35, 40 та чавуну марки СЧ 18-36. Перед боруванням деталі підлягали дробо-струменевої обробці з ціллю видалення окалини, продуктів корозії.

З усього різноманіття структур борованих шарів [1-3] практичний інтерес викликають однофазні боровані шари (Fe_2V) і двофазні ($FeV + Fe_2V$). В якості боровмісних сумішей були вибрані: 1) 99% (60% $Al_2O_3 + 40%$ [95% (45% $Al + 55%$ V_2O_3) + 5% Cr_2O_3] + 1% LiF); Структуру дифузійних шарів визначали шляхом травлення полірованих зміцнених поверхонь 3% розчином азотної кислоти в етиловому спирті. Мікротвердість борованих шарів і серцевини вимірювали на мікротвердомірі ПМТ-3. Моделювання процесів тертя і зношування проводили на машині СМТ-1 у середовищі оливи М10Г за схемою ролик – ролик.

У якості контртіла була швидкоріжуча сталь Р8М5 загартована на твердість 65 HRC. Знос борованого покриття визначалася ваговим методом на електронних вагах. Навантаження і швидкість я вибрали за умов реалізації граничного тертя. Дослідження мікроструктури до і після випробувань проводили на мікроскопі NEOFOT – 21; субмікроструктуру вивчали на растровому електронному мікроскопі РЕМ- -1061. Підвищення питомого навантаження у діапазоні 12-25 МПа призводить до істотної зміни коефіцієнта тертя та інтенсивності зношування, що є відображенням процесів, які розвиваються на контактуючих поверхнях.

У цих умовах тертя на робочих поверхнях двофазного покриття утворюють макро тріщини, що сприяють сколювання їх частинок, які, потрапляючи в зону тертя, стимулюють абразивне зношування в зв'язку з тим, що вони мають високу твердість. Пластичність борованих шарів представляє собою сукупну характеристику, котра залежить від механічних властивостей і взаємодії структурних складових

дифузійного шару, від властивостей металу основи. Так як боровані шари представляють багатофазні системи, що мають різні сполучення складових структури, отримання яких забезпечується різними технологічними методами, пластичність шарів змінюється у широких межах.

Висока пластичність борованого шару з композиційною структурою сповільнює швидкість зародження та розвитку крихких мікротріщин, і в цілому забезпечує борованим деталям більш високу несучу здатність. Важливою особливістю борованих шарів є високий рівень їх твердості, що зберігається при підвищених температурах, що значно підвищує стійкість деталей, які працюють в умовах абразивного зносу, у тому числі за термомеханічного впливу.

Зносостійкість борованих деталей також залежить і від фізико-механічних властивостей металевої матриці. Між зносостійкістю борованого шару і твердістю металевої основи сплаву була встановлена гіперболічна залежність. Так, наприклад, у результаті підвищення твердості під шару з 20 HRC до 42 HRC, зносостійкість борованого шару деталей зростає навіть у 1,5 рази. Особливістю будови дифузійного борованого шару на порошковому матеріалі, являється підвищена поруватість у шарі Fe_2B , і перехідній зоні, що прилягає до нього. Крім того, спостерігається більш глибоке проникнення бору та утворення у перехідній зоні розділених дрібнодисперсних (5 – 10 мкм) борідних фаз.

Дифузія бору у поверхню сталі призводить до утворення шару, зі зубчастою межею, що поєднана з основним металом або перехідною зоною. Максимальна товщина борованого шару спостерігається після обробки при $1000^{\circ}C$ і складає 100 мкм. У відповідності з основними принципами, дифузії вуглець у процесі борування, відокремлюється від поверхні сталі, і у насиченій зоні, утворюється зона суцільних борідів, хімічний склад, форма і структура котрих напряму залежить від хімічного складу сталі. Вуглець та легуючі елементи зменшують глибину насиченого шару, чим вище їх вміст, тим менше глибина борування.

Перехідна зона на межі з основою представляє собою твердий розчин бору у α -залізі. Її структура, глибина і склад визначають, зокрема, характер розподілення залишкових напружень, міцність зв'язку борованого шару з основним металом, схильність його до крихкого руйнування, умови утворення та розвитку втомних тріщин, можливість продавлювання шару та інші параметри, тому при виборі сталі, і режиму борування, необхідно враховувати особливості формування структура перехідної зони. При насиченні у різних боровмістких середовищах, у залежності від умов насичення утворюються боровані шари, що суттєво відрізняються за своєю будовою. Можливо утворення наступних структурних типів борідів:

- з ізольованими атомами бору – Cr_2B , Ni_2B ;

- з ланцюгами з атомів бору - CrB, FeB, MoB;
- зі подвійними ланцюгами з атомів бору – $Ti_3 B_4$, $Cr_3 B$;
- з сітками з атомів бору – AlB_2 , $Mo_2 B_5$;
- з каркасом з атомів бору – CrB_4 .

З'єднання бору, такі як карбід бору, кубічна модифікація нітриду бору (боразон і кубоніт), і гексагональна вюрцитна модифікація нітриду бору (гексаніт), використовуються у промисловості, у якості абразивних матеріалів від їх високої твердості. Для сталей, зокрема, має велике значення, співвідношення глибин зовнішнього шару фази FeB, і внутрішнього, що прилягає до основного металу шару фази $Fe_2 B$ (рис.2).

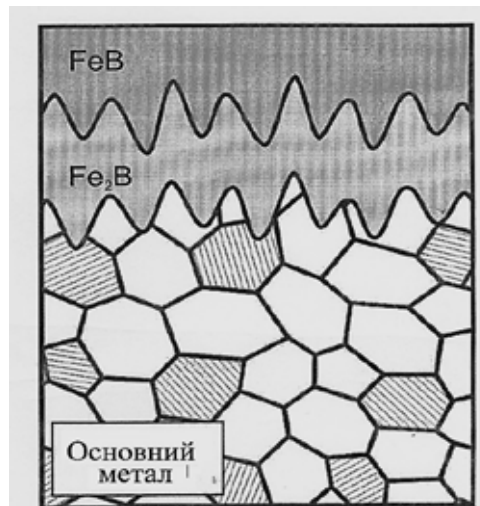


Рис. 2. Будова борованого шару, сформованого за дифузійним механізмом

Найбільш часто при борованні утворюються шари двох типів: однофазні ($Fe_2 B$) і двофазні ($FeB + Fe_2 B$). В однофазних покриттях, що складаються з бориду $Fe_2 B$, розподілення мікро напружень найбільш сприятливе, тоді як у двофазних покриттях ($FeB + Fe_2 B$) можливо різкий перепад напружень на між фазній границі. Причому напруження, що утворюються у фазі FeB, являються розтягненими, тоді як у фазі $Fe_2 B$ – стискуючими. Властивості борованих покриттів слабо залежать від способу, за котрим вони отримані, але у значному ступені визначаються основними технологічними параметрами процесу: активністю насичуючого середовища, температурою та тривалістю насичення, швидкістю охолодження після боровання.

Висновки. Результати випробувань показують чотирьох кратне підвищення абразивної зносостійкості борованих шарів у порівнянні з загартованими, азотованими, і після карбонітрації. Це пояснюється тим, що твердість борованого шару $HV > 2200$ вище твердості абразивних часток $Al_2 O_3$ ($HV = 1850 - 1950$) [4]. Зношування борованої поверхні відбувається повільно за механізмом ковзання. В результаті проведених досліджень встановлено, що створення однофазних боридних покриттів більш перспективне для зміцнення конструкційних

вуглецевих сталей. Однофазне борування рекомендовано для поверхневого зміцнення деталей і вузлів тертя сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел

1. Денисенко М.І. Дослідження механізму зношування боридних покриттів в умовах граничного тертя. Науково-технічний журнал. Проблеми тертя та зношування. Київ. НАУ.2018, №3 (80). С. 36–40.
2. Лабунець В.Ф. Триботехнические характеристики порошковых материалов на основе железа после борирования / В.Ф. Лабунец, Н.И. Денисенко, Г.Г. Голембиевский: Київ. НАУ. 2017, №3 (76). С.81–86.
3. Лабунец В.Ф. Износостойкие боридные покрытия / В.Ф. Лабунец, Л.Г. Ворошнини, М.В. Киндрачук. К.: Техніка, 1989. 158 с.
4. Самсонов Г.В., Борисова А.Л. и др. Физико-химические свойства окислов: Справочник. М.: Металлургия, 1978. 472 с.

УДК 630.33.30

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОБОТИ СОШНИКА ДЛЯ СІВБИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

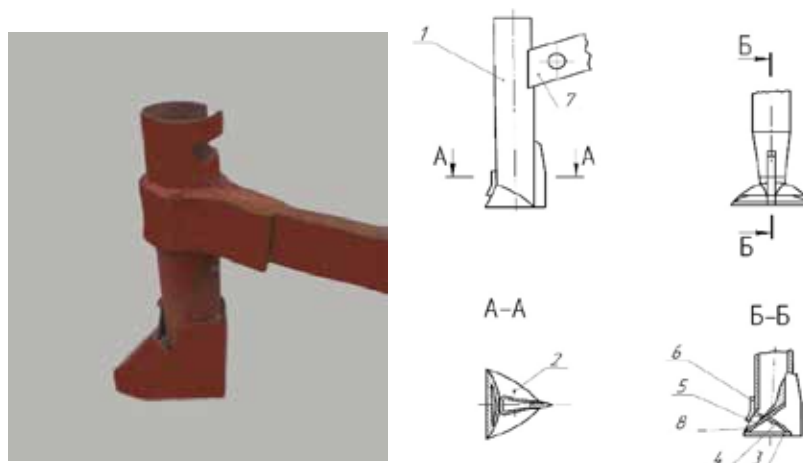
Заєць М.Л., к.т.н.,

Шевук О.В., здобувач СВО «Магістр»

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Розвиток 3D моделювання і симуляція технологічних процесів дозволяє проводити розрахунки з великою точністю, а також отримувати достовірні прогнози процесу роботи робочих органів, не маючи ні експериментальних, ні лабораторних зразків та розроблених технічних засобів.

Основні матеріали дослідження. Для досліджень, нами була обрана програма FlowVision з метою попереднього дослідження тягового опору сошника, а також візуалізації процесу його роботи і сил, що діють на нього (рис. 1.). У FlowVision реалізовано модель течії ньютонівської рідини при будь-яких числах Маха і дві моделі течії Неньютонівської рідини при числах Маха менше 0,3, тому ґрунт був представлений у вигляді рідини зі схожими параметрами в'язкості, щільності тощо.



1 - стійка-насіннепровід; 2 - крила; 3 - ущільнювач; 4 - підсошниковий простір; 5 - розподільник; 6 - щиток-відбивач; 7- кронштейн; 8 – вихідне вікно

Рис. 1. Схема експериментального сошника для підґрунтового-розкидної сівби зернових культур

Як приклад представлена методика моделювання обтікання циліндра рідиною (рис.2).

Для цього потрібно вибрати наступні параметри (рис. 3.):

- в Речовині задати Агрегатний стан = Рідина.
- у властивостях Речовини обов'язково задати значення молярної маси, щільності, питомої теплоємності і, при необхідності, значення в'язкості.
- задати відповідні початкові і граничні умови для швидкості і тиску.

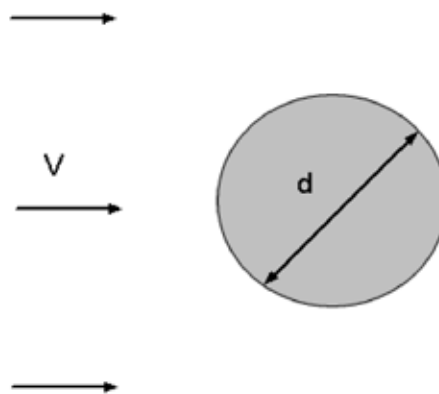


Рис. 2 Обтікання циліндра рідиною

Для моделювання зовнішнього обтікання необхідно створити геометрію, яка представляє собою область течії навколо обтічного тіла. Відстань від обтічного тіла до кордонів області рекомендується ставити не менше 10 характерних розмірів тіла для того, щоб граничні умови, задані в даних межах, не вносили збурення в потік близько обтічного тіла (рис. 4.).

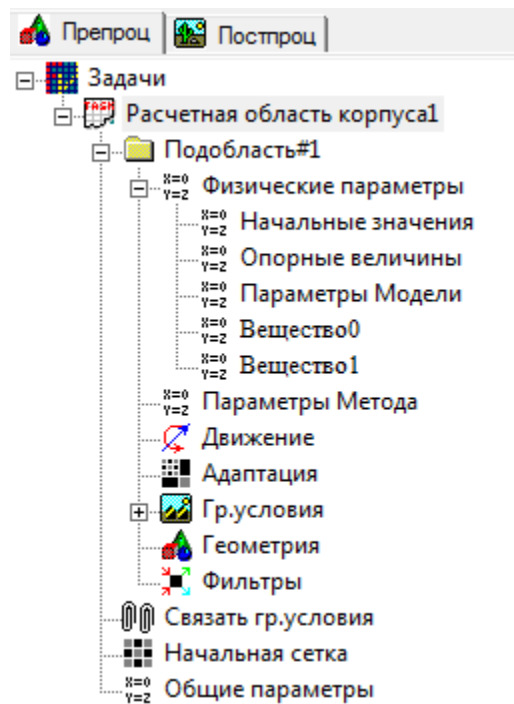


Рис. 3. Меню параметрів

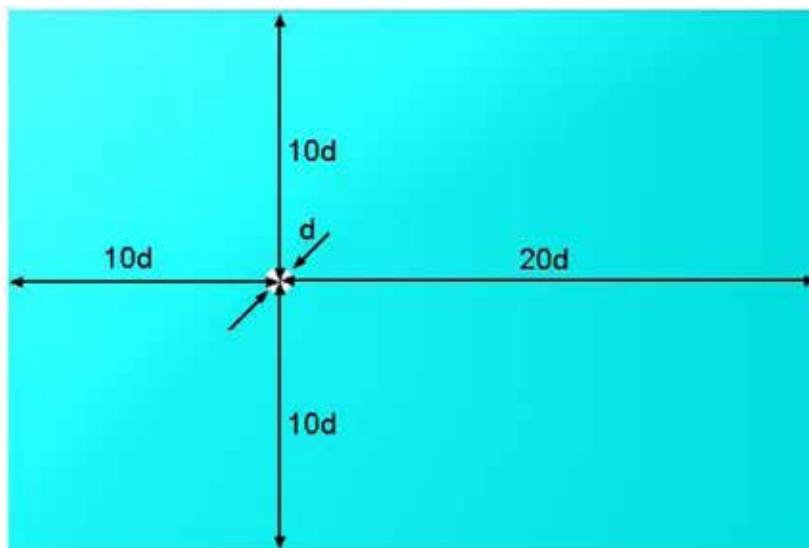


Рис. 4. Межі області розрахунку

В папці Речовини створюємо Речовина # 0 і задаємо необхідні властивості: молярна маса, щільність, в'язкість.

В папці Фази створюємо суцільну Фазу # 0. У Фазі # 0 додаємо в папку Речовини Речовина # 0. У Фазі # 0 в вікні властивостей папки Фізичні процеси, вибираємо Рух = Ньютоновская рідина. В папці Моделі створюємо Модель # 0. У Моделі # 0 додаємо в папку Фази Фазу # 0 і задаємо в папці Початкові дані # 0: Швидкість (Фаза # 0).

У розділі фільтри вибираємо опцію завантажити і знаходимо попередньо створену 3D модель розрахункового тіла. Далі запускаємо симуляцію обтікання циліндра рідиною, для цього у вкладці Команда натискаємо кнопку Почати обчислення. Після це необхідно дочекатися,

коли змінні швидкості і тиску будуть постійні, тобто зрівноважаться. Коливання змінних в програмі відслідковуються за допомогою графіка (рис. 5.).

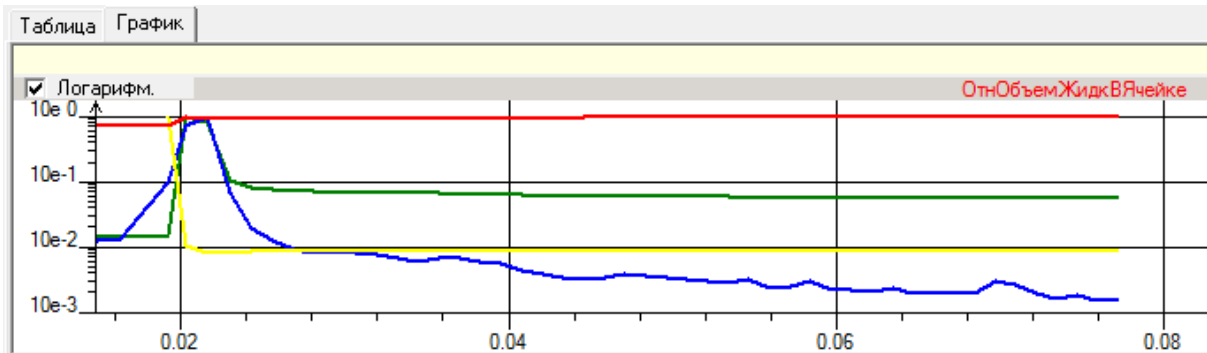


Рис. 5. Коливання змінних показників тягового опору

Після того як змінні зрівноважаться зупиняємо обчислення і приступаємо до зчитування даних. Тяговий опір зчитуємо, натиснувши на панелі інструментів кнопку . Програмне забезпечення FlowVision дозволяє зчитувати різні дані по взаємодії моделі з середовищем, для цього на вкладці Постпроцесор необхідно вибрати папку Шари і натиснути у властивостях Створити шар. Дана дія дозволяє візуалізувати розподіл швидкості (рис. 6.), розподіл тиску (рис. 7.) і інші різними методами: векторів, заливки, ізоліній тощо.

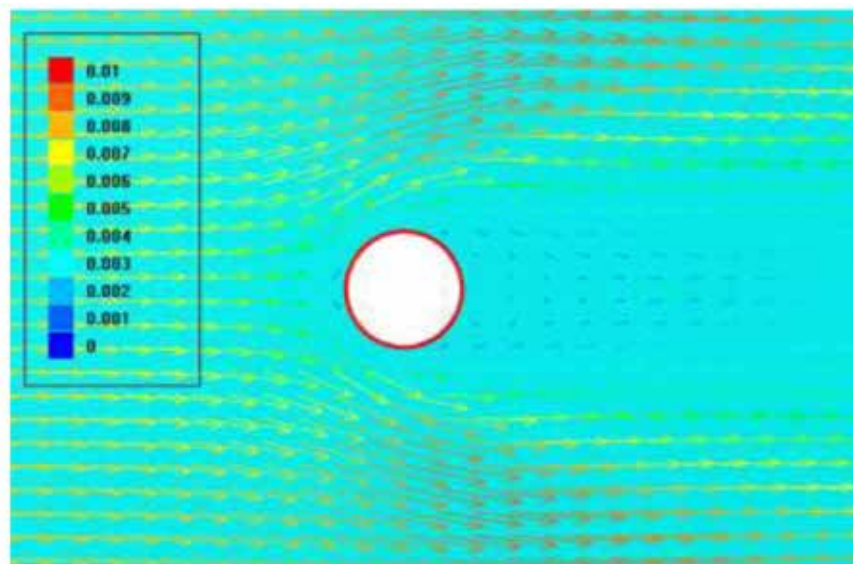


Рис. 6. Розподіл швидкості

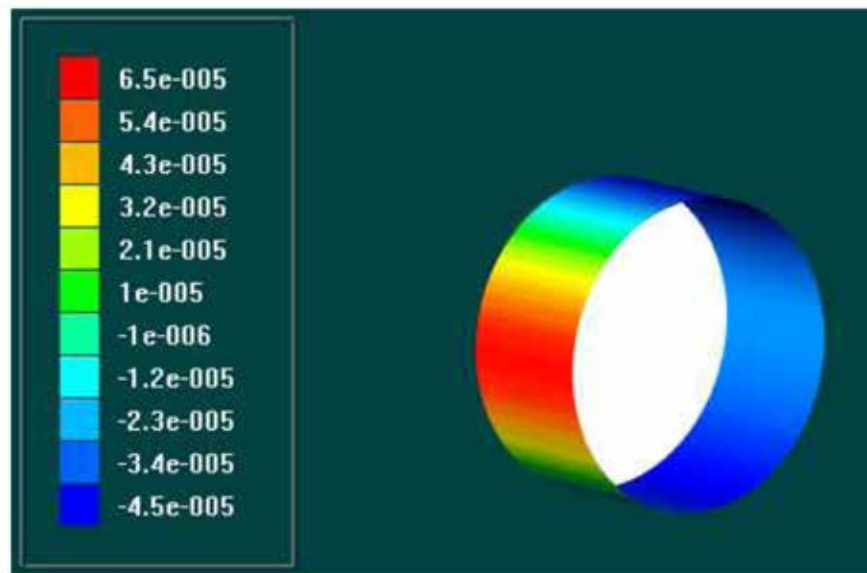


Рис. 7. Розподіл тиску

Висновки. Проведені експерименти в програмі FlowVision дозволили дати попередню оцінку процесу роботи сошника. Було виявлено, що відбувається зниження тягового опору сошника при зменшенні кута загострення стійки сошника α і збільшенні кута нахилу стійки сошника β . Ця залежність полягала в наступному: при зменшенні кута загострення стійки сошника α на кожні 10^0 , тяговий опір зменшувався приблизно на 10%, ця ж залежність виявлялася при збільшенні кута нахилу стійки сошника β на кожні 5^0 град.

Список використаних джерел

1. Заєць М. Л. Розробка експериментального сошника для підґрунтового-розкидної сівби зернових колосових культур.: зб. тез III Всеукр. наук.-практ. конф., Житомир. ЖАТК, 2017. С. 164–166.
2. Заєць М. Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння на похилу ділянку розподільника сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби. ДНУ «УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого». 2012. Вип. 16 (30), кн. 1. С. 334–342.
3. Заєць М. Л. Теоретичне обґрунтування параметрів розподільника насіння сошника для підґрунтового-розкидного способу сівби. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропивницький: КНТУ, 2016. Вип. 46. С. 37–44.
4. Макаренко О.М. Модельовання процесу руху ґрунту по поверхні робочих органів ґрунтообробних машин із зміненою геометрією на прикладі культиваторної лапи / О.М. Макаренко // Матеріали науково-практичної конференції: Проблеми механізації та електрифікації сільського господарства. 2014. С. 149–151.

УДК 641.539

ОСОБЛИВОСТІ СПОСОБІВ ПЕРЕРОБКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ШЛЯХОМ ВИРОБНИЦТВА ЗАПЕЧЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ З ЕЛЕКТРОКОНТАКТНИМ НАГРІВАННЯМ

Михайлов В.М.¹, д.т.н.,Шевченко А.О.¹, к.т.н.,Бабанова О.І.²,Бабанов І.Г.², к.т.н.¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.²Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна.

Постановка проблеми. Велика значущість у харчуванні людини належить рослинній сировині, як багатій на вітаміни дієтичної продукції, що сприяє правильному обміну речовин. На підприємствах харчування її використовують у природному, консервованому, а також сушеному стані для приготування дуже широкого асортименту кулінарної продукції, зокрема у виробництві запеченої продукції. До рослинної сировини, що може бути використана під час приготування м'ясних кулінарних виробів можна віднести баклажани, солодкий перець, горох, квасолу, боби, сою, кабачки, гарбуз, патисони, моркву, буряк, картоплю, капусту білокачанну та кольорову, цибулю, часник, зелень пряних листових овочів (кропу, петрушки) тощо.

Традиційне обладнання, що використовується для здійснення процесів запікання, характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії; значною тепловою напругою нагрівальних поверхонь та іншими недоліками. Унаслідок цього технологічні процеси виробництва є малоефективними і потребують удосконалення. Вирішення такого завдання можливе шляхом розширення застосування електрофізичних методів та комбінованих процесів, розроблених з урахуванням особливостей як традиційних, так і нетрадиційних методів переробки.

У зв'язку з вищесказаним набуває актуальності науково-прикладне завдання, пов'язане з розробкою способів переробки рослинної сировини запіканням та інтенсифікацією теплових процесів.

У процесах і апаратах харчових виробництв досить часто використовуються електрофізичні способи здійснення теплової обробки харчових продуктів. З них ефективним та простим у реалізації, а також зважаючи на якісні показники продукції, є електроконтактне нагрівання (ЕКН) [1-3]. Особливістю ЕКН є обмеження кінцевої температури виробу у значенні 100 °С, і тому продукція, що пройшла обробку таким способом має властивості вареної (вареної на пару). Виробництво кулінарних виробів з властивостями жареної (запеченої)

продукції потребує або подальшої обробки, або комбінованої обробки одночасно декількома методами [1, 4].

Основні матеріали дослідження. Метою наукової роботи є розробка нових способів переробки рослинної сировини шляхом запікання із застосуванням ЕКН.

Реалізація процесу запікання можлива за умов комбінованої теплової обробки способом згідно [5]. Однак, за рахунок нагрівання поверхневим, інфрачервоним методами та методом ЕКН, які за цим способом у сукупності реалізують комбіновану теплову обробку, можливе надмірне нагрівання, або навпаки, недостатня теплова обробка для доведення продукту до стану кулінарної готовності, тобто незбалансованість теплових потоків.

В основу запропонованих технологічних розробок покладено завдання зменшити під час теплової обробки запіканням втрати маси, поліпшити якісні та органолептичні показники продукції, зменшити енерговитрати та забезпечити збалансованість впливу теплових потоків від поверхневих методів нагрівання та ЕКН.

Поставлене завдання реалізується додаванням до складу фаршу рослинної сировини та комбінованою тепловою обробкою сформованих напівфабрикатів збалансованим впливом теплових потоків від поверхневого, інфрачервоного нагрівання та ЕКН.

Експериментальне відпрацювання режимів нових способів здійснювали за отриманого в теоретичному розрахунку часу процесу. При цьому перевіряли температуру центральних шарів напівфабрикату, що має відповідати кулінарній готовності. У разі невідповідності температури, час нагрівання в наступних проробках змінювали. Після обробки також оцінювали органолептичні показники продукції. За такою методикою було розроблено способи виробництва: котлет січених; зраз січених та рулету з макаронами. Запропоновані способи запікання можуть використовуватися для приготування виробів у побуті, у харчовій промисловості та на підприємствах ресторанного господарства.

Комбінований спосіб запікання котлет січених з додаванням рослинної сировини із застосуванням електроконтактного нагрівання. Розглянемо звичайний спосіб запікання котлет січених. Він полягає в тепловій обробці сформованих напівфабрикатів у вигляді панірованих або непанірованих котлет до досягнення стану кулінарної готовності. Процес запікання здійснюють у жарильній шафі за температури 250...280 °С до утворення скоринки на поверхні та температури всередині виробу 90 °С. Тривалість процесу складає близько 15...20 хв.

Напівфабрикати котлет січених готують згідно рецептури 663 [6] з фаршу, до якого входять основні компоненти (м'ясо, хліб, вода). Запропонований спосіб передбачає наступне відсоткове співвідношення компонентів фаршу: яловичина (котлетне м'ясо) – 58 %; хліб

пшеничний – 15 %; вода підсолена – 20 %; відварена овочева сировина на вибір (баклажани, солодкий перець, морква, буряк) – 7 %.

Теплову обробку напівфабрикатів загальною масою 1 кг здійснюють протягом 10 хв за умов поєднання поверхневого нагрівання потужністю 1,2 кВт, інфрачервоного нагрівання з густиною теплового потоку 11 кВт/м², ЕКН змінним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц за наступних значень напруги (В [вольт]) у залежності від виду овочевої сировини:

- для котлет січених з баклажаном – 36 В;
- для котлет січених з солодким перцем – 38 В;
- для котлет січених з морквою – 32 В;
- для котлет січених з буряком – 34 В.

Таким чином, відміна даного способу від звичайного полягає у тому, що з метою запікання котлет січених з додаванням рослинної сировини до складу фаршу додають на вибір відварені баклажани, солодкий перець, моркву або буряк; з метою забезпечення збалансованого впливу теплових потоків, поєднуються зазначені вище методи нагрівання за визначених параметрів, при цьому напруга ЕКН встановлюється залежно від обраної овочевої сировини.

Технологічний процес виробництва складається з наступних етапів: складання рецептури, підготовка сировини, приготування фаршу, формування напівфабрикатів, запікання комбінованим способом. Котлетне м'ясо яловичини зачищають від сухожилля, миють, нарізають на шматки та подрібнюють на вовчку. Хліб пшеничний попередньо замочують у підсоленій воді. Січене м'ясо перемішують з хлібом. Овочеву сировину сортують, миють, підрізають торці, очищують від шкірки, нарізають на шматки та варять до напівготовності. До змішаного січеного м'яса з хлібом додають спеції за смаком, остиглу овочеву сировину та ще раз подрібнюють на вовчку, й знову перемішують. З отриманого фаршу готують напівфабрикати та запікають комбінованим способом. Для цього електродні секції розміщують перпендикулярно до робочої поверхні деки. Перед початком запікання жарильну поверхню розігрівають та встановлюють потужність її нагрівання на 1,2 кВт. Після цього між електродними секціями розміщують напівфабрикати. До електродів подають електричний струм прямокутної форми частотою 50 Гц з заданою відповідно до виду рослинної сировини напругою, що передається до напівфабрикатів та здійснює рівномірне нагрівання внутрішніх шарів за всім об'ємом. Одночасно вмикають інфрачервоні нагрівачі, попередньо встановивши потужність теплового потоку на рівні 11 кВт/м². За рахунок теплоти від нагрівальної поверхні та ІЧ променів здійснюється тепловий вплив на зовнішні шари напівфабрикатів та відповідне формування скоринки. Тривалість теплової обробки складає 10 хв. За скінченням цього часу процеси нагрівання припиняють.

Комбінований спосіб запікання зраз січених з додаванням рослинної сировини із застосуванням електроконтактного нагрівання.

Звичайний спосіб приготування зраз січених полягає в формуванні котлетної маси у вигляді пласта товщиною 1 см, на середину якого кладуть начинку. Краї пласту поєднують, утворюючи овально-приплюснуту форму з наступною паніровкою. Теплова обробка сформованих таким чином напівфабрикатів здійснюється шляхом запікання за температури 180 °С протягом 20...25 хв. до утворення скоринки на поверхні.

За умов нового комбінованого способу запікання зраз січених напівфабрикати готують згідно рецептури 664 [6]. До складу котлетної маси напівфабрикатів входять такі основні компоненти, як котлетне м'ясо – яловичина (66 %), хліб пшеничний (14 %) та вода підсолена (20 %). Фарш начинки готують з таких основних компонентів: подрібнена пасерована цибуля (15 % від складу начинки), зелень (5 % від складу начинки) та січені варені яйця (30 %). У якості решти фаршу начинки (50 % від складу начинки) пропонується овочева сировини на вибір: пюре картоплі, відварена терта морква або тушкована капуста.

Теплову обробку напівфабрикатів загальною масою 1 кг здійснюють протягом 15 хв за умов поєднання поверхневого нагрівання потужністю 1,2 кВт, інфрачервоного нагрівання з густиною теплового потоку 11 кВт/м², ЕКН змінним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц за наступних значень напруги у залежності від виду овочевої сировини:

- для зраз січених з пюре картоплі – 32 В;
- для зраз січених з відвареною тертою морквою – 28 В;
- для зраз січених з тушованою капустою – 30 В.

Таким чином, відміна даного способу від звичайного полягає у тому, що з метою запікання зраз січених з додаванням рослинної сировини до складу фаршу начинки додають на вибір пюре картоплі, відварену терту моркву або тушковану капусту; з метою забезпечення збалансованого впливу теплових потоків, поєднуються зазначені вище методи нагрівання за визначених параметрів, при цьому напруга ЕКН встановлюється залежно від обраної овочевої сировини.

Технологічний процес складається з наступних етапів: складання рецептури, підготовка сировини, приготування котлетної маси, приготування фаршу начинки, формування напівфабрикатів, запікання комбінованим способом. Приготування котлетної маси та підготовка з тепловою обробкою овочевої сировини здійснюється таким же чином, що й для котлет січених. При цьому у випадку картоплі здійснюють її нарізання на шматки, моркви – натирання на терці, капусти – шинкування. Цибулю ріпчасту сортують, очищують, миють та подрібнюють, потім пасерують. Яйця миють та варять в круту. Після остигання яйця очищують та подрібнюють. Коли всі компоненти начинки остигнуть, здійснюють їх перемішування з додаванням попередньо підготовленої зелені. Далі готують пласти напівфабрикатів, на які вкладають начинку та утворивши правильну

форму запікають комбінованим способом. Підготовка та здійснення способу запікання також аналогічні до приготування котлет січених. Тривалість теплової обробки складає 15 хв. За скінченням цього часу процеси нагрівання припиняють.

Комбінований спосіб запікання рулету з макаронами із додаванням рослинної сировини та застосуванням електроконтактного нагрівання. Розглянемо звичайний спосіб запікання рулету з макаронами. Він полягає в наступному. На змочену водою полотняну серветку розкладають котлетну масу рівним шаром товщиною 1,5...2 см. На котлетну масу кладуть начинку (заправлені жиром відварені макарони). Потім краї серветки поєднують таким чином, щоб один край котлетної маси дещо находив на інший, та рулет зкочують на змазану жиром деку швом донизу. Поверхню рулету змащують яйцем, посипають сухарями, збризкують жиром, проколюють у декількох місцях та запікають 30...40 хв.

За умов нового комбінованого способу запікання рулету з макаронами напівфабрикати готують згідно рецептури 666 [6]. До складу котлетної маси напівфабрикатів входять такі ж основні компоненти з таким же відсотковим співвідношенням, як і до розглянутих вище зраз січених.

Фарш начинки готують з основного компоненту – заправлених жиром відварених макаронів (88 % від складу начинки). У якості решти фаршу начинки (12 % від складу начинки) пропонується додавання відвареної тертої моркви, що є овочевою сировиною.

Теплову обробку напівфабрикатів загальною масою 1 кг здійснюють протягом 20 хв за умов поєднання поверхневого нагрівання потужністю 1,2 кВт, інфрачервоного нагрівання з густиною теплового потоку 11 кВт/м², ЕКН змінним струмом прямокутної форми з частотою 50 Гц за напруги електричного струму 26 В.

Таким чином, відміна даного способу від звичайного полягає у тому, що з метою запікання рулету з макаронами із додаванням рослинної сировини до складу фаршу начинки додають відварену терту моркву; з метою забезпечення збалансованого впливу теплових потоків, поєднуються зазначені вище методи нагрівання за визначених параметрів, при цьому напруга ЕКН складає 26 В.

Технологічний процес складається з наступних етапів: складання рецептури, підготовка сировини, приготування котлетної маси, приготування фаршу начинки, формування напівфабрикатів, запікання комбінованим способом. Приготування котлетної маси та підготовка з тепловою обробкою овочевої сировини здійснюється таким же чином, що й для котлет січених. Макарони варять та додають жир. Далі готують пласт напівфабрикату, на який вкладають компоненти начинки та, утворивши рулети, запікають комбінованим способом. Тривалість теплової обробки складає 20 хв. За скінченням цього часу процеси нагрівання припиняють.

Висновки. Таким чином, не викликає сумніву значущість у харчуванні людини рослинної сировини, як багатой на вітаміни дієтичної продукції, що сприяє правильному обміну речовин. До рослинної сировини, що може бути використана під час приготування м'ясних кулінарних виробів можна віднести велику групу овочів, що покращить їх смак та якість. Під час виробництва такої продукції доцільним є застосування електроконтактного нагрівання, що дозволить інтенсифікувати прогрівання внутрішніх шарів напівфабрикатів та забезпечити регульовану рівномірність температурного поля за об'ємом виробу.

Запропоновано асортимент м'ясних кулінарних виробів на основі рослинної сировини із застосуванням електроконтактного нагрівання: котлети січені; зрази січені та рулет з макаронами. Наведено особливості реалізації відповідних способів, що мають переваги за технологічними показниками виробництва, а саме тривалістю теплової обробки та виходом продукції, а також високі показники якості. Розширення асортименту виробів можливе за подальших досліджень, що заплановані у подальшій роботі за даним напрямом.

Список використаних джерел.

1. Черевко О. І. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини: монографія. В 3 ч. Ч. 2. Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О. І. Черевко та ін. Х.: ХДУХТ, 2012. 151 с.

2. Шевченко А.О. Обладнання для переробки рослинної сировини з електро-контактним нагріванням / А.О. Шевченко, С.В. Прасол, Б.В. Михайлов // Технічний прогрес в АПВ: Всеукр. наук.-практ. конф., 9–10 травня 2023 р.: матеріали. Харків: ДБТУ, 2023. С. 285–288.

3. Shevchenko A. 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>

4. Черевко О.І. Черевко Інноваційні технології оздоровчих харчових продуктів на основі рослинної сировини та обладнання для їх реалізації : монографія в 3 ч. Ч. 3. Технології виробництва кулінарних м'ясних виробів з додаванням рослинної сировини та їх апаратурне оформлення / О. І. Черевко та ін. Харків: ХДУХТ, 2021. С. 31–43.

5. Пат. на корисну модель 58275 Україна, МПК А 23 L 1/025. Комбінований спосіб теплової обробки харчових продуктів / О. І. Черевко [та ін.] (Україна) ; заявник та патентовласник Харк. держ. ун-т харч. та торг. № 201010657; заявл. 03.09.2010; опубл. 11.04.2011, Бюл. № 7.

6. Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания. К.: А.С.К., 1998. 656 с.

УДК 663.252

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРІПЛЕНИХ ДЕСЕРТНИХ ВИН ТИПУ КАГОР

Дробна М.І., здобувач СВО «Магістр»,

Мамай О.І., к.т.н.,

Валько М.І., д.т.н.

*Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький,
Україна.*

Постановка проблеми. На споживчому ринку України кріплені вина займають особливе місце, оскільки вони є популярними серед споживачів. Задоволення вимог до якості та різноманітності виноробної продукції неможливе без розширення асортименту вин.

Розвиток сучасного винного ринку відбувається високими темпами за рахунок, як імпортової продукції, так і вин вітчизняного виробництва [1]. По позиціонуванню вина, виробленого в Україні, як імпортного продукту, представлена велика кількість проектів, що характеризуються відповідною легендою, дизайном та іноземною назвою.

Загалом в Україні налічується 144 виноробних підприємства (з них 29 малих виробників виноробної продукції) [2]. В Україні існують підприємства, які здатні скласти конкуренцію європейським виробникам, тому необхідно забезпечити законодавчу базу для стимулювання розвитку таких виробників і створити конкурентоспроможний і відомий, як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринку бренд «Вино України».

Тому, виробництво високоякісної продукції, унікальність вин, створення бренду «Вино України», проведення фестивалів вина, розвиток «винного туризму» – це головний шлях, що має розбудовувати галузь виноробства, для збереження позицій і розвитку як на внутрішньому ринку, так і зайняти місце на зовнішніх.

Для розширення асортименту необхідно зробити вибір та обґрунтування технології кріплених вин, які не поступаються за якістю європейським аналогам; обґрунтувати вибір сировини описати якість готової продукції за органолептичними та фізико-хімічними показниками; вибрати високопродуктивне устаткування, технологічні рішення, що відповідають затвердженій нормативній документації.

В Україні дослідженнями, присвяченими розробці й удосконалюванню технології кріплених вин, займалися Г.Г.Валуйко [3], К.А.Ковалевський [4] та ін.

Однак, незважаючи на значний рівень затребуваності кріплених вин, залишаються маловивченими багато аспектів розглянутої проблеми, у тому числі, наукове обґрунтування й розробка технології

вин типу кагор, з урахуванням увологічних і хіміко-технологічних показників сировини, а також застосування різних технологічних рішень, що сприяють підвищенню якості вин.

Основні матеріали дослідження. Метою проведених досліджень було наукове обґрунтування й удосконалення технології вин типу кагор із сортів винограду, що вирощують на території Херсонської області. Для рішення цієї мети були поставлені завдання: провести технологічну оцінку деяких червоних сортів винограду; обґрунтувати спосіб виробництва кагорних виноматеріалів із червоних сортів винограду із застосуванням термовинифікації та підброджування м'язги; розробити сучасну технологічну схему виробництва вин типу кагор, що дозволяє одержувати якісні та стабільні вина; дослідити фізико-хімічні й органолептичні показники вин типу кагор.

Властивості та якісні показники готових вин багато в чому залежать від якості винограду, а вона у свою чергу – від екологічних факторів і сортових особливостей. На основі хіміко-технологічних параметрів винограду, вибирають способи його переробки, технологічні режими для одержання виноматеріалів різних типів.

Для дослідження обрані сорти винограду Каберне Совіньон, Сапераві, Одеський чорний, Бастардо Магарачський. Основні значення фізико-хімічних показників досліджуваних сортів представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Середні значення хіміко-технологічних показників червоних сортів винограду врожаю 2020–2022 рр.

Показник	Сорт винограду			
	Каберне Совіньон	Сапераві	Одеський чорний	Бастардо Магарачський
Масова частка сухих речовин, %	24,5	26,7	25,7	25,0
Масова концентрація цукрів, г/дм ³	225	226	234	236
Масова концентрація титрованих кислот у перерахуванні на винну, г/дм ³	5,9	5,8	5,6	5,2

Одним з найбільш важливих показників винограду при виробництві червоних вин є вміст фенольних речовин – показник, що включає в себе кількість загальних фенольних речовин, які можуть бути використані при переробці винограду, у тому числі й антоціанів, що мають вирішальне значення при формуванні кольору вина.

На рис. 1 представлені експериментальні дані, отримані при визначенні суми фенольних речовин у досліджуваних сортах винограду. Сировина для виробництва червоних вин, через особливості

органолептичного сприйняття напою, має в першу чергу містити значну кількість поліфенольних речовин.

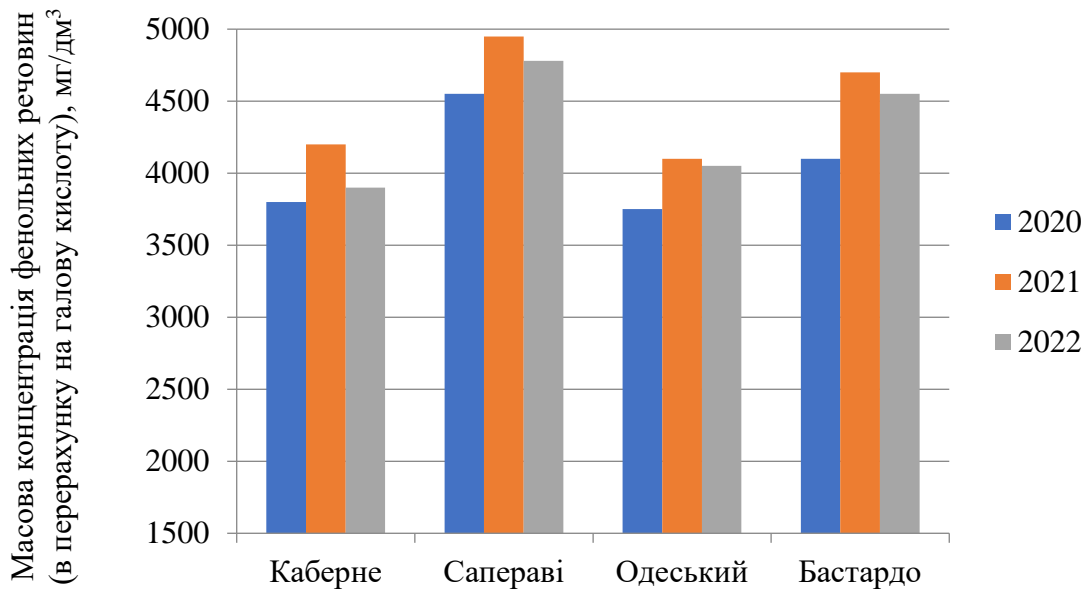


Рис. 1. Сума фенольних речовин, що вилучаються з винограду різних сортів

Проведена оцінка сортів винограду за органолептичними характеристиками, фізико-хімічними показниками дозволила зробити висновок: досліджувані сорти винограду, вирощувані в умовах Херсонської області протягом ряду років, повністю відповідають вимогам, викладеним у ДСТУ 2366:2009 Виноград свіжий технічний. Технічні умови [5]. За вмістом цукрів і поліфенольних речовин (див. табл. 1 і рис. 1) досліджувані сорти придатні для виробництва вин типу кагор.

Надалі проводились дослідження використання різних технологічних прийомів, що дозволяють підвищити в суслі вміст барвних, екстрактивних і ароматичних речовин. До цих прийомів відносяться термовиніфікація, підброджування сусла на м'яззі. У таблиці 2 представлені основні фізико-хімічні показники виноматеріалів типу кагор, отриманих з використанням вказаних технологічних прийомів.

Як свідчать представлені в таблиці 2 дані, кагорні виноматеріали відповідають вимогам для виробництва кагорів, при цьому титрована кислотність перебуває в необхідних значеннях (не нижче 3,0 г/дм³), згідно з ДСТУ 4806:2007 Вина. Загальні технічні умови [6].

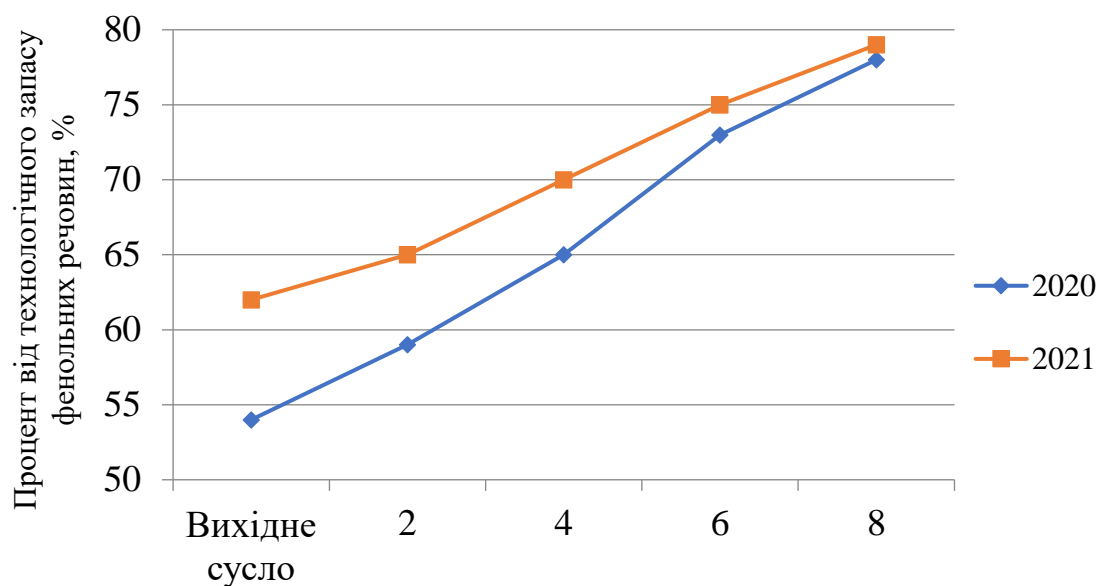
Технологія виробництва високоякісних вин типу кагор спрямована на одержання максимальної екстрактивності виноматеріалів і найбільш повне вилучення антоціанів і комплексу фенольних речовин винограду.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники вин типу кагор

Показник	Значення показника по роках дослідження	
	2020	2021
Масова концентрація цукрів, г/дм ³	161,0±3,2	160,5±2,1
Масова концентрація титрованих кислот, у перерахуванні на винну кислоту, г/дм ³	5,8±0,2	5,7±0,2
Об'ємна частка етилового спирту, % об.	16,2±0,2	16,1±0,2
Масова концентрація летких кислот, у перерахуванні на оцтову кислоту, г/дм ³	0,15±0,03	0,22±0,08

Червоні сорти винограду залежно від кліматичних умов вирощування, агротехнічних прийомів оброблення мають різні хіміко-технологічні показники, тому при одержанні вин стабільної якості важливо обрати технологічні прийоми, що дозволяють згладити коливання складу ягід винограду.



Тривалість термовиніфікації, год

Рис. 2. Процент від технологічного запасу фенольних речовин при термовиніфікації та наступному підброджуванні м'язги

З урахуванням отриманих при проведених дослідженнях результатів розроблені технологічні рішення по удосконаленню технології кріплених вин типу кагор.

Відмінними рисами розроблених технологічних рішень є: застосування процесу термовиніфікації при температурі 60-65 °С, тривалість процесу була визначена експериментально і складає 4 – 6 годин; підброджування сусла на м'яззі після охолодження м'язги, що пройшла термовиніфікацію; кондиціювання вин типу кагор по міцності

здійснюється ректифікованим етиловим спиртом, застосування якого дозволяє повною мірою використовувати сортові особливості винограду.

Висновки. На підставі увологічної оцінки визначені перспективні для виробництва вин типу кагор у Херсонській області сорти винограду: Одеський чорний, Сапераві, Бастардо Магарачський і Каберне Совіньон. Розроблена система оцінки якості винограду, вирощуваного в Херсонській області, що включає органолептичне, фізико-технологічне дослідження сировини, а також визначення суми фенольних речовин.

Обґрунтований спосіб виробництва кагорних виноматеріалів з перспективних сортів винограду, що вирощують на території Херсонської області. Максимальне вилучення фенольних сполук і кращі органолептичні показники вин типу кагор одержали при використанні способу термовинифікації, наступного підброджування охолодженої м'язги і спиртування підбродженого суслу. Показано, що застосування теплової витримки дозволяє сформувати органолептичні властивості кагорних виноматеріалів, а в ході наступної витримки підсилюються специфічні для кагорів тони чорносливу й шоколаду.

Розроблена технологія виробництва вин типу кагор, що включає термовинифікацію при 60 °С протягом 4–6 годин. Використання вказаних технологічних прийомів дозволяє завершити основні окисно-відновні процеси трансформації антоціанів і додати готовим винам тони в кольорі та органолептичні якості властиві винам типу кагор.

Отриманими експериментальними даними фізико-хімічних і органолептичних показників вин типу кагор із сортів винограду, що вирощують в Херсонській області, показана відповідність напоїв вимогам нормативної та технічної документації.

Список використаних джерел

1. Економічна правда: веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/10/27/693153/> (дата звернення 08.09.2023).

2. Виноробство в Україні: сучасний стан і перспективи : веб-сайт. URL: <https://agropolit.com/blog/475-vinorobstvo-v-ukrayini-suchasniy-stand-i-perspektivi> (дата звернення 11.09.2023).

3. Валуїко Г.Г., Домарецький В. А., Загоруйко В. О. Технологія вина: підручник. Київ: Центр навчальної літератури, 2003. 592 с.

4. Ковалевський К.А., Валько М.І., Мамай О.І. Інноваційні технології виноробства. Бродильні апарати і установки: навчальний посібник. Херсон: ХНТУ, 2018. 148 с.

5. ДСТУ 2366:2009 Виноград свіжий технічний. Технічні умови. [Чинний від 01.01.2010]. Київ, Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.

6. ДСТУ 4806:2007 Вина. Загальні технічні умови. [Чинний від 01.01.2009]. Київ, Держспоживстандарт України, 2008. 16 с.

УДК 664.1

БІОЛОГІЧНО АКТИВНІ СПОЛУКИ В ШОКОЛАДІ

Тимошенко А.О., здобувач СВО «Магістр»,

Кошель О.Ю., д.ф., доц.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. У наш час споживчий попит на більш здорові продукти харчування з покращеним смаком та зручністю спонукає харчову промисловість розробляти функціональні продукти з додаванням біоактивних інгредієнтів, які можуть доповнювати основне харчування або фармакологічну дію.

Шоколад, протягом багатьох століть, був не лише вишуканою насолодою, а й об'єктом дослідження вчених, істориків та гурманів. Одним з важливих аспектів його складу та впливу на організм є його здатність служити носієм різних біоактивних інгредієнтів, які можуть позитивно впливати на здоров'я людини.

Однак недоліком використання шоколаду як функціонального продукту харчування є високий вміст цукру, що ускладнює його комерціалізацію серед населення, що страждає на діабет. Тому існує необхідність розробки рецептур шоколаду без цукру з додаванням біологічно активних інгредієнтів. Тим не менш, заміна цукру та додавання біологічно активних інгредієнтів є серйозною технологічною проблемою, яка впливає на текстуру та сенсорні властивості шоколаду.

Основні матеріали дослідження. Прийнятність функціональних продуктів сильно залежить від харчової цінності, обраної як носій біоактивних інгредієнтів. У цьому контексті шоколад може бути використаний як адекватний засіб доставки активних сполук, таких як пробіотики, рослинні екстракти, вітаміни та мінерали, адже шоколад, особливо темний, багатий на біоактивні інгредієнти, такі як флавоноїди, теобромін, мінерали, фенілетиламін і анандамід. Ці інгредієнти мають потенційно позитивний вплив на здоров'я людини [1].

Недоліком використання шоколаду як носія для доставки біоактивних інгредієнтів є високий вміст цукру в класичних рецептурах. Таким чином, звичайні шоколадні цукерки не підходять для діабетиків. У цьому плані попит на шоколад без цукру з часом зріс, спонукаючи харчову промисловість і наукове співтовариство до розробки рецептури шоколаду без цукру з використанням штучних підсолоджувачів (наприклад, стевії, еритриту та ізомальту) як замінників цукру [2].

Як було сказано раніше, споживчий попит призвів до розробки нових продуктів із гарним смаком, користю для здоров'я та зручністю.

Таким чином, кондитерські вироби повинні адаптуватися до цих нових викликів шляхом додавання біоактивних компонентів. Шоколад є придатною сировиною завдяки своїм органолептичним властивостям і захисному ефекту, вітамінів і мінералів відрізняється в різних країнах через різні дієти та доступність їжі. Таким чином, щоб задовольнити рекомендовані добові норми споживання, необхідні добавки вітамінів і мінералів.

Збагачення їжі залізом є практичною стратегією запобігання дефіциту заліза. Наприклад, залізо додають який чинить на біоактивні сполуки під час травлення. Однією з переваг використання шоколаду як носія для доставки біоактивних сполук є те, що він може маскувати неприємні смаки.

Крім того, шоколад також використовується як інгредієнт для різних харчових рецептів, тому функціональні шоколадні цукерки також можна використовувати для збагачення різних продуктів. Крім того, біологічно активні інгредієнти, присутні у функціональних шоколадних цукерках, також можуть функціонувати як консерванти для підвищення стабільності терміну придатності харчових продуктів [3]

Флавоноїди є важливими біоактивними сполуками, які присутні у шоколаді. Вони походять із какао-бобів. Саме цей інгредієнт містить велику кількість флавоноїдів, особливо катехінів та епікатехінів, які належать до класу флавонолів [4]. Флавоноїди можуть допомогти захистити клітини від впливу вільних радикалів, зміцнити судини та знизити запалення.

Шоколадні цукерки з додаванням фенольних сполук були отримані шляхом включення рослинних екстрактів у склади. Різні фенольні екстракти вишні, шовковиці та кави були успішно додані до шоколаду без впливу на сенсорну сприйнятливність, підвищуючи їх антиоксидантну активність. Наприклад, було виявлено, що додавання порошку плодів вишні 3% і відходів кави 2% в складі білого або чорного шоколаду підвищувало загальний вміст фенолу та активність поглинання радикалів. Крім того, додавання вичавок шовковиці та фенольних екстрактів персика до шоколаду продемонструвало вищий вміст флавоноїдів та вищу антиоксидантну активність. [5].

Вітаміни та мінерали життєво важливі для нормального функціонування організму та зміцнення здоров'я людини. Ці необхідні поживні речовини покращують втому, пізнання та фізіологічні функції. Недостатнє споживання у печиво, цукерки, брауні та розчинні напої. Подібним чином молочний шоколад із додаванням заліза використовувався як транспортний засіб для доставки цього мінералу, зберігаючи при цьому реологічні та сенсорні властивості продукту [6].

Крім того, було досягнуто збагачення темного шоколаду вітаміном D 3, отримано рецептуру без значних змін сенсорних, реологічних, плавлення та колірних властивостей кінцевого продукту. Таким чином,

є докази того, що шоколад можна використовувати як ефективний носій для доповнення вітамінів і мінералів. Важливо також враховувати, що темний шоколад є хорошим природним джерелом необхідних елементів, таких як калій і фосфор [7].

Доведено, що різні типи шоколадних цукерок є адекватним транспортним засобом для доставки різних пробіотичних штамів (*Lactobacillus* і *Bifidobacterium*). Було розроблено молочний шоколад з використанням двох штамів *Lactobacillus* (*Lactobacillus casei* та *Lactobacillus paracasei*) і продемонстровано, що використання шоколадної матриці було придатним для підтримки життєздатності бактерій між функціональним рівнем ($1 \times 10^6 - 1 \times 10^8$ КУО/г) протягом 12 місяців зберігання при 18 °С [8].

До складу чорного шоколаду додавали *A. muciniphila* та *L. casei*, що показало кінцеву кількість бактерій $>1 \times 10^7$ КУО/г після 60 днів зберігання при 4 °С та 15 °С. Використовуючи цей шоколад, було проведено дослідження під час проходження через шлунок, де з початкової концентрації $9 \log$ КУО/г кількість бактерій зменшилася на $1,9 \log$ КУО/г під час експозиції протягом 35 хвилин [9].

Усі рецептури шоколаду, описані вище, показали, що додавання пробіотиків до шоколаду не вплинуло на фізико-хімічні властивості та сенсорну прийнятність кінцевих продуктів; демонструючи, що шоколад є чудовим харчовим продуктом, який можна використовувати як транспортний засіб для доставки корисних пробіотичних бактерій.

Висновки. Таким чином, використання шоколаду як носія біоактивних інгредієнтів може розширити способи, якими ми можемо споживати корисні сполуки. Це особливо важливо в контексті розробки функціональних продуктів, які можуть сприяти нашому здоров'ю та допомагати в збереженні фізичного і емоційного благополуччя. Крім того, шоколад як носій біоактивних інгредієнтів відкриває цікаві можливості для поліпшення нашого харчування та забезпечення організму корисними сполуками. У відповідному контексті та з урахуванням рекомендацій щодо раціонального споживання шоколад може стати частиною здорового способу життя і приємним способом забезпечити наше тіло корисними речовинами.

Список використаних джерел

1. Smith, John. Cocoa and Chocolate in Human Health and Disease. Editor: Ronald Ross Watson, Victor R. Preedy, Sherma Zibadi. 2013.
2. Paranjape A., Sonawane S., Patil S. Development of sugar free and fortified chocolates with D-optimal design approach. J. Food Eng. Technol. 2021.
3. Denkova-Kostova R.S., Goranov B.G., Teneva D.G., Tomova T.G., Denkova Z.R., Shopska V., Mihaylova-Ivanova Y. Bio-preservation of chocolate mousse with free and immobilized cells of *Lactobacillus*

plantarum D2 and lemon (*Citrus lemon* L.) or grapefruit (*Citrus paradisi* L.) zest essential oils. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.* 2015.

4. Fraga, C. G., Litterio, M. C., Prince, P. D., Calabró, V., Piotrkowski, B., Galleano, M., & Oteiza, P. I. Cocoa flavanols: effects on vascular nitric oxide and blood pressure. *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 2011.

5. Yoon M.-H., Kim K.-H., Hwang H.-R., Jo J.-E., Kim M.-S., Yook H.-S. Quality characteristics and antioxidant activity of chocolate containing flowering cherry (*Prunus serrulata* L. var. *spontanea* Max. wils.) Fruit Powder. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 2009.

6. Méndez A.S., Pérez L.A.C. Adición de hierro hemo, proveniente de hemoglobina bovina a un chocolate de consumo directo. *Bistua Rev. Fac. Cienc. Básicas.* 2011.

7. Kruszewski B., Obiedziński M.W. Multivariate analysis of essential elements in raw cocoa and processed chocolate mass materials from three different manufacturers. *LWT.* 2018.

8. Zarić D.B., Bulatović M.L., Rakin M.B., Krunić T., Lončarević I.S., Pajin B.S. Functional, rheological and sensory properties of probiotic milk chocolate produced in a ball mill. *RSC Adv.* 2016.

9. Marcial-Coba M.S., Saaby L., Knøchel S., Nielsen D.S. Dark chocolate as a stable carrier of microencapsulated *Akkermansia muciniphila* and *Lactobacillus casei*. *FEMS Microbiol. Lett.* 2018.

УДК 664.6

ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ В ТІСТІ ДЛЯ ПІЦИ

Кошель О.Ю., док. філ., доц.,

Москаленко А.С., здобувач вищої освіти СВО «Магістр»

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

В роботі розглянуто та наведено оптимальну кількість вологи в тісті для піци з урахуванням якості готового виробу.

Волога - це кількість води, що міститься в будь-якому матеріалі, виражена у відсотках від його ваги.

Визначення вологості має велике значення і пов'язане з якістю сировини, умовами її зберігання і виходом товарного продукту. Харчова та енергетична цінність товарних продуктів значною мірою залежить від вмісту вологи. Чим більше води в продукті, тим менше сухої речовини на одиницю ваги. Наприклад, збільшення вологості борошна на 1% знижує вихід хлібобулочних виробів на 1,5-2,0%. Крім того, всі розрахунки, пов'язані з визначенням виходу продукту або втрат екстрагованих речовин під час технологічних процесів тощо. У

більшості випадків вони перетворюються на суху речовину (СР). Методів визначення вологості розроблено багато, але всі вони поділяються на прямі (теплофізичні, хімічні та дистиляційні) і непрямі (електрометричні). Найпоширенішими є теплофізичні методи. Суть їх полягає в тому, щоб з'ясувати, наскільки зменшується маса подрібненого матеріалу за рахунок випаровування вільної вологи при сушінні за точно заданих параметрів: температури, тривалості сушіння і ступеня подрібнення матеріалу.

Найбільш часто використовуваним методом дослідження відносної вологи являється метод Чижової. Цей метод заснований на висушуванні дослідного зразка тепловими променями, які виходять з темного нагрітого тіла. Швидке зневоднення матеріалу досягається тим, що дослідний зразок розподіляють тонким шаром і прогрівають з обох боків масивними плитами, які мають високу теплопровідність і теплоємність.

$$W = \frac{(a - b) * 100}{4}$$

де а і б – маса пакета з наважкою відповідно до і після висушування, г.

До досліджуваного тіста для піци з використанням рисового борошна було додано суміш пряних трав, з вмістом 5 та 10%. Після чого було проведено 2 досліді стосовно вмісту вологи в обох зразках з масою наважки 5 г кожен. При першому досліді в якому використовувалось 5% суміші пряних трав, показники за формулою методу Чижової були такі:

$$W = \frac{(5 - 2) * 100}{4} = 75\%$$

Далі було проведено дослідження вмісту суміші пряних трав в розмірі 10%. Дані записані в формулі:

$$W = \frac{(5 - 2.1) * 100}{4} = 72.5\%$$

Згідно з проведених досліджень відносної вологості методом Чижової, можна зробити висновок, що, краще використовувати 5% суміші пряних трав в приготуванні тіста для піци, так як вона тримає рівень вологи в нормі згідно нормативної документації. Тісто залишається еластичним та легко розтягувалось, що дозволяло зробити піцу будь якої форми. А зразок, що містив 10% суміші виявився більш сухим по вмісту вологості та саме в тісто для піци не було еластичним та рвалося при розтягуванні.

Список використаних джерел

1. Загальні технології харчової промисловості: Метод. вказівки до вик. лаб. практикуму студ. заоч. форми навчання напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія» спец. «Технологія продуктів бродіння і виноробства» / Укл.: А.М. Куц, М.В. Бондар, Ю.В. Булій. К: НУХТ, 2011. 53 с.

УДК 621.793.620.172

КОМПОЗИЦІЙНІ ПОРОШКОВІ МАТЕРІАЛИ І ПОКРИТТЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,
Іващенко С.В.¹, інж.,
Лісовський Л.В.¹, інж.,
Смиківський С.М.¹, інж.,
Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Одним із методів порошкової металургії є отримання практично без поруватих матеріалів способом гарячого штампування заготовок деталей машин. Цей метод дозволяє підвищити коефіцієнт використання матеріалу з 50...55% до 95...98% і відповідно, значно скоротити витрати при механічній обробці.

Характеристики міцності металокерамічних конструкційних матеріалів підвищуються при легуванні залізної основи твердого сплаву. Методи вдосконалення конструкційних матеріалів розробляються за рахунок цілеспрямованого формування в них нано розмірної структури [1,2,4].

Одним із шляхів зменшення витрат на експлуатацію та заміну зношених деталей є виготовлення їх з матеріалів з високою зносо- та корозійною стійкістю. До них належать порошкові матеріали з нерівноваженою структурою, без вольфрамові тверді сплави та карбідосталі. Під композиційними матеріалами треба розуміти поєднання двох або більше хімічно різнорідних матеріалів з чіткою границею розділу між ними. Такий комбінований матеріал повинен мати властивості, котрі не має ні один з компонентів окремо. Композиційні порошкові матеріали поділяють на три основні групи:

1. Волокнисті матеріали, тобто матеріали, що складаються з волокон одного компонента, розподілених у іншому компоненті (матриці).

2. Дисперсні матеріали, які складаються з частинок одного або більше компонентів, розподілених у матриці її, і утворюють механічну суміш.

3. Шарові матеріали, що складаються з двох або більше шарів різних компонентів.

За видом матриці, волокнисті композиційні матеріали поділяють на металеві, полімерні і керамічні; за видом волокон – на матеріали, армовані дротом, скляними, борними, вуглецевими, керамічними та іншими волокнами. Армування металів високоміцними волокнами дозволяє отримати матеріали з надзвичайно високою міцністю та жорсткістю. Відомо, що в основі конструювання зносостійких порошкових матеріалів, які працюють в умовах абразивного зношування, постає принцип гетерогенності структури. Більш перспективними є шарові матеріали, що виготовляються методами порошкової металургії. В цьому випадку не має чіткої межі розділу між робочим шаром та основою деталі [1,3,5].

В агропромисловому комплексі технологічні заходи по різанню ґрунту, переробці продуктів рослинництва та видалення гноївки з тваринницьких приміщень є найбільш розповсюдженими технологічними операціями. При взаємодії з ґрунтом і продуктами рослинництва робочі органи ґрунтообробних, садильних і кормозбиральних машин, обладнання для приготування кормів зазнають інтенсивного абразивного зношування і корозійного руйнування. В той же час, від технічного стану леза робочого органу залежать, в першу чергу, такі показники роботи, як середня глибина культивації, ступінь підрізання бур'янів, перевитрати паливно-мастильних матеріалів, зростання тягового опору агрегатів, якість подрібнення кормів.

Метою роботи є підвищення довговічності і зносостійкості робочих органів сільськогосподарських машин шляхом виготовлення їх з композиційних порошкових матеріалів.

Основні матеріали досліджень. Відомо, що оптимальна конструкція молотка кормодробарки повинна забезпечувати в процесі зношування – стабільність технологічного процесу подрібнення кормів та періодичне відновлення профілю робочих граней, що безпосередньо контактують з продуктами рослинництва. На рис.1 зображено конструкцію молотка фірми «Вальтер» Німеччина, що переконливо показує його більш високий технічний ресурс.



Рис. 1. Молоток кормодробарки фірми «Вальтер»

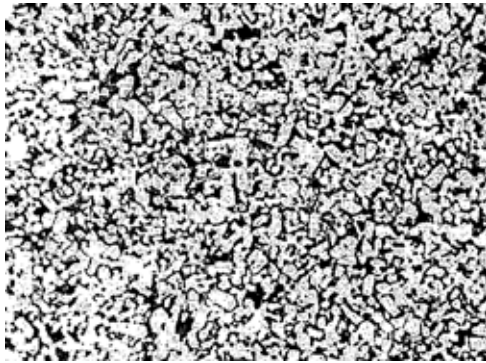


Рис. 2. Мікроструктура сплаву КХЖ-70, х 400

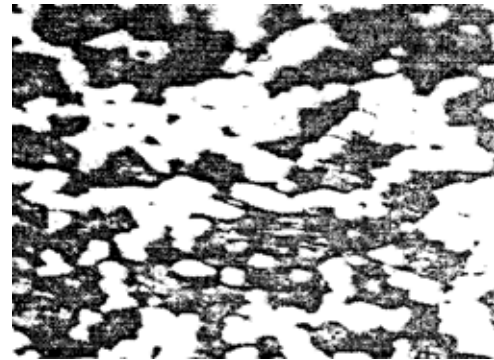


Рис. 3. Мікроструктура сплаву КХНФ-15, х 400

Для різальної крайки використовується матеріал КХЖ-50, який має високу твердість (84 HRA) та зносостійкість, несуча частина молотка виготовляється з матеріалу КХЖ-85.

В результаті проведених досліджень розроблено технологію виготовлення деталей з шаровою робочою частиною. Технологія включає операції пошарового засипання порошку в прес форму, їх сумісного пресування та дво стадійного спікання у повітрі при температурі 950°C та у вакуумі при 1230°C, з ізотермічною витримкою 45 хвилин.

Випробування підтверджують, що виготовлення деталей з шаровою робочою пластиною забезпечує ефект самозагострювання за рахунок регулюючої зносостійкості робочих граней і серцевини.

Мікроструктура сплаву КХНФ15 представляє собою композицію, що складається із зерен карбиду хрому та включень цементуючої зв'язки на основі ніхрому легованого фосфором (рис. 2).

Мікроструктура сплаву КХЖ70 представляє собою двофазову основу, що складає із зерен складного карбиду, розташованих в інтерметалевій матриці зі вуглецевого ферохрому (рис. 3). Поєднання високої міцності, ударної в'язкості з достатньою твердістю дозволяє рекомендувати сплави серії КХЖ для зміцнення деталей робочих органів кормоподрібнювачів, що швидко зношуються.

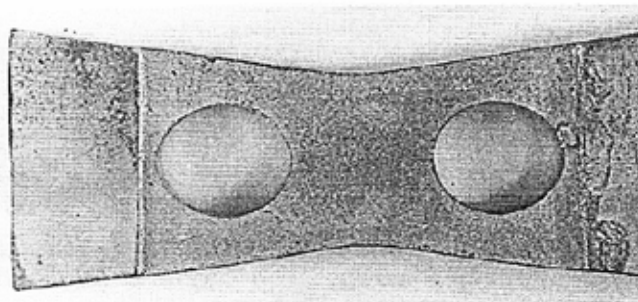


Рис. 4. Молоток дробарки 3-шаровий композиційний матеріал (КХЖ50 + КХЖ85 + КХЖ50), ДБ-5, КДУ-2,0

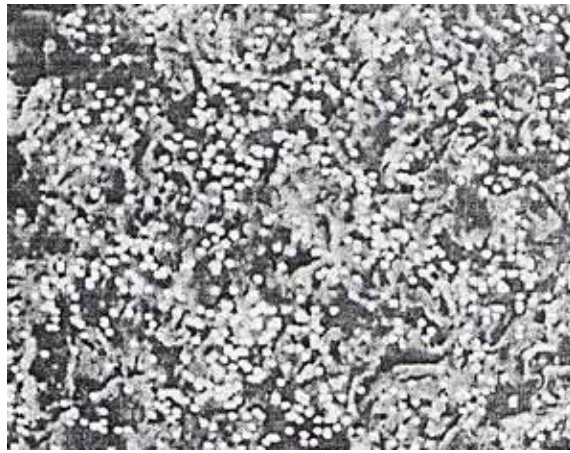
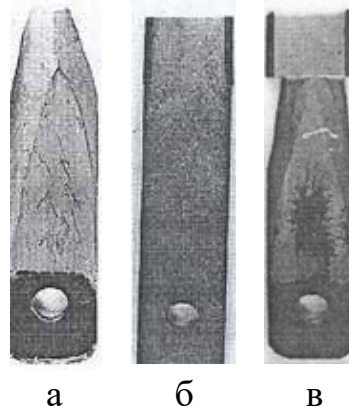


Рис. 5. Дифузійна двостороння зона композиційного матеріалу, x 1000

Триботехнічні показники випробуваних матеріалів зумовлюються в основному властивостями покриття та несучого шару. За допомогою методу порошкової металургії отримано матеріал, армовані шари якого з'єднані з несучою основою двосторонньою дифузійною зоною, що забезпечує надійний зв'язок та сприяє релаксації ударного впливу на молоток у всьому об'ємі поверхні. (рис.4, рис.5). Для різальної крайки використовується матеріал КХЖ-50, який має високу твердість 84 HRA та зносостійкість, несуча частина молотка виготовляється зі матеріалу КХЖ 85. Товщина армованого шару на одній площині може сягати до 30% від загальної товщини молотка дробарки. [1,2, 4]



а – зношування і руйнування підкладки (основи) зі сталі 65Г та злам робочої частини: ударно-абразивне зношування; б – вихідна робоча поверхня; в – набіток на робочу грань молотка 200 тон.

Рисунок 6. Молоток дробарки УМК-Ф-2 (БМКА-1), робочі крайки якого армовані змінними модульними пластинами з композиційних матеріалів на основі карбідів хрому, титану і молібдену

Армування робочих граней молотків дробарок кормів з недорогої основи (сталь 45, сталь, Ст.3) модульними пластинами зі композиційних матеріалів КХЖ-70, КХНФ-15 складається з двох операцій (рис.6): перша виготовлення армуючого елемента, друга –

закріплення до основи молотка модульної пластини шляхом паяння, зварювання або приклеювання полімерною сумішшю «Стик», або «Адгезів, С-1». Для фермерського господарства найбільш економічно сприятливий метод відновлення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин у польових умовах. Отримана геометрія поверхні молотка (рис.4) після застосування порошкових композиційних матеріалів дає більш тривалий термін служби молотків і найменшу кількість разових зупинок машин для приготування кормів.

Результати та висновки. Розроблена технологія виготовлення зносостійких елементів із порошкових композиційних матеріалів для робочих органів молоткових і роторних подрібнювачів. Отримано матеріал із безвольфрамового твердого сплаву в умовах ударно-абразивного зношування. Обґрунтована висока ефективність використання технології виготовлення робочих органів машин для тваринництва і кормо виробництва методами порошкової металургії. Використання для виготовлення молотків кормодробарок порошкових композиційних матеріалів на основі карбідів хрому і титану дозволило підвищити їх довговічність та зносостійкість у 10-13 разів у порівнянні з серійними зі сталі 65Г. Для деталей, що працюють в умовах абразивного зношення, вибирають сплави з малим вмістом нікелю, які забезпечують високу твердість і стійкість проти спрацювання; для деталей, що піддаються динамічним навантаженням, - сплави з максимальним вмістом нікелю і, отже, з найбільшою ударною в'язкістю.

Застосування порошкових композиційних матеріалів для виготовлення деталей машин дає значний економічний ефект. Собівартість виготовлення 1 т металокерамічних деталей середньої складності у 2-2,5 рази нижча собівартості 1 т деталей з прокату або литва. У разі випадків ефективність використання порошкових композиційних деталей значно зростає за рахунок збільшення строку їх служби порівняно зі строком служби деталей з традиційних конструкційних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Конструкційні металокерамічні деталі. /Інститут проблем матеріалознавства НАН України. Видавництво «Реклама» Київ, 1990.
2. Мудрук А.С. Повышение долговечности машин и оборудования, работающих в условиях интенсивного износа // А.С. Мудрук, Н.И. Денисенко, М.В. Киндрачук УкрНИИТИ. Сер.Технология и оборудов. По обраб. Металлов; К.: Вып.3 1990. 44 с.
3. Шамрай В.Б., Мікосянчик О.О., Лопата Л.А., Голембієвський Г.Г., Горб С.С. Композиційні матеріали для зносостійких покриттів деталей сільськогосподарських машин / В.Б.Шамрай, О.О.Мікосянчик, Л.А.Лопата, Г.Г. Голембієвський, С.С.Горб // Проблеми тертя та зношування. – 2023, 1 (98), Київ. С.4-13.

4. Маслюк В.А. Зміцнення швидкозношувальних поверхонь робочих органів сільськогосподарських машин безвольфрамними твердими сплавами // Маслюк В.А., Яковенко Р.В., Денисенко М.І.-К: Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК/ 2013.-Вип.185,ч.1. С.42-57.

5. Денисенко Н.И. Пути повышения срока службы рабочих органов кормодрилок. / Н. Денисенко, Р. Власюк.-К.: Исследование и конструирование машин и оборудования для животноводства: Сб. научн. трудов. Вып.8. ВНИИживмаш, 1986.

УДК 664.681

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ ВИДІВ БОРОШНА У ТЕХНОЛОГІЇ МАФФІНІВ

Толста О.П., аспір.,

Кошель О.Ю., д.ф., доц.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Харчова промисловість завжди перебуває в стані пошуку нових інновацій, щоб задовольняти зростаючі потреби сучасного споживача. Споживачі не лише вимагають смачних та здорових продуктів, але й зацікавлені в альтернативних варіантах, які враховують різноманітні дієтичні обмеження та вподобання. Один із яскравих прикладів цього підходу - використання безглютенових продуктів у випічці, зокрема у виготовленні маффінів.

Маффіни, це популярна страва, яку люблять багато людей навколо світу. Солодкі або солоні, вони завжди здатні розрадити наші смакові рецептори. З роками технології приготування маффінів вдосконалюються, і однією з ключових інновацій стає використання безглютенових видів борошна [1].

Безглютенова дієта стає все більш поширеною через ряд медичних причин та зростання популярності здорового способу життя. Глютен, білок, що міститься в пшениці та інших злаках, може бути проблематичним для людей із целиакією чи іншими формами непереносимості глютену. Також, деякі люди віддають перевагу безглютеновій дієті як засобу поліпшення здоров'я та енергії.

Одним з найцікавіших та корисних видів безглютенового борошна є борошно зеленої гречки. Зелена гречка - це сорт гречки, який зберігає зелений колір своїх зерен під час обробки. Борошно зеленої гречки насичене великою кількістю білка, вітамінів та мінералів, включаючи вітаміни групи В, зокрема фолієву кислоту, вітаміни Е та К. Це також

джерело мінералів, таких як залізо, кальцій, магній та калій. Важливою особливістю борошна зеленої гречки є наявність антиоксидантів, таких як рутин та кверцетин, які сприяють підтримці імунної системи та захисту від вільних радикалів [2].

Із світло-кремовим відтінком та приємним, ледь вловимим горіховим ароматом, борошно зеленої гречки є рослинною сировиною, яка має важливі технологічні властивості. Завдяки гідрофільним високомолекулярним сполукам, таким як білки, крохмаль та клітковина, це борошно вміє зв'язувати воду та набухати. Це поліпшує структурно-механічні характеристики харчових систем, що розробляються, та підвищує споживчі якості готових продуктів. Таким чином, борошно зеленої гречки вирізняється не лише своєю харчовою цінністю, але і технічною унікальністю, роблячи його важливим компонентом в сучасних технологіях харчового виробництва.

Використання борошна зеленої гречки у технології маффінів може надати цим смачним випічкам не тільки безглютенові переваги, але й унікальний смаковий профіль та харчову цінність. Оскільки борошно має приємний горіховий смак, це може доповнити інші інгредієнти маффінів та зробити їх більш насиченими.

Додатково, борошно зеленої гречки має високий вміст клейковини, що робить його ідеальним для створення рум'яної та пухкої текстури маффінів. Це борошно також володіє хорошою здатністю утримувати вологу, що робить маффіни більш соковитими та довготривалими у свіжості.

Додатково слід відзначити, що борошно зеленої гречки вже знаходило застосування у виробництві різноманітних хлібобулочних виробів, таких як хліб та печиво. Використання цього борошна в цих продуктах було мотивоване бажанням розширити асортимент та вдосконалити харчові якості, пропонуючи споживачам альтернативні та здорові варіанти харчової продукції.

Наприклад, пекарі та виробники хлібобулочних виробів інтегрували борошно зеленої гречки в свої рецептури, зокрема, для створення безглютенових продуктів. Це дозволило покращити харчовий склад та робити хлібобулочні вироби більш доступними для тих, хто дотримується певних дієтичних обмежень [3].

У разі маффінів, використання борошна зеленої гречки може бути ще однією етапною інновацією. До цього моменту його можливості у цьому конкретному виді харчового виробництва можливо було недооцінено. Інтеграція цього борошна в рецептури маффінів може призвести до унікального поєднання смакових відтінків та текстур, роблячи ці випічені вироби не лише безглютеновими, але і особливо смачними та поживними.

Загалом, використання безглютенових видів борошна, зокрема борошна зеленої гречки, у технології маффінів - це інноваційний підхід до створення смачної та корисної випічки. Таким чином, вибір

безглютенових інгредієнтів, зокрема борошна зеленої гречки, може розширити кулінарний світ та призвести до створення справжніх шедеврів у світі випічки.

Список використаних джерел

1. Bakery Products Science and Technology / editor Y.H. Hui. Oxford.: Blackwell Publishing, 2006. 1st ed. 575p.
2. Шелудько В.М. Нові види борошняних кондитерських виробів в Україні. Хранение и переработка зерна. 2011. № 6. С. 30–32.
3. Masure H.G., Fierens E., Delcour J., (2016) Current and forward looking experimental approaches in gluten-free bread making research, Journal of Cereal Science, 67, Pp. 92–111.

УДК 664.681.1

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО БОРОШНА ТА ПСИЛІУМУ У ТЕХНОЛОГІЇ ПЕЧИВА

Мішан Д.М., здобувач СВО,

Боковець С.П., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Харчова промисловість постійно розвивається, створюючи нові можливості для виробників печива. Печиво – це один з найпопулярніших видів хлібобулочних виробів, який має довгу історію та широкий спектр смакових варіацій. Сучасна харчова промисловість вдосконалює рецептури печива, додаючи нові інгредієнти для поліпшення харчових властивостей та задоволення різноманітних харчових вподобань споживачів.

Однією з найактуальніших інновацій у цьому напрямку є використання безглютенового кокосового борошна та псиліуму у технології печива. Це поєднання інгредієнтів не лише враховує потреби осіб із непереносимістю глютену, але й додає продуктам новий смак та поживні властивості [1].

Кокосове борошно є надзвичайно цінним інгредієнтом в харчовій промисловості, яке здобуває все більше популярності завдяки своїм унікальним характеристикам та корисним властивостям. Воно виготовляється з висушених та зрізаних частин кокосового горіха, і його використання у кулінарії знаходить широкий спектр застосувань.

Однією з ключових переваг кокосового борошна є його безглютеновий характер, що робить його ідеальним вибором для людей із целіакією або іншими формами непереносимості глютену. Це також робить його популярним компонентом у виробництві безглютенових

харчових продуктів, таких як печиво, хліб та паста [2].

Кокосове борошно відрізняється високим вмістом клейковини, вітамінів та мінералів. Крім того, воно містить здорові насичені та ненасичені жири, які можуть бути корисними для здоров'я серця.

Це борошно також завоювало свою популярність завдяки своєму хімічному складу та властивостям. Воно визначається великим вмістом необхідних для організму мінеральних елементів на 100 г, зокрема: калію – 356 мг, фосфору – 113 мг, магнію – 32 мг, кальцію – 14 мг, заліза – 2,4 мг, міді – 0,4 мг, цинку – 1,1 мг, селену – 10,1 мг; вітаміни групи В, а також вітаміни С – 1,5 мг, Е – 0,44 мг, РР – 0,6 мг [2].

У складі кокосового борошна знаходиться 20% білка, 10–12 % жирів та 63–71 % вуглеводів. Половина з них представлена харчовими волокнами, кількість яких вдвічі перевищує ту, що міститься у пшеничних висівках, і в 20 разів більше, ніж у пшеничному борошні вищого сорту [2].

Псиліум, багаторічна трав'яниста рослина, стала значущим інгредієнтом в харчовій та фармацевтичній промисловості завдяки своїм унікальним характеристикам та благотворним властивостям. Головною перевагою псиліуму є високий вміст розчинної клейковини у його насіннях, що використовується у створенні безлічі продуктів для підтримки здоров'я та функціонування травного тракту.

Однією з ключових особливостей псиліуму є його здатність вбирати воду та утворювати гелеподібну масу. Це робить його важливим компонентом у виробництві безглютенових продуктів, таких як хліб, печиво та мюслі, де він може служити як природний засіб для збереження вологи та поліпшення консистенції виробів [3]. Псиліум також славиться своїм здатністю підтримувати зниження рівня холестерину.

Деякі виробники хліба та булочок вже використовують безглютенове кокосове борошно або ж псиліум у своїх рецептурах, але раніше їх сумісне поєднання не використовувалося в печиві. Це може бути спричинене технічними аспектами чи просто нещодавнім відкриттям нових можливостей цих інгредієнтів у створенні високоякісного та смачного печива [3].

Початок використання кокосового борошна та псиліуму технології печива відкриває широкі перспективи для створення не лише безглютенових, але й вкрай корисних та смачних продуктів. Кокосове борошно, з його ароматним горіховим смаком та високим вмістом клейковини, додасть унікальну текстуру та смакові відтінки до печива. Водночас, його здатність зберігати вологу поліпшить структуру та м'якість виробів, роблячи їх більш тривалими у зберіганні.

Загалом, спільне використання цих інгредієнтів дозволить створити печиво, яке не тільки задовільнить смакові палітри, але й відповідатиме вимогам здорового харчування. Такі продукти можуть стати відмінним вибором для осіб із непереносимістю глютену, а також

для тих, хто шукає більш здорові та поживні альтернативи традиційному печиву.

Список використаних джерел

1. Шелудько В.М. Нові види борошняних кондитерських виробів в Україні. Хранение и переработка зерна. 2011. № 6. С. 30–32.
2. Gunathilake K.D.P.P., Yalegama C. and Kumara A.A.N. Use of coconut flour as a source of protein and dietary fibre in wheat bread. Asian Journal of Food and Agro-Industry. 2009. March 2, 386–395.
3. Дорохович А.М., Петренко М.М. Розробка технології зтяжного печива спеціального призначення з врахуванням вимог нутриціології для людей похилого віку. Збірник наукових праць ПДАТУ. 2016. Вип. 24, т. 2. С. 90–99.

УДК 664.723

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ СУШІННЯ ЗЕРНА

Богомолів О.В., д.т.н., проф.,

Гурський П.В., к.т.н., доц.,

Бредихін В.В., к.т.н., доц.,

Іващенко С.Г., к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

Постановка проблеми. З ростом вирощування зернової продукції виникає задача своєчасної та якісної підготовки зерна до зберігання. Одною з основних технологічних операцій є сушіння зернової продукції. Від якісного сушіння залежить в подальшому як тривале зберігання, при якому будуть менше виникати фактори псування зерна (виникнення та розвинення шкідників, мікроорганізмів, збільшеного дихання та проростання зерна) [1, 2, 3] так і виготовлення борошна та круп (більша ефективність роботи здрібноючих машин, та машин для лущення, менші втрати електроенергії та зношування робочих органів) [4, 5].

Процес сушіння проводять, в основному шахтних та барабанних сушарках. Вибір сушарок залежить від матеріальної спроможності підприємства, можливості придбання палива для сушарки (газ, тверде та рідке паливо) [6, 7]. Також беруть до уваги те, щоб сушарка була економічна, проста у користуванні продуктивна, мала швидку окупність та інші.

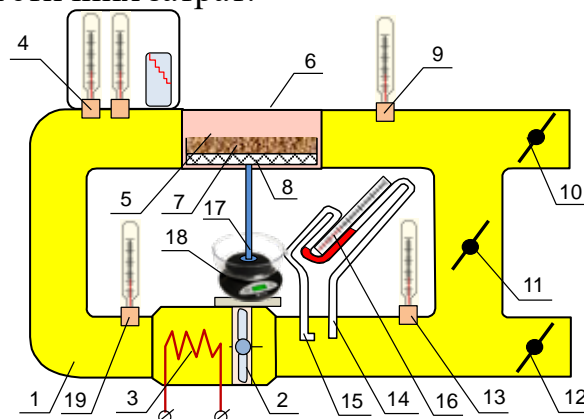
Вибір раціональних режимів дає можливість застосування їх в більш великих об'ємах на інших сушарках великої продуктивності. Не дотримуючись правильних режимів сушіння можна отримати здуте

зерно, спричинене затримкою видалення вологи, або отримати денатурацію білків при перегріванні зерна, що призведе до втрат схожості та інш.

Метою досліджень є аналіз процесу сушіння та вибір раціональних режимів сушіння зерна пшениці, тритікале та жита на лабораторній сушарці конвективного типу.

Основні матеріали дослідження. Дослідження тривалості процесу сушіння зерна пшениці проводили на експериментальній установці кафедри (рис. 1) за різної товщини зернового шару 0,5, 1,0, 1,5 см, різної температури: 30; 40; 50 °С та швидкості агента сушки 0,5 м/с.

Процес сушіння здійснюється шляхом продування гарячого повітря, яке циркулює по підвідних і відвідних повітряних каналах крізь шар зерна. Завдяки великій кількості поперечних каналів забезпечується рівномірний розподіл загального об'єму теплоносія ефективно його використання в камері зерносушарки. Велика кількість поперечних повітряних каналів в зерносушарці, сприяє зменшенню шару зерна, що сушиться і продувка зерна відбувається з обох сторін, що позитивно впливає на енергоефективність процесу сушіння і зменшення енергетичних затрат.



1 – циркуляційний трубопровід; 2 – вентилятор (повітродувка); 3 – електрокалорифер (підігрівач повітря); 4 – психрометр; 5 – сушильна камера; 6 – завантажувальний люк; 6 – генератор хвиль НВЧ; 7 – зерновий матеріал; 8 – сітка; 9, 13, 19 - термометри; 10 – засувка для часткового або повного видалення відпрацьованого повітря; 11 – засувка (рециркуляційна); 12 – засувка для подачі свіжого повітря; 14 – п'єзометрична трубка; 15 – трубка Піто; 16 – мікроманометр з похилою шкалою; 17 – підставка (штанга); 18 – ваги (електронні, з цифровою індикацією)

Рис. 1. Схема сушарки конвективного сушіння зерна

Дослідженнями тривалості процесу сушіння зерна пшениці за товщини зернового шару, за температури $50 \pm 2^\circ \text{C}$ та різної швидкості агента сушки встановлено, що збільшення швидкості потоку гарячого повітря в діапазоні 3,0...5,0 м/с сприяє зменшенню тривалості процесу сушки на 2 години.

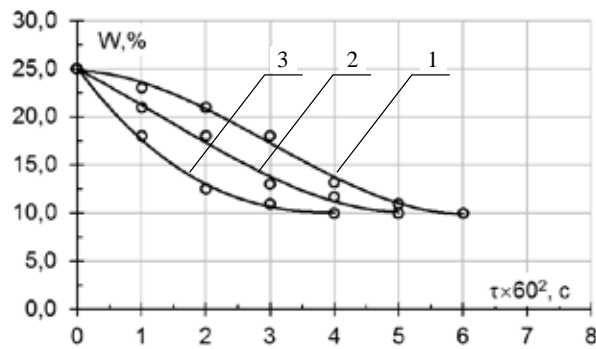


Рис. 2. Залежність вологості зерна пшениці при товщині шару 0,5 см від тривалості сушки за температури агента сушки, 50 °C та швидкості агента сушки, м/с: 1- 0,5; 2-1,0; 3- 1,5

Висновки. Встановлено, що для зменшення вологості зерна пшениці від 25% до 10% за товщини зернового шару 0,5 см тривалість сушіння в 1,6 рази менша за температури 50±2°C ніж за температури 30±2°C.

Збільшення товщини зернового шару до 1,5 см призводить до зростання тривалості сушіння на 25%, що складає 8 годин.

Отже від вибору правильних режимів сушіння залежить отримання зерна та насіння, яке достатньо стійке при зберіганні та не втрачає з часом посівні та технологічні властивості.

Список використаних джерел

1. Гурський П.В., Иващенко С.Г., Токолов Ю.І., Вербицький В.О. Дослідження режимів сушіння зерна пшениці. Матер. Міжнар. науково-практ. конф. Сучасні напрямки технології та процесів перер. і харчових виробництв” – Харків: ХНТУСГ, 2019. С. 33–34.
2. Бредихін В.В., Богомолов О.В., Сліпченко М.В., Кісь-Коркіщенко Л.В., Иващенко С.Г., Ірклієнко В.І., Черняєв О.О., Тікунов С.Р. Наукові основи ощадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом. Монографія. Харків, «Діса+»: 2023. 408с.
3. Богомолов О.В., Михайлов В.М., Завгородній О. І., Ірклієнко В.І., Богомолов О.О., Иващенко С.Г. До питання енергоємності процесів сепарації зернових сумішей. Вісник Том 13, Запоріжжя: ТДАТУ, 2022 р. С. 1–8.
4. Скобло Т.С., Богомолов О.В., Иващенко С.Г. Повышение качества измельчения зернопродуктов путем применения новых материалов при изготовлении рабочих органов вальцевых станков. Науковий журнал. Інженерія переробних і харчових виробництв. ХНТУСГ, Том 1, Харків: 2016, С. 42–44.
5. Гурський П.В., Токолов Ю.І., Иващенко С.Г., Домніч М.І. Дослідження енерговитратності технологічного процесу помелу зерна//Вісник ХНТУСГ. Вип. 152. Х: 2014. С. 59–64.
6. Гурський П.В., Иващенко С.Г., Болдир Є.О. Дослідження

процесу сушіння зерна пшениці в шафових зерносушарках із застосуванням конвективного способу. Матер. Всеукр. науково-практ. конфер. здобувачів вищої освіти і молодих вчених “Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв”. Х: ДБТУ, 2023. С. 52–54.

7. Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Токолов Ю.І., Маніло В.Л., Заїка В.П., Шерстюк В.С. Експлуатація та обслуговування обладнання переробних і харчових виробництв. Навч. посібник. –Харків, «Міськдрук»: 2014. 254с.

УДК 004:65.014.1:631.82(02)

МЕТОДИКА МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.,

Григоренко С.М., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Інтенсивне землеробство передбачає не тільки одержання високих врожаїв, а й підтримання та підвищення родючості ґрунтів, чого можна досягти за позитивного балансу гумусу й поживних елементів [1]. Розроблено низку методів, які допомагають вирішувати дану проблему, проте дійсне значення добрив у процесі сільськогосподарського виробництва можна правильно зрозуміти лише у взаємозв'язку з іншими факторами, що формують рівень урожайності сільськогосподарських культур у межах одного і того ж періоду. Мінеральні добрива є чинником управління мінеральним живленням рослин, тобто доповнення недостатньої кількості в ґрунті NPK до оптимального рівня для конкретної сільськогосподарської культури.

Для вирішення поставленого завдання необхідно побудувати економіко-математичну модель оптимізації використання фондів добрив і реалізувати її на ПЕОМ [2]. Всі ці умови враховані в динамічній економіко-математичній моделі оптимізації розподілу обмежених фондів органічних і мінеральних добрив під сільськогосподарські культури.

Необхідність ефективно використовувати добрива викликана:

- економічними аспектами;
- впливом добрив на якість продукції врожаю;
- можливим негативним впливом на навколишнє середовище.

Оптимальний розподіл мінеральних добрив забезпечує підвищення урожайності сільськогосподарських культур, а це означає

покращення продуктивності праці, зменшення собівартості продукції, що виробляється. Ефект від застосування добрив може бути як агрономічним, так і економічним [3].

Результат дії добрив на урожайність сільськогосподарських культур, тобто набавка врожаю з 1 га є агрономічним ефектом, який може бути виражений виходом кінцевої продукції (овочі, фрукти, цукор тощо) або промисловою сировиною чи в умовних одиницях [4]. Агрономічний ефект удобрення є функцією природних та організаційно-господарських умов.

Економічну ефективність використання добрив характеризують наступні показники: вартість додатково отриманої продукції, додатковий дохід, який визначається як різниця вартістю додаткової продукції та додатковими витратами, окупність витрат, зниження собівартості продукції, підвищення продуктивності праці.

Виходячи із наявних у господарстві обсягів мінеральних добрив та структури посівних площ сільськогосподарських культур, визначити, які види добрив, у яких сумішах, під які культури, яким способом, на якій площі слід вносити, щоб досягти найкращого економічного ефекту.

В якості **критерію оптимальності** використовують показники: валова (товарна) продукції, вартість валової (товарної) продукції, окупність кормів, дохід від внесення добрив тощо [5].

Вихідна інформація та етапи її підготовки [5].

Важливою інформацією при розв'язку такої задачі є природно - економічні умови існування господарства, особливості вирощування сільськогосподарських культур, тип, якість чи фактичний стан ґрунтів, а також необхідно мати наступну інформацію:

- наявність органічних і мінеральних добрив у господарстві. По мінеральних добривах визначають кількість діючої речовини, по органічних – загальний обсяг по видах;
- площі посіву різних сільськогосподарських культур. Якщо одна і та сама культура висівається на різних ділянках з різними типами ґрунтів, після різних попередників, то площі розраховуються з урахуванням цих особливостей;
- способи внесення добрив по кожній культурі. У відповідності до технологічних карт встановлюються способи та терміни внесення добрив з урахуванням особливостей її вирощування;
- норми та суміші мінеральних добрив на 1 га в залежності від способу внесення добрив під різні сільськогосподарські культури. Ці показники визначають на основі попереднього досвіду господарства, даних відповідних науково-дослідних інститутів, дослідних лабораторій, довідників тощо;
- приріст врожаю у натуральному чи грошову виразі по кожній культурі у залежності від внесеної суміші добрив на 1 га.

В умовах господарства, згідно регіональної агротехнічної

лабораторії, можна отримати надбавки врожаю у залежності від різних способів внесення добрив.

Для запису числової економіко-математичної моделі наведемо такий *ПРИКЛАД*.

Етап 1. Постановка задачі та обробка вихідних даних. Розрахувати оптимальний план розподілу мінеральних добрив, при якому загальна вартість прибавки врожаю була б максимальною. Вихідна інформація наведена в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані про культури по ділянках

Культури	№ ділянки	Площа посіву, га	Урожайність без внесення добрив, ц/га	Дози внесення добрив на 1 га, ц д. р.			Прибавка урожайності за рахунок внесення добрив	
				азотних	фосфорних	калійних	ц/га	гр.од*/га
Озима пшениця	1	100	12,5	0,6	0,8	0,4	7,5	105
	2	55	16	0,6	0,9	0,5	8	112
	3	94	17	0,7	1	0,4	8	112
	4	71	19,5	0,8	1	0,6	9,3	130,2
Озимий ячмінь	1	87	14	0,5	0,7	0,4	6,9	120,8
	2	48	15,8	0,6	0,7	0,4	7,2	126
	3	23	17,6	0,6	0,8	0,5	7,4	129,5
Картопля	1	54	136	0,3	0,7	0,5	34,2	444,6
	2	39	137	0,3	0,7	0,5	38	494
	3	28	148	0,3	0,8	0,6	39	507
	4	42	152	0,4	0,9	0,7	41,5	539,5
	5	69	155	0,4	1	0,7	45,6	592,8

* гр.од. – умовна грошова одиниця.

Під культури виділяється наступна кількість мінеральних добрив: азотних – 267 ц д. р., фосфорних - 481 ц д. р, калійних – 319 ц д. р. Крім того за планом необхідно виробити 9700 ц зерна та 40 000 ц картоплі.

Етап 2. Розробка числової моделі.

Для розробки розгорнутої економіко-математичної моделі необхідно визначитися з системою змінних.

Система змінних – площі, що удобрюються:

- x_1 – площа озимої пшениці на 1-й ділянці
- x_2 - площа озимої пшениці на 2-й ділянці
- x_3 - площа озимої пшениці на 3-й ділянці
- x_4 - площа озимої пшениці на 4-й ділянці
- x_5 - площа озимого ячменю на 1-й ділянці
- x_6 - площа озимого ячменю на 2-й ділянці
- x_7 - площа озимого ячменю на 3-й ділянці
- x_8 - площа картоплі на 1-й ділянці
- x_9 - площа картоплі на 2-й ділянці

x_{10} - площа картоплі на 3-й ділянці

x_{11} - площа картоплі на 4-й ділянці

x_{12} - площа картоплі на 5-й ділянці

Система обмежень:

I. За використанням та наявності мінеральних добрив, ц д.р.

1. азотних

$$0,6x_1+0,6x_2+0,7x_3+0,8x_4+0,5x_5+0,6x_6+0,6x_7+0,3x_8+0,3x_9+0,3x_{10}+0,4x_{11}+0,4x_{12} \leq 267$$

2. фосфорних

$$0,8x_1+0,9x_2+x_3+x_4+0,7x_5+0,7x_6+0,8x_7+0,7x_8+0,7x_9+0,8x_{10}+0,9x_{11}+x_{12} \leq 481$$

3. калійних

$$0,4x_1+0,5x_2+0,4x_3+0,6x_4+0,4x_5+0,4x_6+0,5x_7+0,5x_8+0,5x_9+0,6x_{10}+0,7x_{11}+0,7x_{12} \leq 319$$

II. За площею, що удобрюється, га:

4. озимої пшениці на 1-й ділянці $x_1 \leq 100$

5. озимої пшениці на 2-й ділянці $x_2 \leq 55$

6. озимої пшениці на 3-й ділянці $x_3 \leq 94$

7. озимої пшениці на 4-й ділянці $x_4 \leq 71$

8. озимого ячменю на 1-й ділянці $x_5 \leq 87$

9. озимого ячменю на 2-й ділянці $x_6 \leq 48$

10. озимого ячменю на 3-й ділянці $x_7 \leq 23$

11. картоплі на 1-й ділянці $x_8 \leq 54$

12. картоплі на 2-й ділянці $x_9 \leq 39$

13. картоплі на 3-й ділянці $x_{10} \leq 28$

14. картоплі на 4-й ділянці $x_{11} \leq 42$

15. картоплі на 5-й ділянці $x_{12} \leq 69$

III. За гарантованим приростом продукції, ц

Для визначення гарантованого приросту зерна та картоплі за рахунок внесення добрив з планового показника виробництва кожного виду продукції відніmemo обсяг виробництва, що був би отриманий без внесення добрив:

Гарантоване виробництво зерна:

$$9700 - (13 \cdot 100 + 16 \cdot 55 + 17 \cdot 94 + 19,5 \cdot 71 + 14 \cdot 87 + 15,8 \cdot 48 + 17,6 \cdot 23) = 2206,3 \text{ ц}$$

Гарантоване виробництво картоплі:

$$40000 - (136 \cdot 54 + 137 \cdot 39 + 148 \cdot 28 + 152 \cdot 42 + \dots) = 6090 \text{ ц}$$

16. За гарантованим приростом зерна

$$7,5x_1 + 8x_2 + 8x_3 + 9,3x_4 + 6,9x_5 + 7,2x_6 + 7,4x_7 \geq 2206,3 \text{ ц}$$

17. За гарантованим приростом картоплі

$$34,2x_8 + 38x_9 + 39x_{10} + 41,5x_{11} + 45,6x_{12} \geq 6090 \text{ ц}$$

Цільова функція - максимум вартості прибавки врожаю:

$$F = 105x_1 + 112x_2 + 112x_3 + 130,2x_4 + 120,8x_5 + 126x_6 + 129,5x_7 + 444,6x_8 + 494x_9 + 507x_{10} + 539,5x_{11} + 592,8x_{12} \text{ @ } \max$$

Етап 3. Вирішення задачі на ПЕОМ

На основі вищенаведених даних складається *матриця економіко-математичної моделі*, яка є основою для складання електронної таблиці для розв'язання задачі за допомогою платформи MS Excel [16].

В результаті рішення задачі лінійного програмування симплекс-методом MS Excel отримані наступні дані. Оптимальний розв'язок знайдено.

Етап 4. Аналіз результатів розв'язання задачі

Згідно **оптимального плану** (табл. 2) повністю удобрюватимуться всі ділянки за виключенням 3 і 4 під озимою пшеницею. При цьому 3-тя ділянка не удобрюватиметься зовсім, площа 4-ї ділянки – на 12,7%. В цілому удобрюватиметься 78% площі всіх ділянок.

Таблиця 2

Оптимальний план розподілу мінеральних добрив

Культури	№ ділянки	Площа посіву, га	Площа, що удобрюється		Урожайність без внесення добрив, ц/га	Планова урожайність, ц/га	Темп приросту урожайності, %
			га	відс.			
Озима пшениця	1	100	100	100	12,5	20	60
	2	55	55	100	16	24	50
	3	94	-	-	17	17	-
	4	71	9	12,7	19,5	20,7	6
Озимий ячмінь	1	87	87	100	14	20,9	49,3
	2	48	48	100	15,8	23	45,6
	3	23	23	100	17,6	25	42
Картопля	1	54	54	100	136	170,2	25,1
	2	39	39	100	137	175	27,7
	3	28	28	100	148	187	26,4
	4	42	42	100	152	193,5	27,3
	5	69	69	100	155	200,6	29,4
Разом		710	554	78	х	х	х

В таблиці 2 темп приросту урожайності, відс., визначається за формулою

$$T = \frac{Y_p - Y_0}{Y_0} \cdot 100,$$

де Y_p - планова урожайність, ц/га;

Y_0 - урожайність без внесення добрив, ц/га.

Виконання умов:

• I група обмежень – азотні добрива використовуються повністю, фосфорні та калійні добрива недовикористані відповідно на 35,3 та 39,6 ц д. р.;

- II група – мінеральні добрива не вноситимуться лише на 94 га озимої пшениці на 3-й ділянці та на 62 га її посівів на 4-й ділянці;
- III група – виробництво зерна перевищує мінімально необхідний гарантований обсяг на 183,5 ц, картоплі – 3220,2 ц.

Кількість мінеральних добрив, що вноситимуться на ділянках, надано в табл. 3.

Цільова функція: максимальна вартість прибавки врожаю за рахунок внесення мінеральних добрив становитиме 158,4 тис. гр. од.

Таблиця 3

Дози внесення мінеральних добрив на окремих ділянках

Культури	№ ділянки	Площа, що удобрюється, га	Внесення добрив, ц д. р.		
			азотних	фосфорних	калійних
Озима пшениця	1	100	60	80	40
	2	55	33	49,5	27,5
	3	-	-	-	-
	4	9	7,2	9	5,4
Озимий ячмінь	1	87	43,5	60,9	34,8
	2	48	28,8	33,6	19,2
	3	23	13,8	18,4	11,5
Картопля	1	54	16,2	37,8	27
	2	39	11,7	27,3	19,5
	3	28	8,4	22,4	16,8
	4	42	16,8	37,8	29,4
	5	69	27,6	69	48,3
Разом		554	267	445,7	279,4

Висновки. Розв'язок задачі згідно запропонованої моделі передбачає розрахунок оптимального плану розподілу мінеральних добрив. Отриманий результат показав темп приросту врожайності до 60%.

Список використаних джерел

1. Скляр Р.В. Доцільність використання економіко-математичних моделей в сільському господарстві. *Інноваційні технології в АПК: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції*. Луцьк: Луцький НТУ. 2021. С. 122–124.

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

3. Скляр Р.В., Григоренко С.М. Моделювання та оптимізація річного обороту стада великої рогатої худоби. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №13. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-13.

4. Скляр Р.В., Болтянський Б.В. Моделювання та оптимізація раціону годування дійних корів у зимовий період. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2022. Вип. 12, том 1. №5. DOI: 10.31388/2220-8674-2022-1-5.

5. Скляр Р.В. Основні принципи побудови та аналіз математичних моделей технологічних процесів. *«Молодь і технічний прогрес в АПК»*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 263–266.

УДК 631.34

МАШИНИ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В САДАХ

Малярчук В.М.¹, к. с.-г. н.,

Ревтьо О.Я.², к. с.-г. н.,

Малярчук А.С.², к. с.-г. н.

¹Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Херсон, Україна.

²Херсонський державний аграрно-економічний університет, м. Херсон, Україна.

Постановка проблеми. Садівництво – одна з галузей сільськогосподарського виробництва, що найбільш динамічно розвиваються. Виключно важливого значення набуває питання ресурсозбереження в технологіях догляду за садами: способів і глибини обробітку ґрунту, систем удобрення, сучасних підходів до захисту садів, запровадження оптимальних режимів зрошення, які дозволяють істотно збільшити продуктивність саду за зменшення економічних та енергетичних витрат.

Головною метою обробітку ґрунту у садах є збереження і підвищення його родючості, запобігання ерозії, створення сприятливих умов для росту і плодоношення дерев, а також для виконання технологічних операцій з догляду за насадженнями та збирання плодів в найбільш оптимальні строки незалежно від погодних умов. Ці показники в певній мірі залежать від системи обробітку ґрунту у міжряддях та пристовбурних смугах саду.

Найбільше поширення у виробництві плодів натеper набули парова система та система природного або штучного задерніння міжрядь багаторічними злаковими травами

Метою дослідження було проаналізувати технічні характеристики та показники виконання технологічного процесу машин, залучених у системі задерніння міжрядь, а саме: культиватора КПС-1, косарки КС-3М, фрези FS-160, розпилювача GDE 400 та машини для внесення

субстрату у міжстовбурні смуги саду МСТ-1.

Основні матеріали дослідження. За системи задерніння міжрядь основними роботами з обробітку ґрунту є боронування, дискування та культивування. Для виконання перших двох використовують зубові борони ЗОР-0,7, дискову борону БДС-2,3 або дисковий агрегат АГ-2,4-20 вітчизняного виробництва. Для культивування ґрунту в міжряддях саду, знищення бур'янів і вирівнювання його поверхні в Інституті садівництва розроблено культиватор КПС-1.

Культиватор призначений для обробітку ґрунту в садах і кущових ягідниках з міжряддями завширшки 4-5 м та 3-3,5 м відповідно.

Під час проведення випробувань культиватор якісно виконував технологічний процес. До його основних технічних характеристик слід віднести такі: продуктивність 2,1-2,7 га/год., ширина захвату 2,4-3,2 м, глибина обробітку до 0,15 м, робоча швидкість до 7 км/год., маса – 430 кг. Культиватор агрегується з трактором класу 1,4 у начіпному варіанті.

За технології задерніння міжрядь траву в міжряддях за сезон скошують 3-4 рази. Для цього використовують спеціальні косарки з горизонтальним або вертикальним розташуванням осі різального апарата. Перші мають за габаритами значно більшу висоту ніж другі, що ускладнює виконання технологічної операції під кронами дерев, може призводити до пошкодження звислих гілок і збивання плодів. Такі косарки, наприклад, випускає Італійська фірма “Rinieri” із захватом завширшки від 1,5 м до 2,5 м. Також їх можна використовувати для подрібнення зрізаних гілок діаметром до 0,03 м. Косарки з вертикальним розташуванням осі різального апарата значно краще пристосовані для роботи в специфічних умовах саду. Зважаючи на це, Інститутом садівництва була розроблена косарка КС-3М

За результатами випробувань і в процесі експлуатації було встановлено, що косарка надійно і якісно виконує технологічний процес. Її технічна характеристика: продуктивність 1,5–2 га/год., ширина захвату 3 м, робоча швидкість до 6 км/год., висота скошування 0,05-0,14 м, частота обертання різальних апаратів 1200 хв⁻¹, маса 380 кг, агрегується з тракторами класу 0,9-1,4.

Забезпечення високого і сталого урожаю плодових дерев істотно залежить від системи обробітку ґрунту в пристовбурних смугах, де розташована основна частина кореневої системи дерев. У світовій практиці ведення садівництва застосовують два способи боротьби з бур'янами в згаданій зоні – механічний та хімічний. Кожен з них має свої переваги та недоліки.

За механічного способу застосовують фрези, дискові пристосування або плоскорізи. Використання цих знарядь забезпечує розпушування ґрунту і знищення бур'янів з одночасним їх загортанням у ґрунт. Це створює сприятливі умови для життєдіяльності і розвитку насаджень завдяки насиченню ґрунту повітрям, затримці в ньому

вологи та підтримці необхідного балансу поживних речовин. Однак, такий спосіб має суттєві недоліки. По-перше, в інтенсивних садах з щільним (до 1,5 м) розміщенням дерев у ряду зростає ризик пошкодження штаблів і кореневої системи рослин у поверхневих шарах ґрунту. По-друге, виникає небезпека пошкодження шпалери і системи надґрунтового крапельного зрошення.

Для механізованого обробітку пристовбурних смуг здебільшого застосовують автоматичні фрези з висувною робочою секцією, наприклад, фреза італійського виробництва FS-160.

За хімічного способу обробітку пристовбурних смуг (гербіцидами), значно зменшуються питомі витрати коштів і потреба в робочій силі порівняно з механічним способом. Але поряд з позитивними показниками цього способу він має і значні недоліки, а саме: незахищений шар ґрунту швидко втрачає вологу; після опадів або поливу утворюється поверхнева кірка, яка перешкоджає збагаченню ґрунту повітрям та сприяє його висушуванню. На додаток гербіциди негативно впливають на довкілля і на самі дерева, коли потрапляють на їхню надземну частину.

Внесення гербіцидів у пристовбурні смуги виконується, як правило, спеціальними гербіцидними приставками до різного роду обприскувачів. Вони можуть обробляти один або два напівряди дерев. Прикладом такого пристосування є навісний розпилювач GDE-400 італійського виробництва [1].

Для запобігання потрапляння гербіцидів на гілки і стовбури дерев, а також зносу вітром краплин розпилювальні головки захищені еластичним ворсом. Агрегат може працювати в насадженнях з міжряддями завширшки 2-4 м, агрегується з тракторами класу 0,9.

Альтернативним способом обробітку ґрунту у пристовбурних смугах є його мульчування шаром сипкого органічного матеріалу.

Такий спосіб обробітку ґрунту сприяє покращенню структури і вологозабезпеченості ґрунту, значно пригнічує ріст бур'янів і підвищує ростову активність дерев, послаблює добові та сезонні коливання температури в ґрунті, підсилює мікробіологічні процеси і сприяє збереженню гумусу. Перелічені вище та інші чинники сприяють формуванню більш розгалуженої кореневої системи, особливо у верхніх (до 0,4 м) шарах ґрунту, підвищенню урожайності і покращенню товарної якості та лежкості плодів порівняно з гербіцидним паром. Також відомо, що укриття мульчею прикущових зон кущових ягідників, маточників та розсадників також дає виражений позитивний ефект.

Основними недоліками такого способу обробітку ґрунту є можливість пошкодження дерев гризунами та підвищення його кислотності.

Органічним мульчувальним матеріалом може бути тирса, подрібнена солома та трава, перегній, треста льону, торф,

відпрацьований грибний субстрат або їхні суміші.

Поповнювати пристовбурні смуги мульчею потрібно кожні два-три роки. На гектар інтенсивного саду витрачається 250-300 м³ мульчі за рекомендованих параметрів смуги укриття: ширина смуги 1,0-1,2 м, товщина шару – 0,1-0,15 м.

Для мульчування пристовбурних смуг саду необхідно застосовувати спеціальні засоби механізації. Для цього в Інституті садівництва було розроблено мульчувач МСТ-1. Він монтується на розкидач органічних добрив типу РОУ-6 навішувальним пристроєм [2].

За результатами приймальних і виробничих випробувань встановлено, що мульчувач надійно і якісно виконує технологічний процес. Продуктивність за годину основного часу становить 0,6-0,7 га, робоча швидкість агрегату – до 5 км/год., кількість рядів, які обробляються за один прохід агрегату – 1, ширина та висота валка 0,8-1,2 та 0,05-0,15 м, ширина міжрядь 3-5 м, маса – 210 кг.

Мульчувач також можна використовувати для мульчування прикущових зон кущових ягідників і маточників клонових підщеп.

Вибираючи системи обробітку ґрунту в садах слід ураховувати, насамперед: тип саду, його вік, схему садіння, ґрунтово-кліматичні особливості та фінансові можливості господарства. Все це повинно розглядатися крізь призму збільшення продуктивності саду і покращення якості плодів.

Висновки. Проведеними випробуваннями культиватора КПС-1, косарки КС-3М, фрези FS-160, розпилювача GDE 400, машини для внесення субстрату у міжстовбурні смуги саду МСТ-1 визначено, що вони мають достатньо високий технічний рівень. Машини стабільно виконують технологічний процес з показниками призначення, якості роботи і надійності, які відповідають вимогам машин для саду.

Список використаних джерел

1. Протокол випробувань Південно-Української філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого № 03-17 Р-10 2010.
2. Протокол випробувань Південно-Української філії УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого № 2392/1004-03-2019.

УДК 662.8.055:665.3

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРИСТРОЮ ОСТАТОЧНОГО ФОРМУВАННЯ БРИКЕТУ З ЗДАТНІСТЮ ВІДБОРУ ОЛІЙ ПРИ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ НА ГВИНТОВИХ ПРЕС-ЕКСТРУДЕРАХ

Самохвал В.А., аспірант,

Самойчук К.О., д.т.н.,

Червоткіна О.О., інж.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Серед багатьох машинобудівних галузей напрямок виготовлення паливних брикетів набирає великої популярності та перспективно розвивається в багатьох країнах світу. В Україні – одна з найкращих сировинних баз: великі обсяги сільгоспкультур та більшість відходів провіювання цих культур можна використовувати для виготовлення паливних брикетів. З найбільш придатних культур при виготовленні брикетів найчастіше використовують соняшник, сою, рапс та коріандр. Відходи всіх цих культур містять оліємістку частку та в більшості випадків для роботи з даною сировиною використовують шнекові преси.

На сьогоднішній день відома велика кількість пресового обладнання, яке гарно себе зарекомендувало при роботі з сировиною, що не містить олії. Але не так багато обладнання, яке б могло поєднати в собі відбір технічних олій та формування якісного паливного брикету в одному пресі. При цьому забезпечувати мінімальні затрати електроенергії [1]. Здебільшого, при роботі з сировиною, яка містить велику кількість олії, використовують класичну схему, де сировина спочатку переробляється маслопресом, а потім вже подається в прес для виготовлення паливних брикетів. При використанні даної технології значно збільшуються витрати на електричну енергію а також на обслуговування самого обладнання, що викликає збільшення собівартості готової продукції.

На даний час, головною метою є розробка нового пресового обладнання, яке б було більш універсальним та здатним працювати з будь-якою оліємісткою сировиною. Обладнання повинно поєднувати всі потрібні процеси при формуванні брикету та виконувати контрольований відбір олій, а також забезпечувати максимальний час перебування сировини в пристрої остаточного формування [2].

Велика частина наукових досліджень по даній темі спрямовано на вивчення технологічних процесів які потрібні при переробці певного виду сировини та на конструктивні особливості самого обладнання.

Шнекове пресове обладнання вже довгий час задіяне в різних

сферах, але існує обмаль літератури та розробок, які б були направлені на виготовлення паливних брикетів саме з сировини з підвищеним вмістом олій, де поєднуються всі процеси в одному пресі [3].

При вивченні процесу формування паливних брикетів, які не містять внутрішнього отвору та виготовлені з оліємісткої сировини, в першу чергу потрібно звернути увагу на час перебування сировини в пристрої остаточного формування. Як показала практика, при збільшенні часу перебування сировина краще приймає задану нами форму. Для досягнення даної мети найкраще себе показав багатосекційний пристрій остаточного формування. Він дає можливість відрегулювати потрібний тиск при формуванні брикету та значно збільшити час перебування сировини в стиснутому стані, а завдяки маслозбірним канавкам відділяти необхідну кількість технічних олій на кожному етапі формування [4]. При роботі з даним типом сировини в технологічну схему включають додаткове обладнання для відділення олії, що призводить до збільшення витрат, а відповідно, і кінцева вартість виробу на такому обладнанні буде сильно завищеною.

Головною метою даної роботи є розробка універсального обладнання, здатного працювати з сировиною з надмірним вмістом олій та поєднати процес формування брикету та процес контрольованого відбору олій в одному пристрої і при цьому мінімізувати поточні витрати уникаючи використання додаткового енергоємного обладнання.

Основні матеріали дослідження. Всі дослідження виконувалися на прес-екструдері для виготовлення брикетів, докладно описаного в роботі [5]. За рахунок встановлення пристрою остаточного формування прес-екструдер має здатність працювати з більшістю оліємістких сировин та забезпечувати гарну якість брикету. Дослідження на даному обладнанні проводилися за умов максимально наближених до промислових. Під час проведення дослідів досліджувався пристрій остаточного формування брикету з системою контрольованого відбору олій та його вплив на якість брикету та залежність відбору технічних олій від кількості секцій. Для проведення дослідів в якості сировини обрали найбільш розповсюджену в даному регіоні – відходи провіювання соняшнику, з вмістом оліє місткої частини 20%. За рахунок дозатору сировина подавалася однорідним постійним потоком, а сам прес було виведено на робочий режим роботи.

Всі досліди повторювали по 3-5 разів та визначали їх середнє значення. Під час замірів всі результати заносилися в таблицю. Головним завданням експериментів було дослідити розроблені робочі органи, їх вплив на якість продукції та відбір технічних олій під час формування брикету [5]. При виконанні експериментальних досліджень змінювали кількість секцій пристрою остаточного формування та заміряли кількість відібраних технічних олій та вагу

брикету за фіксований проміжок часу. Всі досліди виконувалися за один і той же проміжок часу та всі зразки склалися в окремі ємкості.

Основні технічні характеристики серійного прес-екструдера, який використовувався при дослідженнях, приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Технічні характеристики прес-екструдера

Показник	Величина
Продуктивність (по відходах соняшника), кг/год	120-150
Встановлена потужність, кВт	до 7,5
Споживана потужність, кВт/т	55
Потужність електродвигуна, кВт	11

Розроблений пристрій остаточного формування сировини працює таким чином. При проходженні матриці сировина набуває форми матриці та подається в пристрій остаточного формування сировини в брикет, далі рухаючись по секціям сировина постійно стискається а при проходженні через маслзбірні канавки, які розташовані на стиках секцій, відбувається контрольований відбір олій [5]. Завдяки системі регулювання зазору між кожною секцією ми можемо відбирати потрібну нам кількість олії на кожному етапові формування брикету, що в свою чергу поліпшує якість готової продукції.

Конструкція робочих органів зображено на (рис. 1) [6].

Під час проведення дослідів зважування проводили на цифрових вагах Nokasonic Nk-50. При експерименті змінювали кількість секцій на пристрої остаточного формування брикету, при цьому робили заміри виходу технічних олій та продуктивності по брикету а також порівнювали якість брикету (таблиця 2).



Рис. 1. фрагмент робочих органів, до складу якого увійшов розроблений орган остаточного формування брикету з системою відбору технічних олій

Таблиця 2

Кількісні показники роботи пресу

Кількість секцій	1	2	3	4	5	6	7	8
Довжина пристрою остаточного формування, мм	245	445	690	935	1180	1425	1670	1915
Маса технічної олії при виготовленні 100 кг брикету	0,8	1,8	2,8	3,6	4,1	4,8	5,2	5,6

Під час дослідів було задіяно вісім секцій пристрою остаточного формування. З результатів досліджень ми бачимо, що при занадто малій кількості секцій майже всі технічні олії лишаються в брикеті, а сам брикет стає крихким. Визначено, що оптимальною кількістю секцій є вісім секцій пристрою.

Висновки. Розроблене обладнання забезпечило гарні показники по додатковому відбору технічних олій з оліє місткої сировини та забезпечило поліпшення якості готової продукції. Експериментальним шляхом підтверджено що при правильно підібраній кількості секцій труб можливо отримати до 45кг технічних олій на кожну тону виготовленого брикету. Розроблений пристрій забезпечує стабільну роботу обладнання без включання в лінію додаткового енергоємного обладнання, що в свою чергу знижує собівартість готової продукції.

Список використаних джерел

1. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом, *Науковий журнал «Інженерія природокористування»* 2020. 3(17), С. 15–22.

2. Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В. Комплексна оцінка і аналіз енергетичних показників існуючих технологій переробки рослинних відходів у паливні брикети. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 190 «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. 2018. С. 192–202.

3. Самойчук К. О., Самохвал В. А. Розробка міні-лінії для виготовлення паливних брикетів // *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ*: гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев.- Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 21, т. 1. С.152–159.

4. Патент. 127064, Україна, МПК (2022.05) Шнековий прес-екструдер для отримання брикетів / Самохвал В.А.: заявник і патентовласник Самохвал Віталій Анатолійович – а 202007249: заявл. 13.11.2020: опубл. 30.03.2023, Бюл.№ 13.

5. Кіндзера Д.П., Атаманюк В.М., Госовський Р.Р., Мотіль І.М. *Дослідження процесу формування паливних брикетів із рослинної сировини та визначення їх характеристик*. Науковий вісник НЛТУ України, 2013. С. 138–146.

6. Самойчук К.О., Самохвал В.А. Характеристики використання брикетування в переробній промисловості. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р.* : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 182–184.

УДК 631.361.43:664.788

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВІЙ ГАЛУЗІ

Самойчук К.О., д.т.н., проф.,

Ковальов М.К., здобувач СВО ЗІГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Дроблення є важливим процесом, який дозволяє подрібнювати сировину та готові продукти до бажаного розміру частинок. Дроблення є одним з ключових процесів в харчовій промисловості, що відіграє важливу роль у підготовці сировини та переробці продуктів харчування. Ця технологічна операція полягає в подрібненні сировини на менші частки з метою полегшення подальшої обробки та забезпечення бажаної якості кінцевого продукту [1]. Тези доповіді присвячені розгляду ключових аспектів теорії дроблення в харчовій промисловості, фізичних та хімічних аспектів процесу, вибір обладнання для дроблення, а також контроль якості та оптимізацію процесу.

Основні матеріали дослідження Основною метою дроблення в харчовій промисловості є [1-3]:

1. Зменшення розміру сировини: Дроблення допомагає зменшити розмір твердих продуктів, таких як зерно, фрукти, овочі або м'ясо, на більш дрібні фрагменти. Це робить їх більш придатними для подальшої обробки та забезпечує більш однорідний склад.

2. Зміна текстури та консистенції: Дроблення дозволяє контролювати текстуру та консистенцію продукту. Наприклад, змелена сировина може бути використана для приготування кремів супів, тоді як більші шматки підходять для соусів чи консервування.

3. Виділення соку або олії: У випадку деяких продуктів, таких як фрукти чи насіння, дроблення допомагає виділити сік або олію. Цей процес є важливим для виробництва фруктових соків та різних видів олій.

4. Підготовка до обробки: Дроблення допоможе підготувати сировину до інших операцій, таких як термічна обробка або консервування.

Дроблення - це ключовий процес у харчовій промисловості, який дозволяє подрібнювати сировину або готові продукти до бажаного розміру частинок. Цей процес важливий для багатьох аспектів харчового виробництва, включаючи підготовку інгредієнтів, виробництво кормів для тварин, а також продуктів для споживачів. Основи теорії дроблення включають різноманітні аспекти, від обрання правильного обладнання до розуміння фізичних і хімічних властивостей матеріалів.

Дроблення включає в себе фізичні процеси подрібнення матеріалу. Під час цих процесів матеріал руйнується на менші частинки шляхом прикладання сили або впливу іншого типу механічної дії [3]. Розмір і форма частинок можуть бути контрольовані шляхом налаштування параметрів обладнання, таких як розмір отвору відсіву або швидкість обертання робочих органів [1].

Дроблення також може впливати на хімічні властивості матеріалу. Наприклад, під час дроблення може відбуватися окиснення продуктів, що містять жири, що може призвести до погіршення якості продукту [4]. Тому важливо ретельно контролювати процес дроблення і вживати заходів для зменшення негативних хімічних впливів.

У харчовій промисловості існує безліч методів дроблення, і вибір методу залежить від характеристик сировини і вимог до кінцевого продукту. Основні методи включають [1,4,5]:

- Механічне дроблення: Цей метод використовує механічні сили для подрібнення сировини. Може бути застосований для зерна, кави, спецій, а також м'яса та риби. Механічне дроблення включає в себе використання млинів, рубалок, та інших пристроїв.

- Термічне дроблення: У цьому методі теплова обробка використовується для збільшення пристосованості сировини до дроблення, зменшення енергетичних витрат процесу. Наприклад, варіння овочів або попереднє заморожування фруктів може зробити їх менш жорсткими та більш піддається дробленню.

- Ультразвукове дроблення: Ультразондові хвилі можуть бути використані для дроблення та виділення соку з рослинної сировини.

- Магнітне дроблення: Цей метод використовує магнітні сили для подрібнення і очищення зернової сировини.

Це лише декілька методів дроблення, і вони можуть комбінуватися або адаптуватися для конкретних потреб харчової промисловості. Дроблення є важливим етапом виробництва багатьох продуктів, і

правильний вибір методу дроблення може вплинути на якість і вигляд кінцевого продукту.

Вибір правильного обладнання для дроблення - це перший і важливий крок у процесі. В харчовій промисловості використовуються різні види обладнання, такі як молоткові млини, дискові млини, дробарки, м'ясорубки та інші. Вибір конкретного типу обладнання залежить від характеристик матеріалу, який потрібно подрібнити, а також від бажаного розміру частинок. Наприклад, молотковий млин може бути ефективним для подрібнення зернових культур, тоді як дисковий млин може бути кращим вибором для подрібнення сировини з високим вмістом волокон [5].

З погляду харчової промисловості, контроль якості продукту після дроблення - це ключовий аспект. Під час дроблення можуть виникати відхилення у розмірах частинок, і це може вплинути на якість та консистенцію продукту. Тому важливо встановити системи контролю якості та вживати заходів для корекції відхилень [6]. Завдяки сучасним технологіям і обладнанню, дроблення в харчовій промисловості стає більш точним і ефективним процесом. Інженери та вчені розробляють нові методи і технології для покращення якості продукції та підвищення продуктивності.

Висновки. Дроблення є однією з ключових операцій в харчовій промисловості, і воно відіграє важливу роль у підготовці сировини та виробництві продуктів харчування. Ця технологічна операція полягає в подрібненні сировини на менші частки з метою полегшення подальшої обробки та забезпечення бажаної якості кінцевого продукту. Дроблення - це складний процес, і дослідники і інженери постійно працюють над розвитком нових методів і технологій для поліпшення цього важливого етапу виробництва харчових продуктів.

Список використаних джерел

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхованцева В.О., Колодій О.С. ТДАТУ. Мелітополь. 2021. 180 с.

2. Процеси і апарати харчових виробництв / За редакцією А.М. Поперечного. К. Центр учбової літератури. 2007. 301 с.

3. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

4. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

5. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси: Підручник / К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко, В. О. Верхованцева, Н. О. Паляничка, О. О. Червоткіна. – Київ : ПрофКнига, 2021. 466 с.

6. Шалугін В.С. Процеси та апарати промислових технологій. / В.С. Шалугін, В.М. Шминдін. Київ. Центр учбової літератури. 2008. 392 с.

УДК 636.084.74

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ПРИГОТУВАННЯ ТА РОЗДАВАННЯ КОРМІВ НА МОЛОЧНО- ТОВАРНІЙ ФЕРМІ ВРХ

Дереза О.О., к.т.н.,

Дереза С.В., ст. викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. В Україні поступово відроджуються тваринницькі ферми, створюються нові тваринницькі комплекси; у господарствах збільшується поголів'я худоби; на сучасний рівень виходять державні племінні підприємства.

Сучасний стан галузі молочного скотарства України, нові ринкові умови господарювання вимагають розробки та впровадження найбільш ефективних технологічних рішень, зокрема типів годівлі корів, які забезпечують найбільший економічний ефект [1, 2].

Вибір раціональних та удосконалення наявних технологічних і технічних рішень щодо утримання й годівлі великої рогатої худоби молочного напрямку забезпечать ефективне використання матеріальних, трудових, енергетичних і кормових ресурсів, збільшення обсягу виробництва та поліпшення якості продукції, отже, підвищення рентабельності галузі тваринництва.

Основні матеріали дослідження. На сьогодні відомі два основні типи годівлі, які практикуються в молочному скотарстві: однотипна та роздільне згодовування окремих видів кормів, що входять до добового раціону годівлі. Різні типи годівлі мають свої переваги та недоліки. Саме тому при виборі типу годівлі в умовах конкретного господарства необхідно враховувати цілий ряд факторів, серед яких потрібно виділити: кількість поголів'я тварин, можливість організації повноцінного випасу тварин, наявність обладнання для згодовування однотипних раціонів, систему утримання тварин тощо. Лише повне врахування всіх факторів дає можливість зробити правильний вибір та забезпечити рентабельне виробництво молока [1].

Корова синтезує молоко в основному з того природного рослинного матеріалу який кожний день споживає. Кількість молока буде залежати не тільки від того скільки корова з'їдає кормів по масі. Кількість і якість молока залежить від складу і збалансованості добового раціону корови.

Оптимальний добовий раціон годівлі дійної корови повинен складатися з грубих, соковитих і концентрованих кормів.

Грубі корми сприяють інтенсивному розвитку мікробів перших трьох відділів шлунку корови і створюють в ньому нормальні умови для оцтового бродіння. Якщо за добу корова отримує менше чим 1 кг грубого корму на 100 кг живої маси жирність молока корови падає нижче 3%. Корова повинна отримувати не менше чим 1,1-1,5 кг грубого корму на 100 кг своєї маси, або 3,5 - 6 кг на голову за добу.

Самим кращим і поживним з грубих кормів є сіно. Сіно готують з люцерни, еспарцету, конюшини, райграсу, тимофіївки. Його можна отримувати з природних або штучних кормових угідь. Сіно сприяє відновленню відтворювальних функцій корови, нормалізує обмін речовин, сприяє збереженню продуктивності тварини на високому рівні.

В деякій мірі прийнятним грубим кормом для корови можна вважати і солому злакових і бобових культур. На відміну від сіна, солома погано перетравлюється в шлунку тварини. Тому вона погано споживається коровою. Але вона як і сіно сприяє підвищенню жирності молока. До згодовування соломи прибігають виключно в тих випадках, коли сіна в наявності недостатньо. Солому обов'язково потрібно згодовувати коровам ранньою весною шляхом додавання її до соковитого зеленого корму, багатого водою. Озима солома більш поживна порівняно з ярою, а бобова – порівняно зі злаковою.

Соковиті корми є постачальником основних поживних речовин молока – молочного білку і цукру. Від того наскільки поживні речовини соковитих кормів здатні засвоюватися в організмі тварини також залежить добовий надій корови.

Найкращим соковитим кормом – є свіжа злакова або бобова трава. Такої трави корова (залежно від її маси) може з'їсти до 60 кг за добу. Але ранньою весною рівень води в складі свіжої трави іноді перевищує 85%. Це призводить до зниження поживності корму. Крім цього дуже волога трава призводить до розладів шлунку жуйних.

Найкращим варіантом використання зеленого соковитого корму є його споживання безпосередньо на пасовищі. В цьому випадку корова сама вибирає траву, яка їй подобається. Корова може з'їсти на пасовищі до 40-50 кг зеленої маси. Цієї кількості практично вистачає для створення добової кількості молока. Але треба пам'ятати, що коли пасовище знаходиться далеко від корівника, тварина буде втрачати багата сил і енергії для руху, а це призведе до зниження надою.

Для зимової і круглорічної однотипної годівлі кращими

соковитими кормами є хорошої якості силос, сінаж, кормові буряки. Соковиті корми в стійловий період згодовують коровам в кількості 3 - 6 кг на 100 живої маси.

Кращий за поживністю силос готують з кукурудзи, а сінаж - з бобових, або злаково-бобових трав. Для цього треба мати спеціальні споруди силосні і сінажні траншеї або інші відповідні споруди. Останнім часом практикується зберігання силосу і сінажу в спеціальних рукавах. Якщо коренеплодів в господарстві не хватає, його можна замінити кормовою патокою (мелясою) з розрахунку 1-1,5 кг на дійну корову за добу.

До третьої, обов'язкової в раціоні дійної корови, групи кормів відносяться концентровані корми. Це змелене зерно (дерть) пшениці, ячменю, кукурудзи, гороху. В цю ж групу входять шроти і макуха соняшнику, сої, ріпаку. Найбільш ефективні концентровані корми коли вони згодовуються збалансовано у вигляді комбікорму.

Концентровані корми - головний і найбільш суттєвий регулятор молочної продуктивності корів.

При надоях молока 15-18 кг за добу концентрати згодовують з розрахунку не менше 200-280 г на кожний літр молока. При цьому не менше третини з цієї кількості повинно приходиться на високобілкові шроти і макуху соняшнику, сої, або ріпаку. Іноді макуху перед згодовуванням розводять водою в співвідношенні макухи і води 1:5. Така мішанка значно покращує перетравність сухої речовини.

При надоях більше 20 кг молока на добу на 1 л молока задають не менше 320-360 г концентратів. В якості останніх бажано використовувати спеціальні приготовлені комбікорми. До складу комбікорму включають дерть зернових культур (до 70%), білкові добавки (до 25%), сіль, фосфати, премікси. Практикуються варіанти створення якісного комбікорму спрощеного складу, в який входить подрібнена зернова основа (до 80%) і спеціальна білково-мінеральна добавка (БМВД) (до 20%).

Для тварин які дають по 35-40 і навіть більше кілограм молока на добу потрібно розробляти індивідуальні раціони з включенням високоякісних соковитих і грубих кормів та спеціальних комбікормів з захищеним білком. До складу комбікорму для таких високоудійних корів включають додатково мінерали і біологічно-активні речовини підвищеної активності для повноцінного засвоєння всіх поживних речовин.

Отже, добовий раціон годівлі корів можна згодовувати або роздільно або у вигляді кормових сумішок.

Кормосуміші поїдаються коровами на 96...100%. Це особливо важливо при безприв'язному утриманні корів та згодовуванні кормів з кормових столів та проходів.

При годівлі корів кормосумішами порівняно з роздільним роздаванням компонентів раціону надій молока підвищується до 15%,

збільшується приріст живої маси на 10...20%, а витрата кормів знижується на 10...15% [2,5]. Кормова суміш поїдається майже вдвічі швидше, ніж корми в натуральному вигляді.

Постає запитання, а як і де готувати кормову суміш? Якими технічними засобами доставляти її до тваринницького приміщення і роздавати коровам?

Раніше кормосуміш на фермах великої рогатої худоби готувалась в спеціальних кормоцехах [1,4]. Останнім часом серед спеціалістів і практиків дедалі ширше вкорінюється думка про недоцільність застосування кормоцехів на фермах скотарського напрямку. Досвід свідчить, що їх використання призводить до додаткових витрат на транспортування, перевантаження й змішування кормових компонентів, будівництво та обслуговування спеціальних приміщень, придбання громіздкого й металомісткого обладнання, потребує істотних витрат електроенергії та залучення людських ресурсів. Так, тільки на обслуговуванні типового кормоцеху на 400 корів зайнято три або чотири працівника. Дослідженнями встановлено, що перетравність органічної речовини кормосуміші, приготовленої у кормоцеху, не має помітної переваги перед згодовуванням окремих компонентів цієї суміші в натуральному вигляді.

Усе викладене свідчить про недоцільність використання на скотарських фермах кормоцехів, а приготування повнораціонних кормосумішей для худоби повинні готуватися за допомогою інших технологічних і технічних рішень [1,2].

Відомо, що в процесі підготовки кормосумішей для молочної худоби необхідно виконати наступні технологічні операції: навантаження і транспортування кожного з компонентів суміші, подрібнення грубих кормів і коренеплодів, додаткове подрібнення силосу і сінажу, дозування компонентів суміші відповідно до їх питомої ваги в раціоні та змішування кормів.

На практиці для молочно-товарних ферм великої рогатої худоби знайшли застосування чотири основні схеми потоково-технологічної лінії доставки та роздавання кормів:

- з використанням мобільних причіпних і самохідних кормороздавачів, які працюють за схемою: кормоцех – завантаження – транспортування – дозування – роздавання кормів;

- на базі стаціонарних засобів доставки та роздавання кормів, що працюють за схемою: кормоцех - завантаження суміші – транспортування - дозування - роздавання;

- комбінований варіант, що працює за схемою: прийом готової кормосуміші з кормоцеху - транспортування і перевантаження (здійснюється мобільними кормороздавачами) - роздавання кормосуміші тваринам у приміщенні (здійснюється стаціонарними засобами роздавання кормів);

- г) на базі мобільних подрібнювачів-змішувачів-роздавачів кормів

(«кормоцехів на колесах»), що працюють за схемою: завантаження компонентів кормосуміші в місцях їх зберігання (силос, сінаж, концорми, коренеплоди) – приготування кормосуміші – транспортування – дозування – роздавання.

Останніми роками для реалізації процесів годівлі худоби широко застосовуються багатофункціональні універсальні технічні засоби, так звані фермські комбайни, які забезпечують виконання не лише всіх названих вище технологічних операцій при приготуванні кормових сумішей, а й доставку готової в приміщення для утримання худоби та її роздавання [1,3].

На сьогодні фермські комбайни є основною групою машин для приготування і роздавання кормів у тваринництві і виконують функції кормоцехів на колосах. Їх широке застосування обумовлене як перевагами годівлі тварин кормосумішами, так і досконалою конструкцією власне машин, що забезпечує виконання операцій із завантаження, дозування, транспортування, подрібнення, змішування і роздавання кормів одним оператором з мінімальними затратами праці.

За кордоном такі повнорационні змішувачі називають TMR-mixer. Технологія підготовки кормів у таких агрегатах передбачає мінімальну обробку вихідних компонентів (подрібнення та змішування) і забезпечує високу якість кормових сумішок.

Фермські комбайни (як у самохідному, так і в причіпному варіантах) обладнані пристроями для самозавантаження або без них, з горизонтальними і вертикальними шнеками для змішування та подрібнення довгостеблових кормів (у тому числі в рулонах), забезпечують виконання всіх технологічних операцій під час організації годівлі тварин.

Технологічний процес приготування кормосуміші здійснюється наступним чином. Фермським комбайном під'їжджають по черзі до силосного чи сінажного сховища, бурта з коренебульбоплодами, ємності з комбікормами і завантажують бункер окремими компонентами кормів відповідно до раціону годівлі. Кількість завантаженого корму контролюють за шкалою вагового пристрою. Солому завантажують із використанням тракторних навантажувачів. Концентрований корм, білково-вітамінно-мінеральні добавки завантажують у бункер фермського комбайна з бункерів-накопичувачів або навантажувачами.

По закінченні навантаження всіх складових кормового раціону корм транспортують комбайном до тваринницького приміщення, змішуючи при цьому кормові компоненти, тобто готують повнорационну кормову суміш. До місця роздавання комбайн рухається з транспортною швидкістю. Після в'їзду в приміщення комбайн переводять на знижену передачу (швидкість 2 - 3 км/год), вмикають вивантажувальний конвеєр. Корм видають на один бік упродовж усього фронту годівлі тварин. Потім комбайн виїжджає з приміщення,

розвертається і заїжджає в зворотному напрямі для роздавання корму на інший бік.

На вітчизняному ринку зараз представлені кормороздавачі відомих закордонних фірм: Kuhn (Франція), Trioliet (Нідерланди), DeLaval (Швеція), Seko (Італія), Roto-mix (США) тощо. Добре себе зарекомендували також і самохідні вертикальні кормороздавачі Leader відомої німецької компанії групи GEA Farm Technologies.

Серед обладнання вітчизняного виробництва можна виділити кормороздавачі ТДВ «Брацлав» КСП-9 та КСП-12 з об'ємом бункера на 6, 9 та 12 м³ та , які за окремими технічними характеристиками не поступаються іноземним зразкам, проте коштують порівняно менше. Аналогічну машину випускає ВАТ «Уманьферммаш». Комбінований агрегат для приготування і роздавання кормових сумішок КРК-11 - призначений для приготування, транспортування і роздавання кормових сумішей в годівниці або кормові столи на тваринницьких фермах з вирощування великої рогатої худоби, овець або свиней. Як компоненти раціону можуть використовуватися: зелена маса, силос, сінаж, розсипне або пресоване сіно, солома, комбікорм, тверді або рідкі кормові добавки, брикетовані корми.

Висновки. Раціональна і повноцінна годівля дійних корів справа досить складна. Оскільки в структурі собівартості молока корми займають не менше чим 65-70% їх ефективне використання - головний резерв ефективного ведення галузі молочного скотарства в цілому.

Використання сучасних засобів для приготування та роздавання кормів, а саме: фермських комбайнів - надає можливість раціонально організувати нормовану годівлю тварин, підвищити поїдання корму й зменшити його втрати завдяки приготуванню повнораціонних кормових сумішок, а також здійснювати цілорічну однотипну годівлю худоби й тим самим істотно збільшити виробництво продукції.

Застосування фермських комбайнів здатне також забезпечити суттєву економію електроенергії, яка споживається кормоцехом під час приготування і змішування компонентів кормової суміші для великої рогатої худоби, що дуже важливо особливо в зимовий період.

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт / О. Г. Скляр та інш. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.

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

3. Скляр Р. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.

4. Дереза С. В. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / С. В. Дереза та ін. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

5. Дереза О. О., Дереза С. В. Використання сучасних енергозберігаючих матеріалів і технологій при проектуванні, будівництві та реконструкції тваринницьких підприємств. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1. 14 с.

УДК 620.1.631

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОТРЕБ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Шаповал О.С., здобувач СВО 21ГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Вода в якості основної, допоміжної речовини, або як необхідний ресурс для здійснення технологічних процесів переробки харчової продукції у межах вимог нормативних документів використовується в більшості процесів у галузі. Показники її якості здебільшого визначають органолептичні властивості готових продуктів, або норми витрати води, наприклад при здійсненні миття обладнання водою з підвищеними показниками жорсткості [1]. Тож забезпечення високого ступеню очищення води являє собою необхідну умову функціонування та конкурентоздатності підприємств харчової та переробної галузі.

Основні матеріали дослідження Існують хімічні, фізичні та біологічні методи очистки води. Для початку розглянемо фізичні, куди входять: Фільтрація - ефективно видаляє тверді та крупні домішки, але не ефективно видаляє розчинні речовини і мікроорганізми. Відстоювання - дозволяє очищати від тяжких домішок, але не ефективно видаляє розчинні речовини і мікроорганізми. Аерація - насичення води киснем через що відбувається окиснення органічних речовин і видалення деяких газів, але не видаляє хімічні забруднювачі і розчинні солі [2,3].

Хімічні методи очистки води: Коагуляція - в результаті дії речовин коагулянтів, відбувається склеювання малих часток будь якої речовини, які потім випадають в осад або підіймаються на поверхню. Ефективно видаляє деякі органічні забруднення [1,3]. Окислення - для знищення органічних речовин і бактерій, застосовують окиснювачі такі як хлор чи озон. Такий спосіб має високу ефективність, але може

утворювати побічні продукти, має високий розхід окиснювачів. Нейтралізація - досягнення оптимального показника рН обробкою води кислотами і лугами. Цей спосіб активно використовують у промисловій сфері [4].

Біологічні методи очистки води: Активний мул - біологічний процес очистки де мікроорганізми в активному мулі, розкладають органічні речовини та забруднення. Мембранні біореактори - комбінування біологічного очищення та використання мембран для затримки часток і мікроорганізмів. Такий метод забезпечує високий рівень очистки від бактерій та органічних забруднень [2].

Ступінь очистки води має великий вплив на якість харчових продуктів. Ступінь очистки води впливає на смак і аромат, безпечність продукту, термін зберігання. Вода може мати органічні домішки, хлор, розчинні гази, важкі метали, що може мати негативний вплив на аромат і смаку кінцевого продукту. Неякісна вода може мати віруси та бактерії і другі патогенні чинники які можуть становити загрозу для здоров'я. Якість води може вплинути на термін зберігання продукту, тим що наявність в воді бактерій і других мікроорганізмів в воді може сприяти розмноженню і розвитку мікробіологічному псуванню продукту [3].

В цілому більш високий ступінь очистки, сприяє покращенню якості харчових продуктів, забезпечуючи чистоту, безпеку, свіжість, і зберігання продукту протягом всього терміну зберігання [1].

Який із методів очистки води буде найбільш підходящим для використання в переробній галузі? У переробній галузі найбільш доцільним методом очищення води є комбінований метод. Який в собі поєднує кілька методів очистки. Пов'язано це з тим що вода може містити різноманітні домішки, тверді частки, органічні речовини, хімічні домішки. Також важливо враховувати вимоги що до складу води, економічність методу, доступність.

Висновки. Робимо висновки, найбільш доцільний метод очищення води для переробної галузі визначається методом аналізу можливостей і цілей підприємства, вимог нормативної документації.

Список використаних джерел

1. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхованцева В.О., Колодій О.С.: ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

2. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250с.

3. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

4. Samoichuk K., Kovalyov A., Oleksiienko V., Palianychka N., Dmytrevskiy D., Chervonyi V., Horielkov D., Zolotukhina I., Slashcheva A. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences. 2020. 5. Pp. 51–59.

УДК [664.8.375:634.7]

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Колодяжний А., здобувач СВО 21ГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. За статистичними та експертними оцінками, понад 50% урожаю фруктів і ягід не потрапляє до столу вітчизняного споживача через транспортні втрати, неякісну технологію переробки, відсутність належних умов зберігання та достатньої кількості надійних високоякісних сортів. Найперспективнішим шляхом подолання всіх перерахованих вище проблем є швидке заморожування сировини, зберігання отриманих напівфабрикатів при низьких температурах і використання більш досконалих способів заморожування [1]. Актуальність теми полягає у тому, що виробників та реалізаторів харчових продуктів для більш тривалого зберігання хвилює питання якісного заморожування але при цьому із збереженням привабливого зовнішнього виду.

Основні матеріали дослідження Ефективність заморожування підтверджена численними експертними дослідженнями, хіміко-технологічними оглядами заморожених і розморожених напівфабрикатів, їх споживчими властивостями і постійно зростаючим попитом споживачів [2]. Існують різні види швидкості заморожування біологічних об'єктів: дуже повільна - менше 1 м/с; повільна - 1...4 м/с; швидка - 5...50 м/с; надшвидка 50...70 м/с [1]. Швидке заморожування сприяє утворенню дрібних (в середньому 11*25*30 мкм) кристаликів льоду, які рівномірно розподіляються в міжклітинному просторі. Гістологічний аналіз замороженої рослинної тканини показує, що зміни в структурі, як правило, викликані деформацією клітин, не впливає на їх цілісність. Тому втрата клітинного соку при розморожуванні заморожених матеріалів незначна [3].

З іншого боку, при повільному заморожуванні утворюються великі кристали льоду (в середньому 200*400*800 мкм), які розташовуються в міжклітинному просторі [1]. Завдяки тиску кристалів льоду на мембрани клітин, особливо в місцях їх найбільшого скупчення, вони частково або повністю руйнують мікроструктури об'єктів, що замерзають. Особливо яскраво негативні наслідки цього явища проявляються під час розморожування замороженого матеріалу – різко знижується здатність тканин зберігати вологу і, відповідно, виділення вологи та відтік соку з зруйнованих клітин разом із розчиненим у них біологічно активними речовинами збільшується, їх втрати досягають 70-80% [3]. Оптимальними параметрами швидкого заморожування рослинної сировини є температура заморожування -30...-37°C; середня швидкість охолодженого повітря 5...8 м/с. Тривалість заморожування безпосередньо залежить від розміру плодів і ягід, чи заморожують вони цілими чи подрібненими тощо, і повинна визначатися для кожного конкретного виду сировини [1].

Найбільш дієвим і ефективним шляхом удосконалення сучасних технологій заморожування плодово-ягідної сировини є її попередня обробка кріопротекторами, водними розчинами різноманітних сполук органічної та мінеральної природи. Найважливішим механізмом захисної дії кріопротекторів є їх здатність знижувати кріотемпературу, зменшувати кількість замерзлої води і сприяти утворенню дрібнокристалічного льоду, який не здатний завдати помітної шкоди клітинам при заморожуванні біологічних об'єктів.

Висновки. Тому основне завдання швидкої заморозки ягід і фруктів із застосуванням кріопротекторів – забезпечити практично миттєве збереження продукту, зберігши його харчову цінність і смак. Перевагами швидкого заморожування продуктів є бактеріологічна чистота, значне зниження втрат маси продукту, збільшення терміну зберігання та значно вища якість заморожених продуктів порівняно з традиційним способом.

Список використаних джерел

1. Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхоланцева В.О., Колодій О.С. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

2. Болтянський О.В., Ковальов О.О., Колодій О.С. Використання інформаційно-цифрових технологій в сільському господарстві. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01- 26 листопада 2021 р.) / ТДАТУ: ред. кол. В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 417–421 с.

3. К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верховланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум: ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. 250 с.

УДК 637.134

ВИКОРИСТАННЯ ЕЖЕКЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ДИСПЕРГУВАННЯ В СТРУМИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.,

Самойчук К.О., д.т.н., проф.,

Паляничка Н.О., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Незважаючи на тривалу історію використання диспергування для диспергування молочного жиру досі актуальним є зниження енергетичних витрат процесу при одночасному забезпеченні показників якості на рівні вимог нормативної документації. Результати новітніх досліджень дозволяють дійти висновку, що досягти суттєвого підвищення енергоефективності диспергування можливо за рахунок розробки та дослідження конструкцій, принцип дії яких ґрунтується на створенні максимальної різниці між показниками швидкості знежиреного молока та вершків. До таких конструкцій належать диспергатори струминних типів, деякі з яких розглянемо далі [1].

Основні матеріали дослідження Конструкція диспергатора, що була обрана в якості аналогу містить корпус з центральним каналом, в місці найбільшого звуження якого виготовляються канали для ежектування жирової фази, що попередньо відділяється в процесі сепарації молока. Конфузор та дифузор складають корпусну частину пристрою, а щілинні канали, крізь які відбувається ежекція утворюються між їх малими діаметрами [2]. При подачі знежиреного молока з високою швидкістю до місця найбільшого звуження конфузору в області його торцевої частини створюється зона зі зниженими значеннями робочого тиску, що забезпечує всмоктування необхідної кількості вершків. Диспергування відбувається за рахунок створення в області надходження тонкого кільцевого шару жирової фази до швидкісного потоку знежиреного молока максимальної різниці між швидкостями відвійок і вершків, що створює необхідні

гідродинамічні умови для ефективної гомогенізації [1].

Недоліком описаного аналогу є високі значення енергетичних витрат диспергування, необхідними для приводу насосу подачі жирової фази. Попри декларацію авторів патенту [2] конструктивні особливості будови пристрою виключають можливість виникнення явища ежекції, тобто для забезпечення диспергування необхідно використовувати подачу жирової фази під тиском, що буде обумовлювати збільшення енергетичних витрат процесу.

В ході патентного аналізу в якості прототипу було обрано конструкцію диспергатора, що складається з корпусу з центральним каналом, який утворюється між малими діаметрами конфузору та дифузору, що розташовані один до одного, а зазор між ними утворює кільцевий щілинний канал, крізь який ежектується певна кількість жирової фази [3]. Конструктивні особливості пристрою включають наявність на торцевій поверхні малого діаметру фаски та притискання однієї частини корпусу до іншої за рахунок використання пружного елемента. При подачі знежиреного молока до місця найменшого діаметра конфузора в цій зоні створюється зона зниженого тиску та високої швидкості. Примусова подача жирової фази забезпечує тиск на фаску та обумовлює виникнення осьового зусилля, що забезпечує утворення кільцевої щілини для подачі вершків за рахунок зсуву конфузору з патрубком по відношенню до опорних поверхонь корпусу пристрою.

Недоліком описаного пристрою прототипу є високі енергетичні витрати, що обумовлюються необхідністю використання надлишкового тиску для забезпечення переміщення конфузору з патрубком та утворення кільцевої щілини для подачі жирової фази. Конструктивні особливості будови прототипу свідчать про високі значення енергетичних витрат при його використанні для забезпечення подачі вершків, що складають лівову частку енергетичних витрат процесу в диспергаторах подібного типу [1].

В основу корисної моделі покладено задачу вдосконалення струминного гомогенізатора молока, що досягається шляхом модернізації конструктивних елементів корпусної частини диспергатора та виготовлення корпусної частини конфузора з різьбовою частиною та ущільнювачами. Використання запропонованої конструкції дозволить прогнозовано зменшити енергетичні витрати диспергування. Для вирішення поставленої задачі в струминному гомогенізаторі молока, що складається з корпусної частини з центральним каналом, який утворюється здатним до осьового переміщення конфузоровим та патрубком, простір між якими формує кільцеву щілину для ежекції жирової фази. Відповідно до запропонованої корисної моделі зовнішня частина конфузора та внутрішня поверхня патрубка подачі вершків виготовляються конусними, а між ними утворюється конусний канал, ширина якого

звужується в напрямку руху вершків.

При роботі пристрою знежирене молоко, що під високим тиском подається до торцевої частини малого діаметру конфузору створює ділянку зниженого тиску. В цій зоні до знежиреного молока, що рухається зі швидкістю понад 60 м/с, з мінімально можливою швидкістю крізь щілинний канал між зовнішньою поверхнею конфузору та внутрішньою поверхнею патрубку подачі жирової фази ежектується визначена за рівнянням матеріального балансу кількість вершків. При таких умовах в зоні щілинного каналу створюється максимальна різниця між швидкостями знежиреного молока та вершків, що забезпечує створення гідродинамічних умов, за яких будуть досягатись необхідні для ефективного руйнування жирових кульок значення критерію Вебера. Величина зазору в просторі між елементами, що формують кільцеву щілину змінюється за рахунок обертання відносно корпусу різьбової частини конфузору, що буде забезпечувати подачу необхідної кількості вершків.

Висновки. Запропоновані вдосконалення дозволяють поєднувати проведення нормалізації та диспергування в одному технологічному циклі роботи пристрою. Конструктивні особливості будови пристрою та наявність обертової різьбової частини конфузору дозволить забезпечити подачу необхідної кількості вершків для отримання гомогенізованого продукту з заданими значеннями жирності після нормалізації. Використання явища ежекції для забезпечення подачі жирової фази виключає енергетичні витрати на привод насосу подачі вершків, значення яких відповідно до результатів аналітичних розрахунків для конструкцій подібного типу складає 15–20% загальних витрат енергії при гомогенізації молочних продуктів. Додатковою перевагою запропонованої корисної моделі є полегшення проведення технічного обслуговування схильних до швидкої облітерації зовнішніх ділянок конусної частини конфузору, що забезпечить підвищення надійності пропонованої корисної моделі.

Дослідження виконано в рамках науково-технічної роботи "Розроблення технології переробки молочних продуктів з використанням нових типів гомогенізаторів", яка фінансується МОН за договором № ДЗ/132 - 2022.

Список використаних джерел

1. Дейниченко Г. В., Самойчук К.О., Ковальов О.О. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока. Праці ТДАТУ. 2016. Вип. 16. Т. 1. С 219–227.
2. Пат. № 106522 Україна, МКИ7 А 01 J 11/16. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків /Самойчук К.О., Дейниченко Г. В., Ковальов О.О. - № u201511244; заявл. 16.11.2015; опубл. 25.04.2016. Бюл. № 8.
3. Пат. № 119871 Україна, МКИ7 А 01 J 11/16. Струминний

гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків / Кюрчев В.М., Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Пацький І.Ю. – № u201704300; заявл. 03.05.2017; опубл. 10.10.2017. Бюл. № 19.

УДК [664.8.375:634.7]

ОГЛЯД ПЕРСПЕКТИВНИХ СПОСОБІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Нестеров Д., здобувач СВО 21ГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Заморожування є одним з найпоширеніших методів консервації харчових продуктів. Цей процес дозволяє зберегти якість і тривалість зберігання продуктів, запобігаючи їх псуванню і зберігаючи біологічні характеристики. В останні роки були розроблені та вдосконалені різноманітні методи заморожування, спрямовані на поліпшення якості продуктів, зберігання поживних речовин і збереження природних смакових властивостей, розглянемо їх переваги та недоліки.

Основні матеріали дослідження Кріоконсервація є одним із сучасних методів заморожування, що базується на використанні дуже низьких температур. Цей процес проводиться при використанні рідини, яка замінює воду у продукті. Кріоконсервація дозволяє зберегти якість продуктів протягом тривалого періоду, запобігаючи утворенню кристалів льоду, які можуть пошкодити структуру та текстуру продукту. Однією з переваг кріоконсервації є збереження більшої кількості поживних речовин і природних смакових властивостей продуктів. Однак, цей метод вимагає спеціального обладнання і витрат на енергію. Криогенне заморожування - це метод, який використовує рідини або гази з дуже низькими температурами, до використовуваних рідин можуть належати рідкий азот (-196°C) або сухий лід (-78.5°C). Ці речовини дозволяють швидко заморозити продукт, утворюючи мікрокристали льоду, які не завдають шкоди структурі продукту [1]. Криогенне заморожування дозволяє зберегти якість, свіжість і поживну цінність продукту, зменшити втрату вологи та запобігти втраті смакових якостей. Однак, цей метод також потребує спеціального обладнання та збільшених витрат на енергію.

Ультрашвидке заморожування є інноваційним методом, який використовує високу швидкість заморожування для створення мікрокристалів льоду і збереження якості продукту. Цей процес

використовує високі швидкості охолодження, що дозволяє швидко заморозити продукт, утворюючи дуже малі кристали льоду. Це допомагає зберегти текстуру, смакові якості та поживні речовини продукту [1]. Ультрашвидке заморожування є ефективним методом для заморожування печива, хліба, м'яса та інших продуктів, які можуть зазнавати псування внаслідок повільного процесу заморожування. Однак, цей метод також вимагає спеціального обладнання та високих енергетичних затрат.

Вакуумне заморожування є іншим перспективним методом заморожування, яке використовує високий рівень вакууму для зниження температури заморожування. У цьому процесі продукт спочатку піддається вакууму, що знижує точку кипіння рідини у продукті. Потім температура знижується, і вода у продукті замерзає при низьких температурах. Вакуумне заморожування дозволяє швидко заморозити продукт і зберегти його якість, текстуру та поживну цінність [1]. Воно також запобігає утворенню великих кристалів льоду, що може пошкодити структуру продукту. Однак, цей метод також вимагає спеціального обладнання та може бути більш енергоефективним порівняно з іншими методами заморожування.

Аналізуючи перспективні способи заморожування харчових продуктів, можна зробити висновок, що кожен з методів має свої переваги та недоліки. Кріоконсервація, криогенне заморожування, ультрашвидке заморожування та вакуумне заморожування є інноваційними технологіями, які дозволяють зберегти якість, свіжість та поживну цінність продуктів. Однак, вони також вимагають спеціального обладнання та збільшених енергетичних затрат. При виборі методу заморожування слід враховувати особливості продукту та його індивідуальні вимоги до збереження якості. Додатковою перспективою в галузі заморожування харчових продуктів є поєднання різних методів заморожування для досягнення оптимальних результатів. Наприклад, комбінування ультрашвидкого заморожування з вакуумним заморожуванням може сприяти збереженню якості та поживної цінності продукту. Також, використання передових технологій контролю температури та процесів заморожування дозволяє досягти більш точного та ефективного заморожування.

Висновки. Зростання інтересу до здорового харчування та природнього смаку продуктів стимулює розробку нових методів заморожування, спрямованих на збереження якості продукту. Наприклад, використання розпилення рідини, яка містить активні біологічні речовини, на поверхню продукту перед заморожуванням може поліпшити збереження його якості та тривалості зберігання. Крім того, дослідження в сфері заморожування продуктів набувають вагомості з екологічної точки зору. Розробка енергоефективних систем заморожування та використання екологічно чистих охолоджувальних речовин є важливими аспектами для зменшення впливу на навколишнє

середовище.

Список використаних джерел

1. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД. 2020. 428с.

УДК 637.134

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Паляничка Н.О., к.т.н.,

Верхоланцева В.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Постановка проблеми. Для отримання однорідної суміші із декількох компонентів, що важко змішуються, широко використовуються апарати, які називаються гомогенізаторами. Гомогенізацію застосовують у сільському господарстві, хімічній, фармакологічній, косметологічній, переробній галузях промисловості. Однак, найбільшого застосування даний технологічний процес отримав в харчовій промисловості, здебільшого, в лініях переробки та виробництва молочної продукції. Застосування гомогенізації дозволяє запобігти утворенню шару вершків на поверхні молока, а також покращити смакові якості готового продукту та його краще засвоєння. Сьогодні на молокопереробних підприємствах здебільшого використовують клапанні типи гомогенізаторів, які дозволяють отримати високу якість кінцевого продукту, однак мають досить суттєвий недолік – високу енергоефективність процесу. [1, 2]. Тому, питання модернізації існуючого та розробка нового обладнання для гомогенізації молочної емульсії, яке дозволить отримати високу якість готового продукту, при значно нижчих витратах енергії, ніж у клапанних, є дуже актуальним на сьогоднішній день. [3].

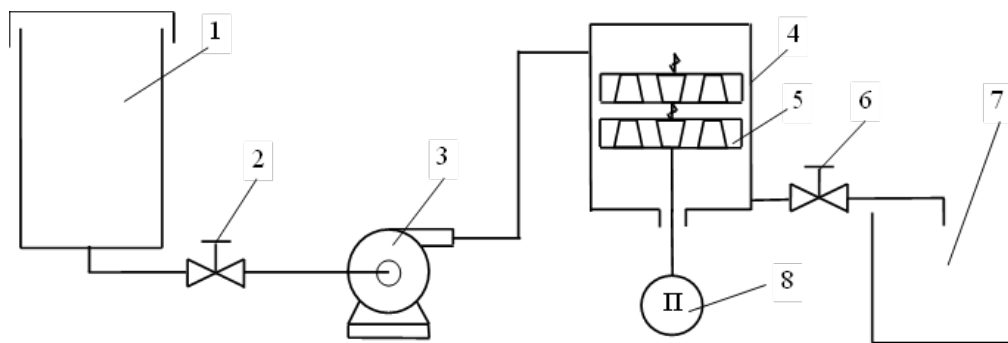
Основні матеріали. Проведений аналіз наукових робіт по даній проблематиці [4] дозволив виділити перспективний тип гомогенізатора, який дозволить отримати високу якість диспергування молочного жиру без великих затрати електроенергії на процес. Таким типом гомогенізатора – є імпульсний апарат [3].

Для перевірки достовірності висунутої гіпотези, в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного було розроблено та проведено експериментальні дослідження лабораторного зразка імпульсного типу гомогенізатора

молока (рис.1).

Пристрій складається з технологічних ємностей для приймання молока та готового продукту, перепускових вентилів, насосу, робочої камери пристрою, всередині якого на робочому штокові встановлено два поршні-ударники, зв'язані між собою пружиною. Шток приводиться в дію за допомогою кривошипного механізму, приведенного в дію за допомогою електродвигуна.

Принцип роботи апарату. В ємність 1 подається незбиране молоко, попередньо підігріте до необхідної, згідно технологічних вимог, температури, далі за допомогою перепускового вентиля 2, який також використовують для регулювання подачі продукту, молоко потрапляє до насосу 3, який в свою чергу подає його у робочу камеру гомогенізатора 4. Електродвигун через кривошипний механізм приводить в дію шток та надає коливальний рух поршням-ударникам 5 за допомогою яких відбувається диспергування жирової фази молока. Після обробки молочна емульсія зливається в ємність 7 через вентиль 6 [3, 4].



1,7 – технологічні ємності; 2, 6 – перепускові вентиля; 3 – насос; 4 – робоча камера гомогенізатора; 5 – поршні-ударники; 8 – кривошипний механізм з електроприводом.

Рис.1. Схема лабораторного зразка імпульсного гомогенізатора молока

Гомогенізація жирових кульок молока в даному типі гомогенізатора відбувається за рахунок утворення градієнту швидкості потоку емульсії, який в свою чергу виникає на виході з отворів поршнів-ударників, завдяки імпульсному коливанню робочих поршнів. Це призводить до подрібнення жирової емульсії молока і при цьому не потребує великих затрат енергії [5, 6].

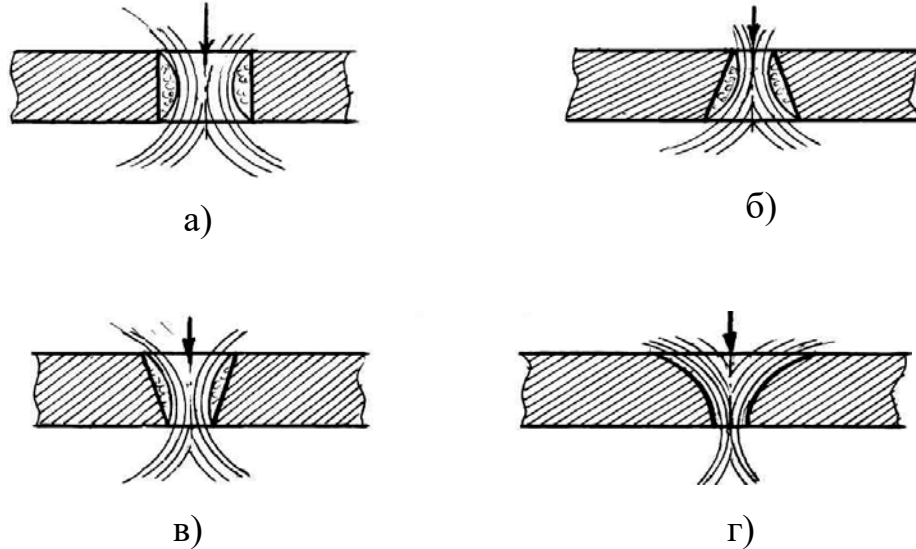
Одним із важливих факторів, що впливають на ступінь диспергування, є геометрична форма отворів поршня-ударника (рис. 2) [7].

Отвори циліндричної форми. При входженні рідини в отвір (рис. 2. а), за рахунок сил інерції часток рідини, відбувається звуження її струмка. Тоді, на виході з отвору струмінь стає рівним його діаметру.

При такій формі отвору в зоні звуження струменя встановлюється

абсолютний тиск, менший за атмосферний. Це призводить до того, що швидкість струменя на виході з отвору стає меншою, ніж в зоні звуження.

При напорі більш критичного значення абсолютний тиск в місці звуження струменя в отворі досягає тиску пароутворення, що сприяє виникненню кавітації.



а) – циліндричної форми; б) – зворотного усіченого конусу; в) – прямого усіченого конусу; г) – коноїдальної форми.

Рис. 2. Схема отворів поршня-ударника імпульсного гомогенізатора молока

У отворах, які мають форму зворотного усіченого конусу і прямого усіченого конусу (рис. 2. б, в), при звуженні струменя на виході з отвору вакуумні утворення мають менші розміри, чим у циліндричних отворах, тому і втрата напору менша, а швидкість струменя в них більша.

У отворах, які мають форму коноїдальної форми (рис. 2. г), тобто отворах, які виконані у формі стиснутого струменя, не утворюється вакуумних порожнеч. Тому коефіцієнт подачі в даному випадку буде максимальним а от швидкість струменя буде трохи меншою ніж в попередньому випадку.

Серед розглянутих типів отворів мають:

– максимальний коефіцієнт подачі молока – коноїдальні отвори $\mu=0,947\dots0,979$, $\varepsilon = 1$, $\varphi = 0,947\dots0,979$ [7];

– максимальну швидкість потоку молока – конічні, що зходяться з кутом конусності 45° $\varphi = 0,983$, $\varepsilon = 0,875$, $\mu = 0,857$.

Так як визначальною для імпульсної гомогенізації є швидкість потоку молока, то для досягнення найбільшої швидкості потоку обираємо конічну форму отворів з кутом 45° .

Проведені експериментальні дослідження для визначення достовірності висунутої гіпотези дозволили встановити, що лабораторний зразок імпульсного гомогенізатора молока дозволяє

отримати ступінь диспергування $Nm = 4...5$, при цьому енерговитрати на процес становлять 0,82 Дж/кг, що в свою чергу свідчить про високу ефективність технологічного обладнання [8].

Висновки. Актуальним питанням на сьогоднішній день є розробка енергоефективного обладнання для гомогенізації молочної емульсії при виробництві молока та молочної продукції. Встановлено, що досить перспективним в цьому сенсі є імпульсний гомогенізатор молока. Конструкція апарату дозволяє отримати високу якість диспергування молочного жиру без великих затрати електроенергії на процес. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що лабораторний зразок імпульсного гомогенізатора молока дозволяє отримати ступінь диспергування $Nm = 4...5$, при цьому енерговитрати на процес становлять 0,82 Дж/кг, що в свою чергу свідчить про високу ефективність технологічного обладнання.

Список використаних джерел

1. Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Івженко А.О., Левченко Л.В. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молочної промисловості. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип.16. Т.1. С. 9–15.

2. Самойчук К. О. Розвиток наукових основ гідродинамічного диспергування молочних емульсій : автореф. дис. на здобуття ступеню д-ра техн. наук: 05.18.12 Харківський держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків. 2018 . 44 с.

3. Samoichuk K. O., Palianychka N. O. Impulse milk homogenisation: Collective monograph. Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity. Prague, Czech, Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2020. P. 460–479.

4. Самойчук К.О., Івженко А.О., Султанова В.О. Дослідження імпульсного гомогенізатора молока. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: тези доповідей міжнар. наук.–практ. конф., 8–11 вер. 2015 р. Мелітополь–Кирилівка: ХДУХТ, 2015. С. 91–92.

5. Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Циб В. Г., Антонова Г. В. Використання імпульсного гомогенізатора в молочній промисловості. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 12–17. DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-12-17.

6. Паляничка Н. О. Використання енергоефективного обладнання для диспергування емульсій. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 1. с. 26-34. DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-26-34.

7. Паламарчук І.П., Вітенько Т.М., Паляничка Н.О., Буденко С.Ф., Вершков О.О. Визначення оптимальної геометричної форми отворів поршня-ударника імпульсного гомогенізатора молока. Праці

Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2018. Вип. 18, Т.1. С. 147–153.

8. Паляничка Н.О. Визначення шляхів зниження енерговитрат процесу гомогенізації молока. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. №1(39). С. 53–56.

УДК 631.363.7

РОЗРОБКА БІТЕРНО-ШНЕКОВОГО ЗМІШУВАЧА КОРМІВ ДЛЯ ФЕРМИ ВРХ

Сулейманова Е.Е., здобувач СВО «Бакалавр»,
Дереза С.В., ст. викл.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Найбільший ефект дає згодовування кормів, які повністю задовольняють потребам тварин у поживних речовинах, вітамінах, антибіотиках.

Повного набору поживних речовин немає ні в одному виді корму, тому необхідно готувати кормові суміші із декількох складових.

Основні матеріали дослідження. Практика свідчить про те, що через порушення режиму годівлі та поїння продуктивність дійних корів знижується приблизно на 15%, а неякісно приготовані корми спричиняють захворювання тварин і зниження приростів на 10–15% [1,2].

Одним з найбільш перспективних і прогресивних шляхів підвищення продуктивності тварин, як відомо, є застосування багатокомпонентних кормових раціонів. Найбільшої ефективності кормових ресурсів можна домогтися, застосовуючи їх у переробленому та змішаному вигляді у складі збалансованих сумішок.

Зоотехнічною наукою і практикою встановлено, що згодовування повнораціонних кормових сумішей підвищує продуктивність тварин на 25...30%, при цьому скорочуються строки відгодівлі й на 15...20% зменшуються витрати кормів на одиницю виробленої продукції [1,2].

Залежно від прийнятого типу годування і наявності кормів у господарстві кормові суміші готують різної консистенції: сухі комбікорми (вологість 10...15 %), вологі розсипні (вологість 45...70 %), рідкі корми (вологість 75...85 %) і сухі моно- та багатокомпонентні гранульовані або брикетовані корми [1,3].

При підготовці вологих розсипних кормових сумішей відхилення від рецепта допускають для грубих кормів ± 15 %, концентрованих

кормів $\pm 5\%$ [1].

Для приготування збалансованих повнораціонних кормових сумішей великій рогатій худобі на фермах використовують змішувачі безперервної і періодичної дії. В змішувачах періодичної або порційної дії (С-2, С-7, С-12) операції завантаження, змішування і вивантаження готової кормосуміші виконуються послідовно. В змішувачах безперервної дії (С-30, ИСК-3А) – одночасно. Окрім цього, змішувач кормів ИСК-3А може доподрібнювати кормові інгредієнти [1,3,4].

Зазначені вище змішувачі характеризуються високою питомою метало- та енергомісткістю. Окрім цього, вони мають досить значну для невеликих тваринницьких підприємств вартість. Тому нами розглянуто і розраховано змішувач кормів бітерно–шнекового типу, за допомогою якого можна буде змішувати всі компоненти раціону для ВРХ.

Змішувач кормів бітерно-шнекового типу складається із корпусу, в якому розміщені робочі органи: шнек і бітер. Лопаті бітера розміщені по гвинтовій лінії, а їх площа – паралельно осі змішувача. Корпус зверху закривається кришкою, яка має в поперечному перерізі криволінійну форму. Для завантаження компонентів кормової суміші у кришці змішувача виконано завантажувальне вікно. У протилежному кінці змішувача передбачена вивантажувальна горловина для вивантаження готової суміші.

Привод робочих органів (бітера і шнека) здійснюється від двох різних електродвигунів. Крутний момент від електродвигунів на робочі органи змішувача передається за допомогою клинопасових передач. Наявність роздільного приводу створює передумови для встановлення найбільш раціональних режимів роботи залежно від складу і фізико – механічних властивостей вихідних компонентів, що дозволяє зробити змішувач універсальним.

Робочий процес змішувача полягає в наступному. Попередньо підготовлені (подрібнені) компоненти суміші безперервним потоком подаються у завантажувальне вікно і попадають на суцільний шнек та бітер. Шнек по спіралі подає корм до вивантажувальної горловини і в той же час перекидає її на бітер. Лопаті бітера підхвачують корм і, під дією відцентрової сили по внутрішній поверхні кришки змішувача, перекидають знову на шнек. Бітер і шнек обертаються в одному напрямку. Цикл перекидання корму, з метою підвищення якості змішування, повторюється декілька разів.

На внутрішній поверхні кришки змішувача виконані направляючі ребра (з можливістю зміни їх положення) і розсікачі, які роз'єднують потік маси в змішувачі та створюють умови для інтенсифікації процесу.

В умовах господарства шнек і бітер можна виготовити із двох списаних гвинтових живильників коренеплодів ТК-5. Один гвинт використовують повністю без будь-якої переробки у якості шнека. На другому гвинті замість суцільної стрічки встановлюють лопаті

шириною 70 мм.

Висновки. Запропонована розробка бітерно-шнекового змішувача дозволить швидко, якісно і відповідно до зоотехнічних вимог готувати для ВРХ повнораціонну кормову суміш.

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г. Механізовані технології в виробництві сільськогосподарської продукції: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт / О. Г. Скляр та інш. Мелітополь: Люкс, 2019. 303 с.
2. Болтянський Б. В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б. В. Болтянський та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
3. Скляр Р. В. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник / Р. В. Скляр та інш. К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. 608 с.
4. Дереза С. В. Проектування та монтаж техніки агропромислового виробництва»: курс лекцій / С. В. Дереза та ін. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 196 с.

УДК

ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЦУКЕРОК

Діденко І. С., здобувачка СВО «Бакалавр»,

Загорко Н.П., к.т.н., доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Виробництво багатьох груп, а також деяких видів цукерок має свої особливості і здійснюється на відповідних технологічних лініях. Разом з тим можна виділити загальні операції технологічної схеми виробництва: приготування цукеркових мас, формування корпусів, обробка їх поверхні, загортання, фасування, пакування.

Приготування цукеркових мас для більшості видів включає уварювання цукрово - патокового або інших сиропів, часом з наступним їх збиванням. Для багатьох цукеркових мас характерна механічна обробка сировини – подрібнення, розтирання, змішування тощо. Деякі особливості обробки наведено у характеристиці відповідних груп цукеркових виробів.

Цукеркові маси, що включають молочні білки і цукри, під час теплової обробки набувають відповідних смаку, аромату й кольору зумовлених реакцією Майяра.

Для виробництва цукерок використовуються порошкоподібні наповнювачі, у тому числі сухі молочні продукти, какао-порошок або какао терте, плодово-ягідні підварки та інші поліпшувачі.

Формування корпусів цукерок здійснюють кількома способами.

Найбільш поширений з них це відливання. У комірці кукурудзяного крохмалю з вологістю 6-7% заливають помадні, фруктові, лікерні або молочні збивні маси. Після їх охолодження одержують тверді корпуси цукерок, які в подальшому звільняються від крохмалю. Недоліком даного способу є значне витрачання крохмалю та складність його видалення з корпусів цукерок а також збільшення браку продукції внаслідок осипання крохмальних форм, тривалість процесу вистоювання.

Формування випресовуванням. Економічно вигідніше і здійснюється для пралінових, шоколадно-пралінових і деяких видів помадних мас. Із формуючого преса маса виходить у вигляді стрічок або джгутів круглого чи прямокутного перетину. Для надання джгутам більшої міцності їх охолоджують, внаслідок чого температура знижується з 28 до 19°C, і значна частка тригліцеридів кристалізується.

Відсаджування. Відсаджуванням формують кремові, пралінові і вершковопомадні маси, які мають високу в'язкість. Завдяки цьому одержують цукерки куполоподібної форми з гладенькою або фігурною поверхнею.

Розмазування та різання. Розмазуванням і різанням виготовляють переважно цукерки багатошарові і на вафельній основі. Цей спосіб формування дає змогу використовувати цукеркові маси з більшою в'язкістю, тобто з нижчою температурою.

Формування розкатуванням і різанням. Здійснюють для цукеркових мас з густою консистенцією, наприклад, грильяжних.

Обробка поверхні включає глазурування, обсипання оздоблювальними матеріалами тощо. Глазурування корпусів поліпшує споживні властивості цукерок, запобігає висиханню і зволоженню їх. *Розрізняють декілька видів глазури, основними з яких є шоколадна та кондитерська.*

Шоколадна глазур буває на какао тертому (43,2%) і какао-маслі (11,6%); з частковою заміною їх кондитерським жиром (3 і 5%); на какао-порошку (32,5%), у складі якої відсутнє какао-масло; із заміною какао-масла шокліном або іншими замінниками какао-масла (15,9%).

Шоколадно-молочна глазур. Її виробляють з какао тертого (17%), какао-масла (23,3%) і сухого молока (15,7%). Жир шоклін одержують в результаті кристалізації і переетерифікації пальмової олії. Ці жири за температури 20°C мають тверду крихку консистенцію, а в умовах 32,5–34,5°C – повністю розплавляються. Вони поліморфні і глазур з такими жирами треба добре темперувати, щоб попередити посивіння поверхні виробів.

Кондитерська глазур. Готується на кондитерському жирі 33,4–

36,4% з додаванням, %: какао тертого – 10 і сої меленої смаженої – 11 або какао-масла – 10,2 і какао-масла меленої – 10,8 чи какао-порошку – 2, какао-масла – 11,1 і борошна соєвого дезодорованого – 5%.

Глазування здійснюють у машині, куди подають добре відтеперовану глазур шоколадну з температурою 30°C, а кондитерську – 37-40°C. Корпуси цукерок направляють на сітку транспортера, в камері на них безперервним струменем ллється глазур, частина якої здувається потоком повітря від вентилятора. Нижня поверхня цукерок покривається глазуру за допомогою валиків. Для затвердіння глазури цукерки транспортером переміщують в охолоджувальні камери з температурою 8–10°C, де за 5–6 хв. вони стають придатними для загортання або укладання в тару. Для деяких глазури цукерок передбачене обсипання вафельними крихтами, цукром-піском, цукровою пудрою, какао-порошком, шоколадною крупкою тощо.

Загортання цукерок надає їм привабливого зовнішнього вигляду, запобігає зволоженню і висиханню, а також захищає від забруднення. Для загортання використовують етикетки з парафінованого паперу, целофанові етикетки, фольгу і парафіновану підгортку.

Залежно від способу запаковування кінців зовнішньої обгортки застосовують такі види загортки: вперекрутку, взятяжку (Трюфелі), із запаковуванням кінців етикетки в куток, обтяжка із запаковуванням кінців обгортки складками (переважно при загортанні у фольгу), флоупак.

Список використаних джерел

1. Кириченко Л.С. Крохмаль, цукор, мед та кондитерські вироби: Підручник / Л.С. Кириченко. К.: Київ.нац.торг.-екон.ун-т, 2006. 360 с.
2. Сирохман І.В. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів / І.В. Сирохман, Т.М. Лозова. К.: Центр учбової літератури, 2008. 609 с.
3. Пащенко Л.П. Практикум по технологии хлеба, кондитерских и макаронных изделий (технология хлебобулочных изделий) / Л.П. Пащенко, Т.В. Санина, Л.И. Столярова и др. 2007. 215 с.
4. Лисюк Г.М. Технологічні розрахунки рецептур для хлібобулочних макаронних, кондитерських і харчоконцентратних виробів [Текст]: Навч. посібник/ Г.М. Лисюк, М.В., Артамонова, О.Г. Шидакова-Каменюка. Х.: ХДУХТ, 2009. 144с.

УДК

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ВИГОТОВЛЕННЯ ПИВА З ВИКОРИСТАННЯМ КАРРАГІНАНУ

Прасолов Д.С., здобувач СВО,

Загорко Н.П., к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Галузь пивоваріння є абсолютно унікальною порівняно з іншими секторами промисловості. Вона поєднує в собі як традиції, передані з покоління в покоління, так і економічний аспект в чистому вигляді. На сучасному етапі її функціонування спостерігається тенденція до зростання динаміки, що суттєво впливає на розвиток національної економіки. Пивоварна галузь виявляється дуже капіталоемкою, і кожне робоче місце у цій сфері створює додатково до 10 робочих місць у суміжних галузях. З точки зору інновацій та модернізації промисловості, пивоварна галузь є прикладом однієї з найбільш інноваційних, сучасних та модернізованих галузей. Згідно результатів аналізу, три відсотки робочих місць у цій галузі формують двадцять відсотків валового продукту харчової промисловості. Пивна індустрія визначається як одна з найбільш прибуткових на внутрішньому ринку, оскільки близько 70% населення світу споживає пиво.[1]

Актуальним викликом в сучасності є необхідність зменшення негативного впливу на здоров'я людини як ендо-, так і екзофакторів. Цей вплив може призводити до погіршення стану здоров'я та виникнення нетипових захворювань, порушень обмінних процесів та інших проблем. Одним з методів вирішення цього завдання є розробка технологій виробництва продуктів з підвищеною біологічною цінністю.

Каррагінани є полісахаридами, отриманими з певних видів червоних водоростей. Структурними одиницями цих біополімерів є моносахариди D-галактоза і 3,6-ангідрогалактоза, які зв'язані α -1,3 і β -1,4-глікозидними зв'язками. Каррагінани містять приблизно від 15% до 40% залишків сірчаної кислоти і мають середню молекулярну масу понад 100 кДа. Існує кілька типів каррагінанів: λ , κ , ι , ϵ , μ , які містять від 22 до 35% залишків сірчаної кислоти. В харчовій промисловості активно використовуються лише три типи каррагінану: λ , κ , ι . [2,3].

Останніми роками спостерігається стійка тенденція до збільшення кількості наукових публікацій, що демонструють позитивні ефекти каррагінанів. Прикладом таких досліджень слугує робота Yuan H. та колег, які виявили антиоксидантну активність олігосахаридів каррагінану та їхніх модифікованих похідних (сульфатованих та ацетильованих) як *in vivo*, так і *in vitro*. Аналогічні

Таблиця 1

Фізико-хімічна характеристика екстрактів каррагінану [3]

Зразок	Вміст води, %	Вміст, % на суху речовину		Молекулярна маса, кДа	
		Мінеральні речовини	Органічні речовини		
			Каррагінан	Азотисті реч.	
Каррагінан (передобробка водорості NaOH (2%))	99,0	21,4	74,5	4,1	1300
Каррагінан (без попередньої обробки)	98,6	15,3	78,7	6,0	1300

результати підтверджують дослідження групи вчених на чолі з Sun Y., які також підтвердили антиоксидантні властивості продуктів гідролізу каррагінану. Важливими факторами впливу на антиоксидантну активність каррагінанових олігосахаридів є ступінь полімеризації, вміст редуруючих цукрів і сульфатних груп.

Група дослідників на чолі з Abad L.V. проводила аналіз антиоксидантних властивостей каррагінанів, які зазнали гамма-випромінювання. Дослідження показало, що антиоксидантна активність залежить від типу каррагінану, водночас максимальна активність спостерігається в капа-каррагінану і знижується в низці інших типів. Вони пояснюють антиоксидантні ефекти деполімеризацією каррагінанів зі збільшенням вмісту цукрів, що редукують, визнаючи, що антиоксидантні властивості олігомерів каррагінану нижчі, ніж у аскорбінової кислоти.

Екстракти продуктів гідролізу каррагінану з молекулярною масою 2300-5000 кДа також виявили антиоксидантну активність, особливо виражену у фракції каппа-каррагінану з молекулярною масою до 200 кДа.

Проведений аналіз наукових праць виявився важливим для виявлення того, що антиоксидантні властивості характерні для низькомолекулярних продуктів гідролізу карагенану, переважно каппа-каррагінану, а не для високомолекулярних молекул карагенану, що застосовуються в харчовій промисловості. Важливо зазначити, що недеградований карагенан має молекулярну масу 200-400 кДа, а деградований карагенан, що може утворюватися з харчового карагенану в результаті неферментативного кислотного гідролізу в шлунку, не опускається нижче 20 кДа. Таким чином, антиоксидантні властивості переважно притаманні фрагментам каппа-каррагінану, що не надходять до організму з продуктами харчування та не утворюються в шлунково-кишковому тракті під впливом соляної кислоти або

бактеріальної деградації в товстому кишечнику.[2]

Отже використання каррагінану в харчовій промисловості є вигідною і безпечною справою і може використовуватися в пивоварінні та інших технологіях виробництва харчових продуктів, бо в нього є дуже великі переваги такі як:

стабілізація – каррагенан може використовуватися для стабілізації та очищення пива і напоїв, допомагає утримувати частинки осаду, які можуть виникнути під час процесу виробництва пива, і в такий спосіб покращує якість і органолептичні показники пива;

управління в'язкістю - додавання каррагінану може контролювати в'язкість пива, що важливо для досягнення бажаної консистенції та текстури;

відсутність впливу на смак - каррагінан, доданий до пива у відповідних концентраціях, не має суттєвого впливу на смакові характеристики, що робить його ефективним засобом для поліпшення зовнішніх якостей пива без втручання в його смаковий профіль;

альтернатива традиційним відстійникам - каррагінан може виступати альтернативою традиційним відстійникам, таким як ізінглас;

управління турбідністю – каррагінан може використовуватися для контролю турбідності пива, поліпшуючи його вигляд та перешкоджаючи утворенню неочікуваних осадів.

Таким чином, вивчивши особливості каррагінану і його нешкідливість для організму людини, використанню наукової літератури можливо рекомендувати його в виготовленні пива, безалкогольних напоїв, соків та інших харчових продуктів.

Список використаних джерел

1. Ринок пива в Україні. URL: <https://pivnoe-delo.info/2021/10/16/rynok-piva-ukrainy-2021/> (дата звернення: 23.11.2023).

2. Ткаченко А.С., Наконечна О.А., Горбач Т.В., Ткаченко М.А. Каррагігани: Користь або Шкода?: Харківський національний медичний університет, м. Харків, Україна: Вісник ВГМУ. 2018. Том 17, №1. С. 7–13.

Hermansson A.M., Eriksson E., Jardansson E. Effects of potassium, sodium and calcium on the microstructure and rheological behavior of kappa-karrageenan gels // Carbohydrate polymers. 1991. Vol. 16 №3. P. 297–320.

УДК

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОБНИЦТВА ПАСТИЛИ

Діденко І. С., здобувачка СВО «Бакалавр»,
Загорко Н.П., к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Пастила (від лат. *pastillus* – коржик). Характеризується приємним солодким смаком, ніжною консистенцією, основу її становлять, %: вуглеводи – 87,4, білки – 0,46 і жири – 0,03.

Основною сировиною для клеєвої пастили є, кг/т: цукор-пісок – 627 – 687 і пюре яблучне – від 411 (Абрикосова пастила) до 611 (Ванільна), а також деяких сортів й інших видів пюре. Крім того, використовується патока, яєчний білок, цукроагаровий сироп, смакові, ароматичні добавки.

Розроблений новий вид пастили з додаванням 1% препарату ліофілізованих культур бактерій-пробіотиків.

Пастила поділяється на клейову та безклейову.

Виробництво клейової пастили складається з таких операцій: підготовка сировини, збивання суміші яблучного пюре, цукру і яєчного білку, варіння агаро-патокового сиропу до вологості 20-22%, його змішування зі збитою яблучно-цукровою масою і внесеними барвниками, смаковими та ароматичними добавками, формування пастильного шару, його розрізання, сушіння та охолодження пастили, обсипання цукровою пудрою, укладання, загортання, пакування.

Пастила безклейова. Прикладом може бути фруктова, яку випускають у формі пирога або рулету. Технологічна схема включає наступні операції: сортування і калібрування плодів, переважно яблук, видалення кісточок і плодоніжок, запікання плодів за температури в камері 80–100°C, протирання печених плодів для приготування пюре, збивання пюре з цукром і білком. Потім проводять сушку пастильної маси у пластах за температури від 50 до 75°C до утворення кірочки на поверхні пастильної маси. Отримані пласти охолоджують, обмазують пастильною масою, формують у пироги або рулети, підсушують, охолоджують, опудрюють цукровою пудрою та упаковують. Внаслідок цього отримують пастилу правильної форми, з тонкою кіркою і ніжною пухкою масою.

На якість пастильної маси впливають: кількість сухих речовин і пектину в яблучному пюре, концентрація піноутворювача і сухих речовин у суміші, температура маси під час збивання, тривалість та інтенсивність збивання маси тощо. Так, вологість суміші, що збивається, повинна бути 41-42% за умови доброї желеутворюючої здатності яблучного пюре. Пектин яблук забезпечує міцність плівок,

які покривають окремі пухирці повітря. Оптимальна температура для збивання пастильної маси спочатку 18-20°C, а в кінці 30-32°C. За низьких температур об'єм маси під час збивання збільшується повільно.

Готову масу направляють на формування у вигляді шару і витримують 2-2,5 год. до повного закріплення структури, завершення садки. Під час вистоювання на поверхні пастили утворюється тонка кристалічна кірочка, потім пастилу ріжуть на прямокутні бруски, посипають цукровою пудрою і сушать. Можуть розливати пастилу також у форми. Сушіння намагаються здійснювати так, щоб волога виділялась якомога рівномірніше з усієї маси та товщини пастили.

З метою зменшення витрат білка пропонується використовувати піноутворювач рослинного походження білковий ізолят соняшника – 13-15% від масової частки яєчного білка.

Останнім часом для збивання кондитерських мас широко використовують машини, що працюють під тиском, які прискорюють процес піноутворення у 5 разів.

Усі види пастили мають форму прямокутних брусків. В 1 кг їх міститься переважно 56 і більше штук і тільки пастила В шоколаді – 40 шт.

Вологість пастили Сластьона 10,75%, пастили в шоколаді – 11,4%, а решта видів – 15%.

Споживні властивості пастили поліпшують завдяки внесенню пюре абрикосового (Абрикосова), Малинової – припасу малинового, Чорносмородинової – припасу чорносмородинового, Цитрусової – подрібнених плодів лимонів і (або) апельсинів.

Пастила в шоколаді і Сластьона глазуровані шоколадною глазуррю.

Сластьона складається з пастильного (587,68 кг/т) і мармеладного (192,51 кг/т) шарів. До складу пастильного шару входить молоко сухе знежирене і кондитерський жир.

Зефір – різновидність клейової пастили, яку формують відливом, має привабливу форму, переважно круглої або продовгуватої форми з рифленою поверхнею. В основному, склеєний з двох половинок, обсипаних цукровою пудрою. Відрізняється від пастили пухкою консистенцією, нижчою густиною і поліпшеним складом. Зефір містить, г/100г: вуглеводів – від 73,44 до 85,1, білків від 0,72 до 2,43, жирів від 0,03 до 12,7. Енергетична цінність його 321 – 399 ккал/100г в залежності від виду продукту. Для виробництва зефіру використовують яблучне пюре з вмістом сухих речовин близько 15% і з більшим вмістом пектину – до 1.2%. Додають агар, агар з фуцелярії або пектин. Для більшості зефірів використовується до 65 кг/т яєчного білка. Практикується заміна 30% його на пшеничний білок, що не впливає на зміну густини і органолептичних властивостей продукції. На структуру агарових драглів зефіру позитивно впливають

аскорбінова і молочна кислота. Допоміжною сировиною зефірної маси може служити соєвий білок, пектин цитрусовий і лактат натрію.

Список використаних джерел

1. Жемела Г.П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва: Підручник / Г.П. Жемела, В.І. Шемавньов, О.М. Олексюк. Полтава. 2003. 420 с.
2. Кириченко Л.С. Крохмаль, цукор, мед та кондитерські вироби: Підручник /Л.С. Кириченко. К.: Київ.нац.торг.- екон.ун-т, 2006. 360 с.
3. Сирохман І.В. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів /І.В. Сирохман, Т.М. Лозова. К.: Центр учбової літератури, 2008. 609 с.

СЕКЦІЯ 3. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АПК

УДК 004.94

ПОКРАЩЕННЯ РОБОТИ ЗЕРНОВОГО ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ GPSS

Лубко Д.В., к.т.н.,

Зінов'єва О.Г., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт є основним видом транспорту в сільському господарстві, на частку якого припадає до 80% всього обсягу перевезень. При визначенні потрібної кількості автомобілів для обслуговування зернозбиральних комбайнів у складі збирально-транспортного комплексу для відповідних природно-кліматичних умов за відомими методиками невідомо, чи буде при даному співвідношенні комбайнів і автомобілів досягнута ефективна робота збирально-транспортного комплексу, тобто чи комбайни будуть наповнювати бункери зерном, а автомобілі своєчасно транспортувати зерно на тік або склади господарства.

Тривалість збирання зернових культур залежить від: наявності, технічного стану та роботоздатності збиральної техніки, транспортних засобів, організації роботи збирально-транспортних комплексів, погодних умов і інших факторів [1]. У період збирання зернових велика кількість комбайнів простоює з технічних причин, що збільшує строк виконання робіт і приводить до великих втрат зерна.

Важливим під час збирання врожаю є не допустити простоювання зернозбиральних машин через відсутність транспортних засобів, або ж простоювання самих транспортних засобів. Уникнути цього можна завдяки правильній організації збирально-транспортних робіт, для чого розраховують необхідну кількість зернозбиральної техніки (власної чи залученої), робота якої не допустить її простоювання.

Оперативне управління комплексом збирально-транспортних робіт вимагає від його організаторів ліквідації простоїв зернозбиральних комбайнів і автотранспортних засобів та узгодження технологічних параметрів обслуговуючих механізмів. Головний результат злагодженої роботи збирально-транспортних комплексів господарств полягає в визначенні оптимальних термінів збирання врожаю та розрахунку взаємної відповідності технічних параметрів агрегатів і механізмів комплексу [2].

При збільшенні відстані перевезень і використанні високопродуктивних транспортних засобів для забезпечення їх

безперебійної роботи в виробничих умовах відбувається необґрунтоване збільшення технічних засобів при їх наявності, що веде до простоїв останніх. Збільшення тривалості операцій призводить до зменшення ефективності використання як прибиральних машин, так і транспортних засобів [3].

Питаннями аналізу роботи зернового (і не тільки) збирально-транспортного комплексу та обґрунтування його складу, особливостей та визначення технічних характеристик, а також принципами покращання та поліпшення ефективності роботи таких комплексів в сучасних умовах було частково розкрито в працях таких закордонних науковців, як Rogovskii I.L. [4], Arifin Moh Zainal [5], Kleijnen J.P.C. [6], Narchol-Balter M. [7], Villarreal Gonzalo Luján [8]. Зараз багато і вітчизняних науковців також активно займаються теоретичними та практичними аспектами імітаційного моделювання та проблематикою роботи збирально-транспортних комплексів, а це вчені: Лубко Д.В. [9], Зінов'єва О.Г. [9], Шаров С.В. [9], Кравець І.О. [10], Загорянський В.Г. [11], Гайкова Т.В. [11], Хорольський В.Л. [11], Кузев І.О. [11], Домуці Д. [1], Петрик А.В. [2], Мамука Б. [3].

Проте сучасне становище даної проблемної області визначає необхідність ще більших досліджень та пошук оптимальних рішень щодо покращання ефективності роботи таких комплексів у житті. Також, не зважаючи на значну кількість праць присвячених вивченню даної проблематики, чимало питань залишаються досі невирішеними і потребують переосмислення та корегування.

Основні матеріали дослідження. Під час руху по полю зернозбиральних комбайнів у складі збирально-транспортного комплексу постійно виникають заявки на обслуговування (розвантаження бункерів наповнених зерном в кузов автомобіля). Після задоволення заявки на обслуговування (розвантаження бункера) комбайн продовжує роботу і виникають нові заявки. Різноманіття факторів, що впливають на хід збирально-транспортних операцій, визначає імовірнісний характер процесу, що, в свою чергу, зумовлює технологічні простої автомобілів в очікуванні розвантаження. Якщо технологічно необхідна величина простоїв автомобілів в очікуванні навантаження не враховується при визначенні потреби в рухомому складі при комплектуванні збирально-транспортних бригад, будуть простоювати комбайни, в результаті чого їх вироблення знизиться на 10–15% [11].

Основна вимога до побудови поточних процесів збирання врожаю є в забезпеченні роботи зернозбиральних (та інших) комбайнів без простоїв з причин відсутності транспортних засобів.

Такі системи вивчають шляхом моделювання. У нашому випадку імітаційне моделювання передбачало розробку алгоритму моделювання та використання «системи моделювання дискретних

систем» (GPSS), яка є найбільш поширеною системою імітаційного моделювання у світовій практиці.

У складі збирально-транспортного ланки – m зернозбиральних комбайнів. У процесі збирання зернових культур вони стають джерелом потоку заявок обслуговування у вигляді наповнених зерном бункерів. Для вивезення зерна необхідно передбачити транспортні засоби (канали обслуговування). Для визначення технологічно необхідного часу простою автомобілів в очікуванні навантаження застосовується математичний апарат теорії масового обслуговування. У математичній моделі збирально-транспортна бригада (комплекс) представляється як системи масового обслуговування з очікуванням, у якій обслуговуючим апаратом є автомобіль, тим, що обслуговується – комбайн.

Опишемо докладно принцип роботи розробленої нами імітаційної моделі. Структурна схема розробленої програми моделювання наведена на рисунку 1.

Моделювання починається, коли транзакт (комбайн) приступає до збирання. Каналами обслуговування є транспортні засоби. Система є замкнутою багатоканальною системою масового обслуговування. Потік вимог (заявок) обслуговування в ній характеризується інтенсивністю - λ , а пропускна спроможність каналів обслуговування заявок - інтенсивністю обслуговування - μ .

Комбайн, заповнений зерном, становиться в чергу (CHER) на очікування вільного транспортного засобу.

При входженні в пристрій обслуговування TRAN він розміщує в BUNKER (комірку пам'яті) одиницю і затримується до тих пір, поки ця комірка не буде дорівнювати нулю (рис. 1).

Виявивши порожній BUNKER, комбайн одразу ж виходить з пристроєм і звільняє місце наступному. Статистика очікування транспорту для комбайнів збирається за допомогою блоку CHER. Далі, після затримки на розвантаження, транзакт повертається в початок циклу. Після закінчення зміни, транзакти видаляються з моделі (імітація закінчення роботи).

За допомогою блоків SAVEVALUE $Tr(QT\$CHER+1/Mu)$ і SAVEVALUE $Lch QA\$CHER$ визначаються відповідно час очікування комбайнів в черзі та середня довжина черги, тобто кількість комбайнів, які очікують транспортний засіб (рис. 1).

Примітка. В даній моделі ми не враховуємо перевезення транспортними засобами зерна на приймальний пункт і розвантаження їх, хоча для повноти експерименту необхідно врахувати всі фактори. Ми обмежимося тільки розподілом комбайнів за транспортними засобами.

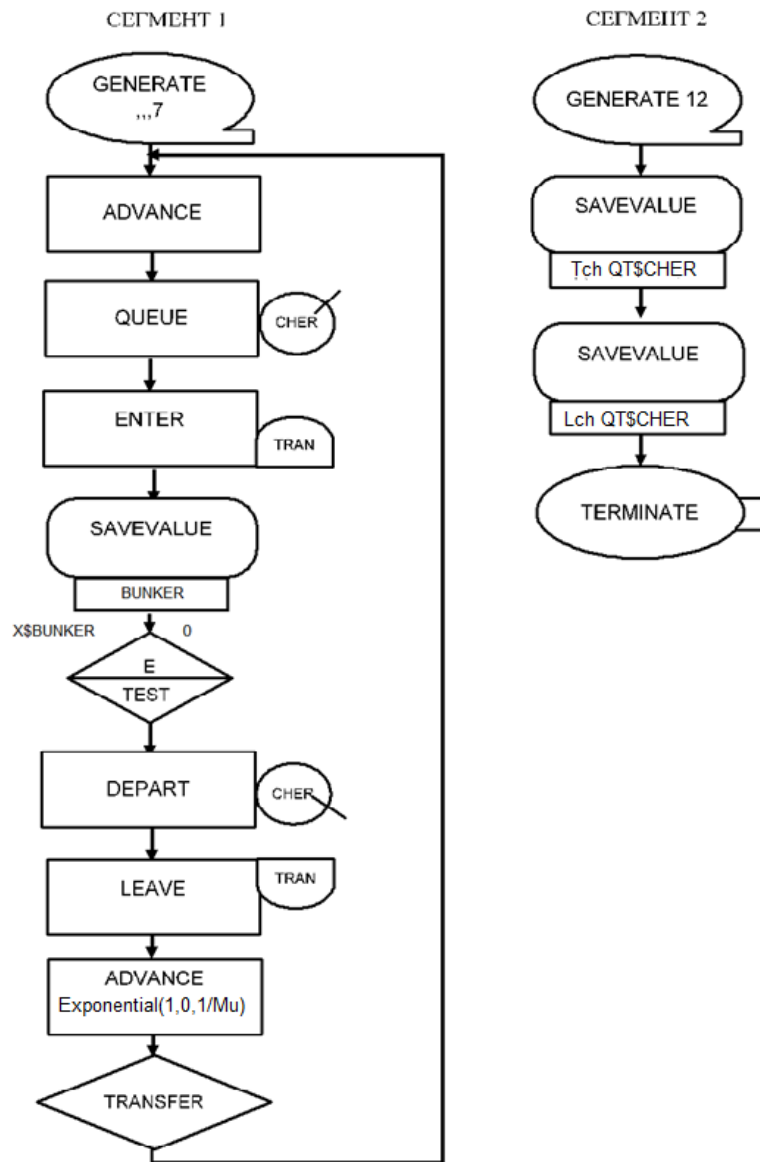


Рис.1. Структурна схема імітаційної моделі

Відповідно до цієї блок-схеми програмний код в пакеті GPSS буде виглядати наступним чином (дивись нижче).

Лістинг коду програми:

```

In   EQU 15.85
Mu   EQU 1.79
TRAN STORAGE 9
GENERATE , , , 7
A    ADVANCE (Exponential(1,0,1/In))
      QUEUE  CHER
      ENTER  TRAN
      SAVEVALUE BUNK,1
      TEST E  X$BUNK,0
      DEPART CHER
      LEAVE  TRAN
      ADVANCE (Exponential(1,0,1/Mu))
      TRANSFER ,A
GENERATE 12

```

```
SAVEVALUE Tr(QT$CHER+1/Mu; середній час простою
техніки
SAVEVALUE Lch QA$CHER; середня довжина черги
TERMINATE 1
```

Після прогону моделі ми отримуємо дані про кількість входів транзактів в кожен блок моделі, коефіцієнт завантаженості каналів обслуговування, середній час перебування транзактів в моделі, середню кількість транзактів, що очікують на обслуговування.

Фрагмент лістингу роботи програми наведено на рисунку 2.

З результатів роботи розробленої програми у системі моделювання GPSS видно, що при використанні 7 транспортних засобів для 7 зернозбиральних комбайнів завантаженість транспортних засобів дорівнює 99,3% (0,993). При цьому в середньому за зміну 6,9 комбайнів очікують вивантаження зерна, що свідчить про недостатність транспортних засобів для обслуговування комбайнів.

Висновки. Виконано проектування імітаційної моделі роботи зернового збирально-транспортного комплексу за допомогою системи імітаційного моделювання GPSS.

```

QUEUE          MAX CONT. ENTRY ENTRY(0) AVE.CONT. AVE.TIME  AVE.(-0) RETRY
CHER           7      7      7      0      6.953    11.919    11.919    0

STORAGE        CAP. REM. MIN. MAX.  ENTRIES AVL.  AVE.C. UTIL. RETRY DELAY
TRAN           7      0      0      7      7      1      6.953  0.993    0      0

SAVEVALUE      RETRY      VALUE
BUNKER         7          1.000
TP              0          12.478
LCH             0          6.953

FEC XN  PRI      BDT      ASSEM  CURRENT  NEXT  PARAMETER  VALUE
  9     0      24.000      9      0      11
```

Рис. 2. Фрагмент лістингу роботи розробленої програми

На підставі проведеного проектування імітаційної моделі зернового збирально-транспортного комплексу було визначено, що при використанні 7 транспортних засобів для 7 зернозбиральних комбайнів завантаженість транспортних засобів дорівнює 99,3% (0,993), що є гарним показником поліпшення ефективності роботи даного комплексу.

Список використаних джерел:

1. Домуші Д., Устунянов П., Єнакієв Ю., Ліпін А. Ефективність використання збирально-транспортних комплексів по експлуатаційним та енергетичним показникам. 2019.
2. Петрик А.В. Формування оптимальної інфраструктури транспортних систем в агропромисловому виробництві. *Вісник [Національного транспортного університету]*. 2013. №28. С. 371–379.
3. Мамука Б. Методи обґрунтування параметрів збирально-транспортних комплексів. *Збірник тез доповідей II Міжнародної*

науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура». 2019. С. 32.

4. Rogovskii I.L. Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК*. Київ. 2016. Вип. 254. С. 424–431.

5. Arifin Moh Zainal. Applications of Queuing Theory in the Tobacco Supply. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015, Volume 3. P. 255–261

6. Kleijnen J.P.C. Sensitivity Analysis of Simulation Models. *CentER Discussion Paper Series*. 2009. Vol. 11. P. 15. URL: <http://ssrn.com/abstract=1340449>

7. Harchol-Balter M. Performance Modeling and Design of Computer Systems: Queueing Theory in Action. *Cambridge University Press, Cambridge*. 2013. P. 576

8. Villarreal Gonzalo Luján, De Giusti Marisa y Texier, José (2013). GPSS Interactive Learning *Environment. The Online Journal of New Horizons in Education*, vol. 3, no. 1 Pages 32–39. URL: <https://www.academica.org/marisa.de.giusti/23>

9. Лубко Д.В., Шаров С.В., Зінов'єва О.Г. Проектування імітаційної моделі роботи технологічної лінії очищення гною на тваринницькій фермі. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Т. 33(72). №3. С. 56–60.

10. Кравець І.О. Імітаційне моделювання: навч. посіб. до виконання практ. робіт із дисциплін «Моделювання систем» та «Ситуаційні моделі». *Чорномор. держ. ун-т ім. Петра Могили. Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили*, 2010. 107 с.

11. Загорянський В.Г., Гайкова Т.В., Хорольський В.Л., Кузев І.О. Моделювання складу збирально-транспортного комплексу для врожаю зернових як системи масового обслуговування. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*. 2019. №2. С. 146–151.

УДК 621

АВТОМАТИЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ В ПРИМІЩЕННІ

Кузнецова М.С., студент,

Лобода В.Б., к.ф.-м.н., професор

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Автоматизація процесу керування вентиляційним обладнанням має на меті, в першу чергу, автоматизований режим з метою зменшення затрат на оплату праці, зменшення витрат на час, зменшення аварійних ситуацій та зупинок внаслідок неправильних дій з боку персоналу. Тому, важливою є розробка готового щита керування, що був би максимально простим в експлуатації, відносно дешевим та з максимально надійним та розповсюдженим набором елементів для керування установкою вентиляції.

Основні матеріали дослідження. Зміна процесів, що здійснюються в тому чи іншому приміщенні, несе за собою зміну стану середовища в ньому. В такий спосіб є можливою реалізація автоматизації процесу керування вентиляційним обладнанням.

За рахунок використання набору інструментів електроенергетичного обладнання, змонтованого в щит керування є можливість автоматичної роботи вентиляційної установки.

Блок керування вентиляційним обладнанням у разі проектування установки на вентиляцію та на вмикання двох тенів має включати у свою структуру:

- автоматичний вимикач трьохполюсний (1 шт.);
- автоматичні вимикачі однополюсні (3 шт.);
- електромагнітні пускачі (3 шт.);
- таймер (реле часу – тижневе та денне);
- перемикачі (3 шт.);
- клемна колодка.

В такий спосіб є можливість зменшення ручної праці, що використовується для роботи з даним видом обладнання. Одночасно з цим, відбувається захист від короткого замикання та перегріву.



Рис. 1. Щит керування вентиляційною установкою

Висновки. Таким чином, зменшення витрат на керування тим чи іншим процесом за рахунок використання одного щита керування зменшує затрати праці на виконання таких операцій. Одночасно досягається зменшення вірогідності аварійних ситуацій внаслідок помилкових дій та покращення безпеки під час виконання того чи іншого процесу в електроенергетиці як окремо, так і в цілому.

УДК 621.3

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ КЕРУВАННЯ РОБОТОЮ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ПАРАЛЕЛЬНОЇ РОБОТИ З ХОЛОДНИМИ УСТАНОВКАМИ

Семененко Є.Ю., студент,

Барсукова Г.В., к.т.н., доцент,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Паралельна робота вентиляційного обладнання у вигляді вентиляторів з одночасним вмиканням в роботу кондиціонерів має на меті зменшення навантаження на кожну з окремо узятих установок з охолодження приміщення, продукту чи певних матеріалів. Однак, з іншого боку, паралельна робота кожної з установок має бути чітко регульованою з точки зору роботи протилежної. У зв'язку із цим, актуальним питанням є аналіз схеми паралельної роботи вентилятора та кондиціонера як двох окремих установок, діючих в однакових умовах.

Основні матеріали дослідження. Паралельна робота двох указаних систем має базуватися на одному аналізаторі – датчику, що одночасно є аналізатором та джерелом вихідних сигналів. Внаслідок цього, при підключенні такого джерела живлення до перетворювача частоти є можливість регулювання кількості обертів кожної із систем окремо.

Особливо важливо це відображається у разі, коли кількість обертів вентилятора не співпадає з кількістю обертів кондиціонера. В разі регулювання вихідної частоти з частотного перетворювача є можливість паралельної роботи не на максимальну потужність кожної з установок з одночасним програмуванням по кільком ступеням необхідної температури середовища, на яке діятиме система з охолодження рідини, сировини, приміщення тощо.

В результаті такого регулювання зміна частоти магнітного поля веде за собою збільшення або зменшення частоти обертання електричних двигунів кожної з електроустановок. Регулювання по

заданій температурі дає можливість якісного та кількісного регулювання по кільком ступеням охолодження.

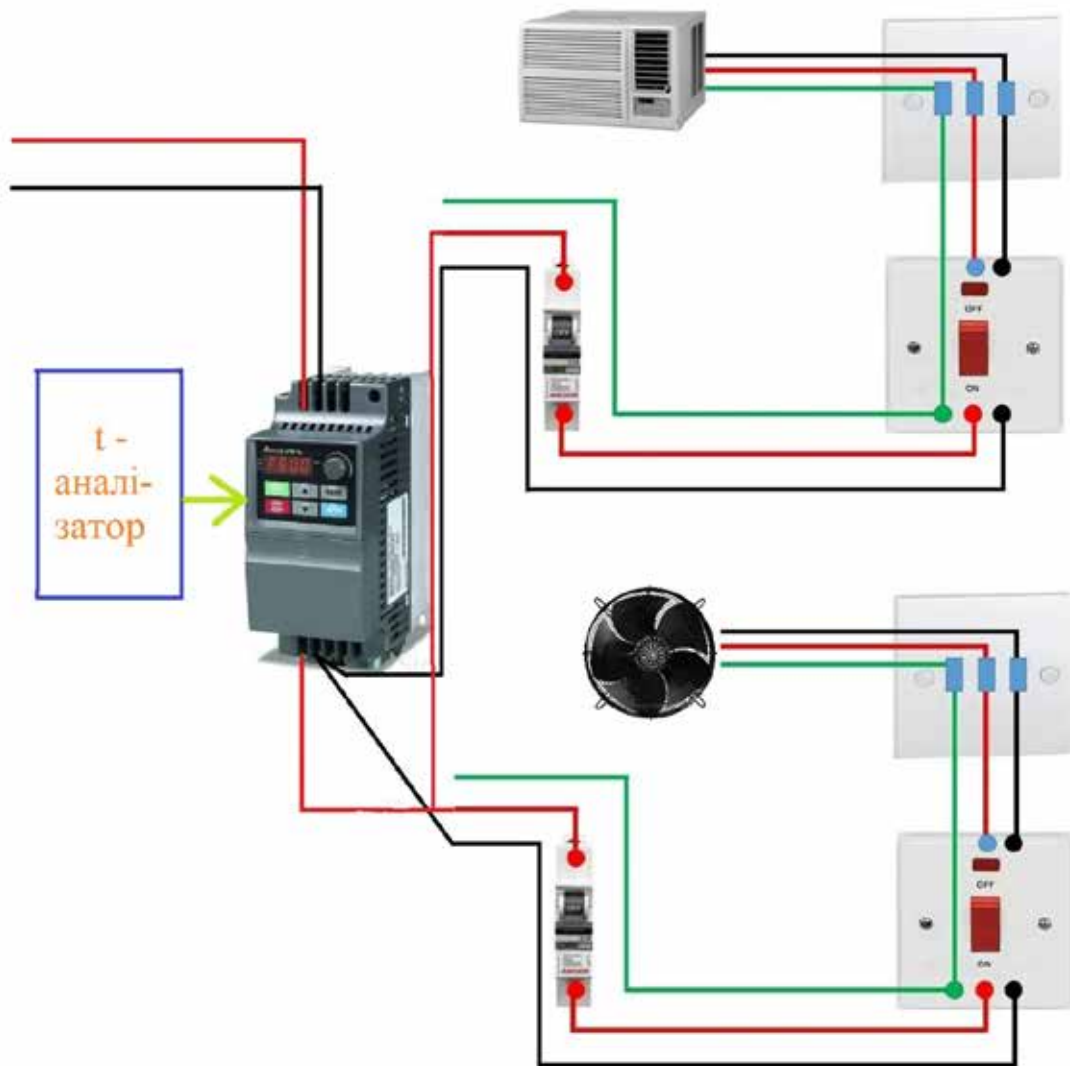


Рис. 1. Схема паралельної роботи кондиціонера та вентилятора

Висновки. Отже, важливим елементом на паралельну роботу двох різних установок є одним чуттєвий елемент, що відображає вихідні сигнали на перетворювач частоти, яким здійснюється регулювання частоти обертання електричних двигунів шляхом зміни частоти від поданих вихідних сигналів аналізатора температури для середовища.

УДК 004.4'2

РОЗРОБКА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ РЕМОНТНО-МЕХАНІЧНИХ ЦЕХІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ SAP ERP

Лубко Д.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Визначено, що на крупних металургійних виробництвах/ підприємствах (таких як наприклад Дніпровський металургійний завод, Дніпроспецсталь, Запорізький сталепрокатний завод, тощо) виконання ремонтів зводиться до виконання заказів багаточисельних окремих підрозділів таких комбінатів. Заказ на виготовлення та ремонт обладнання повинен пройти усі стадії узгодження і розробки технології виготовлення і ремонтів, а так як на таких металургійних гігантах таких замовлень десятки тисяч, необхідно мати інструменти які відповідають за взаємозв'язок всіх етапів проходження заказів.

Саме для цього і повинна бути спеціально розроблена та адаптована бізнес-модель управління ремонтними цехами, яка б дозволила вирішити (або об'єднати) цю задачу, і саме це і визначає проблематику даної статті.

Необхідними умовами нормального виробничого процесу на підприємстві є: підтримання у робочому стані машин та устаткування; своєчасне забезпечення робочих місць сировиною, матеріалами, інструментами; забезпечення агрегатів енергією; виконання транспортних операцій; створення виробничих зон. Для позначення всіх цих процесів у сукупності використовується поняття – система технічного обслуговування виробництва (ТОВ).

В рамках системи ТОВ виконуються такі функції:

1) забезпечення підрозділів підприємства електричною і тепловою енергією, паром, газом, стиснутим повітрям тощо;

2) забезпечення цехів сировиною, основними та допоміжними матеріалами, паливом, зберігання напівфабрикатів власного виготовлення та готової продукції.

3) ремонт технологічного, енергетичного, транспортного та іншого устаткування, догляд за ним та налагоджування;

4) забезпечення робочих місць інструментом та пристосуванням як власного виробництва, так і придбання на стороні;

5) переміщення вантажів та виконання вантажно-розвантажувальних робіт;

А безпосередньо до системи ТОВ входять всі ці підрозділи, що здійснюють названі функції.

Проблематика досліджень особливостей моделювання бізнес-процесів в сучасних умовах та використання середовища SAP ERP розкрита в працях закордонних та вітчизняних науковців [1-8].

Основні матеріали дослідження. К найбільш популярним в нашій країні засобам опису бізнес-процесів можна віднести:

1. Microsoft Visio - засіб створення різних типів моделей бізнес-процесів і даних, що дозволяє створювати діаграми і моделі із застосуванням різних методологій;

2. Опис потоків робіт (Work Flow Modeling);

3. Стандарт IDEF3 призначений для опису робочих процесів і близький до алгоритмічних методів побудови блок-схем;

4. Опис потоків даних (Data Flow Modeling);

5. Нотація DFD (Data Flow Diagramming) - дозволяє відобразити послідовність робіт, що виконуються по ходу процесу, і потоки інформації, що циркулюють між цими роботами.

6. Засоби UML-моделювання Rational Rose (IBM) і Together (фірми Borland);

7. Сімейство AllFusion Business Process Modeler (BPwin) - пропонує опис бізнес-процесів за допомогою методології IDEF0 (Computer Associates) і організації колективної роботи над єдиним репозитарієм моделей;

8. ARIS (IDS Scheer) - інструмент колективної роботи над сукупністю взаємопов'язаних моделей різних типів, призначених для опису бізнес-процесів, даних та інформаційних систем, діяльності компаній;

9. SAP ERP - планування ресурсів підприємства (enterprise resource planning).

Під час розробки моделі бізнес-процесу було проведене дослідження існуючих програмних продуктів на предмет єдиної бази даних, яка містить інформацію що до планування виробничих процесів (ремонту та виготовленню виробів) та збору фактичних даних, які відображають виробничу діяльність підприємства. Для відображення моделі бізнес-процесу управління ремонтно-механічними цехами нами була узятa система SAP ERP.

Взагалі моделювання бізнес-процесів - це ефективний засіб пошуку шляхів оптимізації діяльності підприємства, що дозволяє визначити, як воно працює в цілому і як організована діяльність на кожному робочому місці. Моделювання бізнес-процесів дозволяє проаналізувати не лише, як працює підприємство в цілому, як воно взаємодіє з іншими підприємствами, замовниками і постачальниками, а й те, як організована діяльність на кожному окремо взятому робочому місці.

Аналіз рішень SAP нового покоління - «Керування ресурсами підприємства» (SAP ERP) показав, що він охоплює всі сфери фінансового та управлінського обліку, керування персоналом,

оперативної діяльності та корпоративних сервісних служб, а також надає потужні аналітичні інструменти. Застосування саме системи SAP ERP дозволяє використовувати на підприємстві тільки одну інтегровану програму замість декількох розрізнених. Використання даної системи дозволяє управляти обробкою, логістикою, дистрибуцією, запасами, доставкою, виставлянням рахунків-фактур і бухгалтерським обліком одночасно та у одній базі даних.

Для моделювання бізнес-процесів в системі SAP існує продукт SAP Business Workflow, який є по суті загальним інструментальним засобом, що забезпечує електронне інтегроване управління бізнес-процесами. Використовуючи рішення SAP Business Workflow, яке повністю інтегроване в систему ERP, можна координувати та контролювати потоки бізнес-процесів конкретних клієнтів в рамках декількох додатків і робочих місць. Серед SAP Business Workflow дозволяє зручне представлення бізнес-процесів і здатна швидко реагувати на зміни зовнішніх умов в реальній системі завдяки адаптації існуючих бізнес-процесів.

Розглянемо також існуючу типову схему управління процесами (рис. 1) [5]. Характерною рисою цієї схеми, є те що фактично процес нагадує собою модель «чорна скриня», яка використовує входи, виходи, ресурси, зворотний зв'язок з клієнтами процесу та його власником, та який виконує функції управління. На схемі є потоки продуктів та ресурсів, інформації та управлінських рішень, тобто процес включає потоки, які фактично відокремлюють, управлінські рішення від основних процесів для отримання продукту як результату діяльності підприємства. Також схема ілюструє взаємозв'язок горизонтальних та вертикальних потоків, що «пронизують» його організаційну структуру [5].

Заказ ремонтно-механічного управління (РМУ) у системі SAP ERP на металургійному(них) підприємстві(вах) подано як ієрархію одиниць обладнання. При запуску даної програми на верхню в ієрархії одиницю обладнання створюється документ збору даних:

- 1) дата узгодження заказу (наприклад 02.04.2023);
- 2) прізвища користувачів, які розробляють технологію виготовлення виробів РМУ (наприклад LUBKO-DV).

Після того, як заказ узгоджений, для верхньої в ієрархії одиниці обладнання утворюється технологія виготовлення заказу.

В процесі розробки технології, заказ передається від конструкторського бюро в відділ нормування, далі у відділ термообробки, після чого перевіряється і передається на друк. Роздрукований заказ перевіряється начальником відділу планування, після чого вважається готовим. Готові заклази передаються в цехи РМУ для виконання. Для відстеження етапів розробки технології в системі були налаштовані наступні статуси (таблицю 1).



Рис.1 Типова схема управління процесами (на виробництві)

Таблиця 1

Статуси технологічних карт підприємства

№ статусу	Текст статусу технологічної карти
1	Створення
Z	Расцеховка для заготівельних цехів
T	Технологія розроблена
H	Норми часу
U	Зміцнення
P	Технологія перевірена
G	Технологія готова
4	Загальне деблокування

Після того як заказ пройшов усі стадії узгодження та розробки технології виготовлення, потік даних «По узгодженню заказів РМУ» завершується.

В результаті подальшого аналізу робочих процесів на металургійному підприємстві був розроблений алгоритм роботи програми для узгодження і розробки заказу РМУ (рис. 2).

На рисунку 2 можна побачити докладну блок-схему розробленого програмного забезпечення для створення моделі управління роботою ремонтно-механічних цехів на металургійних підприємствах.

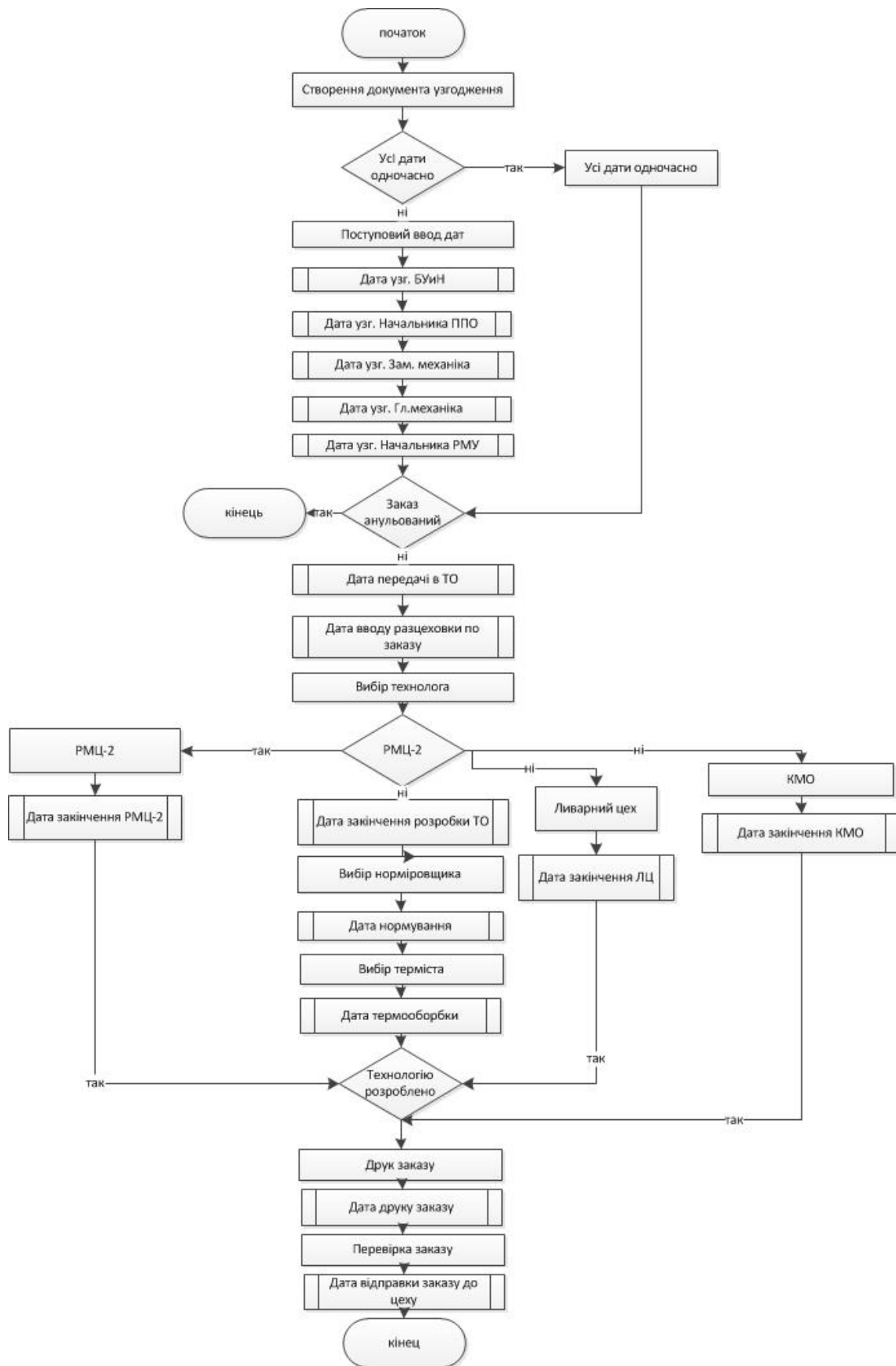


Рис. 2. Блок-схема розробленого програмного забезпечення

Висновки. Розглянуто використання програмного середовища SAP ERP для створення моделі управління роботою ремонтно-

механічних цехів на металургійних підприємствах. Досліджено існуючі засоби моделювання бізнес-процесів. У системі SAP ERP з використанням інструментів SAP Business Workflow, розроблене програмне забезпечення для відстеження послідовності узгодження заказу та розробки технології виготовлення заказу РМУ.

Дане програмне забезпечення дозволяє керівникам відділів по ремонтах планувати завантаження виробничих потужностей цехів-виробників та закупівлю витратних матеріалів. А це в свою чергу, надає можливість цехам-замовникам планувати проведення заходів технічного обслуговування та ремонту обладнання на підприємстві.

Як перспектива на майбутнє, можливе вдосконалення розробленого програмного забезпечення з додаванням додаткових опцій та функцій. Наприклад можна додати у програму можливість відстеження етапів виготовлення виробів РМУ.

Список використаних джерел

1. Werner I. D. ABAP Development for SAP Business Workflow. *Galileo Press*, 2012.
2. Dart J., Keohan S., Rickayzen A., Adams D.J., Anikeev K., Bakker P., ... Kuppe M. Practical workflow for SAP. *Galileo Press*, 2019.
3. Скриль В.В., Девадзе А.Х., Кречотень І.М. Моделювання бізнес-процесів туристичних підприємств. 2019.
4. Петренко Л.М., Красюк Ю.М. Сучасні комп'ютерні технології в моделюванні бізнес-процесів. *Anti crisis development of social and economic processes in the context of globalization*. 2016. С. 43.
5. Пономаренко В.С. и др. Теорія та практика моделювання бізнес-процесів: монографія. 2013.
6. Корзаченко О.В. Моделювання бізнес-процесів підприємств: методології, підходи та методи. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки*. 2015. №11(1). С. 171–175.
7. Когут Ю.О. Моделювання бізнес-процесів АТП. *Економіка транспортного комплексу: зб. наук. пр. Х.: ХНАДУ*. 2010. Вип. 2010. Т.16. С. 140–153.
8. Шматковська Т., Дзямулич М., Стащук О. Особливості моделювання бізнес-процесів в умовах формування цифрової економіки. *Економіка та суспільство*. 2021. №26.

UDC 330.6

MODERN ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE AGRICULTURAL SECTOR

Levkin D., Candidate of Engineering Science,
Kotko Ya., Candidate of Economic Sciences
State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Problem statement. Until recently, the use of artificial intelligence technologies would have seemed a rather strange concept. Nowadays, the introduction of innovative ideas in the agro-industrial complex is a revolutionary method of doing business. The latest artificial intelligence technologies are becoming increasingly important as climate change and the irrational use of resources threaten the country's food security. The introduction of the latest technologies will minimize the disadvantages and threats of the traditional form of doing business in the agro-industrial complex.

Main research materials. Artificial intelligence technologies in the agricultural sector can help to study the composition and characteristics of the soil for each individual crop, collect information on changing weather conditions, track the timing of fertilizers and pesticides, monitor the entire supply chain and the harvesting process, and apply controlling methods to increase productivity and profitability. Today, scientists are engaged in the application of artificial intelligence technologies in the agricultural sector, namely, the use of applications, scanning systems, machine learning; research of the advantages and disadvantages of using modern information technologies [1, 2]. The process of activity in the agro-industrial complex is quite complex and time-consuming. Automation of agricultural production processes allows minimizing both material and technical [3] and labor resources. Thanks to modern innovative technologies (drones, software, unmanned agricultural machinery), the production process is being transformed, i.e., more efficient management methods are being introduced to maximize production and minimize production costs.

The United States is the biggest innovator in this area. According to MarketsandMarkets, the AI market is expected to grow every year. In 2023, the Center for Applied Artificial Intelligence in Rural Areas is being built in the United States, with a project cost of \$20 million. Another example of the use of artificial intelligence technology is the startup MAMAY Technologies, which determines an objective assessment of the composition of food and beverages [1].

The most well-known areas of artificial intelligence application in the agricultural sector are: monitoring soil composition, tracking the growth stage of crops and their yield. Detecting the amount of nutrients in the soil and tracking its condition, which affects the process of crop growth and,

consequently, yield; detecting progressive diseases and pests of crops. Scanning technologies can identify the most important diseases (rot, mold - detection accuracy is over 80-90%) and pests that destroy crop yields, but to identify them quickly, it is necessary to have a database and information about diseases and pests; optimization of automated irrigation systems and irrigation systems. It provides autonomous management of crops and water resources saving, recognition of water leaks and losses, prevention of crop damage; monitoring the health of livestock in the agro-industrial complex. Observation of animal activity and analysis of atypical animal behavior.

Modern agribusinesses operate in a completely different way than they did a few decades ago. The application of the latest artificial intelligence technologies, primarily devices, robots, temperature and humidity sensors, equipment and GPS technology, will allow agribusinesses to become more efficient and safer. For example, the use of a robot, Robotnik, allows for the identification of almost 90% of the crop, the detection of the chemical composition of the crop, and the processing or spraying of the crop. Another example is the use of multi-rotor drones or quadcopters, which are commonly used for spraying fertilizers, sowing seeds, detecting pests, and preventing diseases.

The use of artificial intelligence is primarily useful in cases of automation of agricultural production processes, minimization of possible risks in the production process, analysis of soil conditions, forecasting the optimal combination of methods of combating diseases and pests, and increasing yields. However, despite the significant advantages, any entity in the agro-industrial complex faces problems associated with the process of implementing artificial intelligence technologies, primarily, lack of financial resources and limited information about possible programs/projects; lack of awareness of technologies and practical experience in their implementation; imperfect cybersecurity system (attacks, leakage of confidential information).

Conclusions. The analysis of scientific research has shown that modern artificial intelligence technologies in the agro-industrial complex are technologies that help maintain sustainability and increase the efficiency of ensuring production processes in the agro-industrial complex, and ensure control over production risks. AI technologies are a rational tool for solving problems related to climate change, irrational use of resources, soil pollution, and the growing demand for high-quality products. Despite the fact that the use of information technologies has a number of positive and negative aspects, their application to improve the efficiency of production processes in the agricultural sector requires not only their implementation, but also the ability to use them and adapt them to a specific task. Understanding the needs of artificial intelligence will require changes and revision of activities in general, as their use will be more useful than the use of traditional tools for solving applied problems in the agro-industrial complex.

References

1. Yanenkova I. (2020). Perevahy ta ryzyky vykorystannia shtuchoho intelektu v Ukraini ta sviti. *Efektivna ekonomika*. No. 4. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.4.19
2. Stepanenko S.V., Diachenko O.P. (2023). Informatiini tekhnolohii yak instrument rozvytku inkliuzyvnoho aharnoho biznesu. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Serii: "Ekonomika"*. No. 15. S. 116–122. <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.15.14>
3. Levkin D. (2023). Application of calculation methods for solving applied problems of heat and mass exchange in complex systems. *Measuring and computing devices in technological processes*. Khmelnytskyi. 2. S. 179–182. <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-74-24>.

UDC

MODERN IT SOLUTIONS SUPPORTING WAREHOUSE PROCESSES

Taras Shchur¹, PhD., Asoc. Prof.

Markowska Agata²,

Gaweł Grendysa³,

Tomasz Kawka⁴,

Daud Khan⁴,

Kamil Wittek⁴,

Katarzyna Szopa⁴,

Mateusz Olszewski⁴

¹*Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.*

²*Military University of Technology, Poland.*

³*War Studies University, Poland*

⁴*Silesian University of Technology, Poland*

IT systems, new technologies and processes supporting warehouse management are very important elements of logistics. They influence its development, create its appearance, and set market trends. It is almost impossible to eliminate humans from the order picking process. Even in automated warehouses, it is necessary to involve people who supervise the operation of machines and robots, as well as people who audit the quality and quantity of products, as well as programmers.

More efficient and error-free packaging leads to savings time, money (no need to deal with returns later) and customer satisfaction.

Information about the location of the products in the warehouse can be provided to the worker by means of modern picking techniques. The most common online working methods are:

1. radio or batch terminals (stationary or portable), handy scanner (Fig. 1), vehicle mount terminal. These are all types of mobile and portable computers. They are equipped with an operating system and the mobile part of the WMS application. Terminals connect to the server, which processes the information received and orders further operations. Using them, operators carry out the order picking process in the warehouse. The mobility effect is achieved by using a secured radio network. Terminals are equipped with barcode readers. Items of merchandise that require picking appear on the device as new orders for the picker. The correctness of picking the right product from the right location is verified by scanning the barcode from the product or location address. [1].



Fig. 1. Handy scanner

2. pick by voice is a way of transmitting orders in a process by voice. The employee in the headphones hears the voice command to take the products generated by the WMS systems. Voice commands accurately inform the employee, what actions it should perform, what the product it should pick up and from what the location. The employee confirms the completion of a given activity with his voice via a microphone e. g. by reading the numbers and letters placed in the location to which it was directed. It is allowed to use function keys located on the terminal, but only in critical situations, as it reduces the employee's effectiveness [2].



Fig. 2. Headphones

pick by light uses a light signal and a display. The device consists of a light indicating the location and a display placed next to each product. While the

order is being processed, subsequent lights will come on in the location of the products to be picked. The display can additionally display the number of products that need to be picked. The receipt of product is confirmed by an automatic pickup sensor (pick radar) or by pressing the button located at the point of collection of the products or by scanning the product location code or the barcode. This technology is dedicated warehouses where the storage locations of products are rarely changed due to the need to connect display modules by cable e. g. medicine warehouse [3].



Fig. 3. Pick by light

3. pick by frame uses a self-supporting frame installed on a picking trolley, communicating with the WMS system.

4. pick by point uses point displays indicating the location of the products and headphones that provide information about the number of products to be picked.

References

1. Chen, James C., et al. Application of RFID to warehouse management. *Key Engineering Materials*, 2011, 486: 297–300.

2. De Vries, Jelle; de Koster, René; STAM, Daan. Exploring the role of picker personality in predicting picking performance with pick by voice, pick to light and RF-terminal picking. *International Journal of Production Research*, 2016, 54.8: 2260–2274.

3. Baechler, Andreas, et al. A comparative study of an assistance system for manual order picking--called pick-by-projection--with the guiding systems pick-by-paper, pick-by-light and pick-by-display. In: 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS). IEEE, 2016. p. 523–531.

УДК 631.1

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОБҐРУНТУВАННЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ АГРАРНИХ ФОРМУВАНЬ

Днесь В.І., к.т.н.,

Кудриницький Р.Б., к.т.н.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН, Глеваха, Україна.

На сьогоднішній час обґрунтування складу машинно-тракторного парку аграрних формувань слід розглядати у розрізі не тільки вибору технічного оснащення господарства відповідно до програми виробництва, а й навпаки – вибору програми виробництва відповідно до технічного оснащення господарства.

Для вирішення цієї проблеми за допомогою сучасних засобів інформаційних технологій необхідна її формалізація. Для цього необхідно виділити основні управлінських задач та обґрунтувати структуру вхідних та вихідних даних системи обґрунтування складу машинно-тракторного парку. Так, відповідно до задач, які потребують вирішення множина вхідних характеристик та характеристики середовища, можуть мінятися місцями. Аналогічно і множина вихідних характеристик формується в залежності від задачі, яка потребує вирішення.

В загальному вигляді системно-чинникова модель обґрунтування складу машинно-тракторного парку, відповідно до методології системного підходу, представлено у вигляді: характеристик вхідних впливів (X), характеристики середовища (Z), множини вихідних характеристик (Y) або показників функціонування (рис. 1).

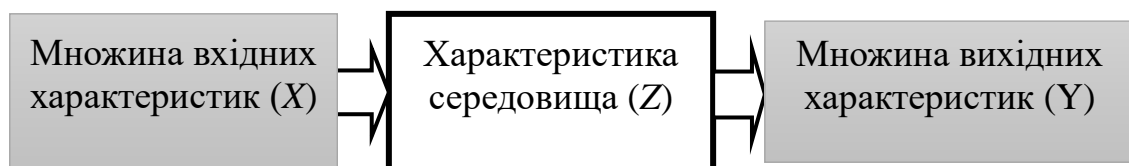


Рис. 1. Системно-чинникова модель системи обґрунтування складу машинно-тракторного парку в загальному вигляді

Такий підхід до дослідження технологічних систем об'єктивно враховує особливості їх функціонування та формування показників ефективності (Y) від характеристик потоку вимог (X), параметрів технічного оснащення (Z) в часі (T). Тобто розв'язується задача синтезу:

$$Y_{TC} = f(X_{TC}, Z_{TC}, T), \quad (1)$$

Враховуючи особливості системи обґрунтування складу машинно-тракторного парку, можна стверджувати, що для кожної із задач, що

потребують розв'язання складові системно-чинникової моделі є різними.

Для означення управлінських задач для різних рівнів управління прийнято наступну характеристику цих рівнів:

Стратегічний рівень – характеризують задачі, що виникають під час планування роботи машинно-тракторного парку на довгострокову перспективу (2-5 років). Для цього рівня виділено дві задачі: 1) обґрунтування рівня технічного забезпечення сільгоспвиробника; 2) визначення доцільності поповнення та вилучення технічних засобів.

Тактичний рівень – для цього рівня характерними є задачі, що необхідно розв'язувати в поточному році: 1) узгодження параметрів машинно-тракторного парку з характеристиками виробничих планів; 2) розроблення технологічних карти на вирощування культур; 3) визначення потреби в залученні додаткових технічних засобів.

Оперативний рівень – характеризують задачі, що виникають під час планування робіт на одну або декілька діб наперед, а також планування конкретних сезонних робіт (посівних, збиральних тощо). Сюди відносяться: 1) моніторинг виконання технологічних операцій; 2) облік витрат ПММ та технологічних матеріалів; 3) обґрунтування часу початку виконання технологічних операцій; 4) визначення ефективного розподілу технічних засобів по полях та технологічних операціях; 5) обґрунтування організаційного режиму роботи.

Для кожної з цих задач визначено вхідні дані (які необхідні для їх розв'язання) та вихідні дані (результат розв'язання).

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Сидорчук О.В., Мироненко В.Г. Системно-проектні підстави управління парком машин сільськогосподарських товаровиробників. *Вісник аграрної науки*. 2014. №11. С.33–40.

2. Веремейчик Н.В., Грицишин М.І., Днесь В.І., Кудринський Р.Б., Скібчик В.І. Особливості узгодження параметрів технічного оснащення з характеристиками виробничих планів машинно-технологічних систем рільництва. *Механізація та електрифікація сільського господарства*: загальнодерж. зб / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип.№11 (110). С. 205–217.

3. Адамчук В. В., Сидорчук О. В., Луб П. М. [та ін.] Планування проектів вирощування сільськогосподарських культур на основі статистичного імітаційного моделювання: монографія / НААН України, ННЦ «ІМЕСГ». Ніжин: Видавець ПП Лисенко М. М., 2014. 223 с.

СЕКЦІЯ 4. НОВАЦІЇ У ТЕХНІЧНОМУ СЕРВІСІ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

UDK 62-5

ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL LEVEL OF REPAIR ENTERPRISES

Didur V.¹,

Petrychenko I.¹,

Viunyk O.², engineer

¹*Uman National University of Horticulture, Uman, Ukraine.*

²*Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university, Zaporozhye, Ukraine.*

The enterprise for the repair of machine and tractor fleet is a system of technological means of production that works in a dynamic environment with changing conditions and types of products - repair of mobile machines and their elements in field and stationary conditions, equipment of livestock farms, restoration and manufacture of parts, provision of other services of a technical and technological nature [1]. This achieves the extension of the life cycle of machines and their elements by restoring operability after failure.

It is known that there are no exact rules that allow building a system of technological means of service on the basis of inviolable laws and rules. Therefore, the search for an adequate assessment of the technological level of a repair enterprise is carried out with the help of informal considerations, analogies, intuition, experience.

The machine-tractor park repair enterprise is presented as a relatively isolated system (Fig. 1), where under the influence of input influences its state (technological level) changes and as a result material resources appear that remain inside the system or leave it in the form of output influences, i.e. go into the external environment [1].

In order to imagine the repair enterprise as a system, it is necessary to dismember it, to identify spatially limited parts, to ascertain the existence of relationships of these parts in the integral picture of agrotechnical service [2]. In these works, the model for evaluating the technological level of enterprises is based on the study of factors characterizing various technological properties of repair and service workshops in the process of carrying out repair work. It will allow a systematic approach to increase the technological level of repair enterprises and the development of specific organizational and technical measures to increase it.

The technological level of repair workshops is determined by a set of indicators of technological preparation of production (TPP), and as a type of production activity of the enterprise is interconnected with the stages of the life cycle of manufactured repair products [1, 2].

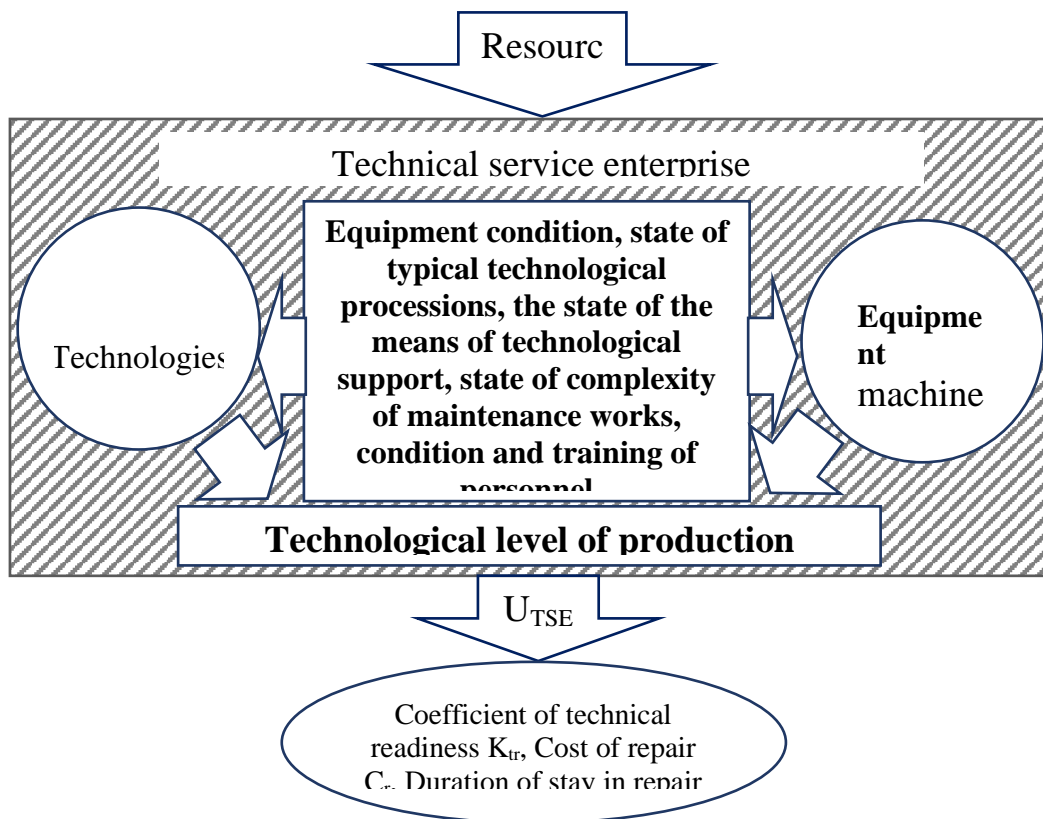


Fig. 1. System representation of machine and tractor park (MTP) technical service

Considering the structural diagram of the influence of factors in the form of a "black box" shown in (Fig. 2), as one of the main concepts of cybernetics, it is possible to imagine the entire process of the operation of the enterprise in the form of a functional converter with input and output variables [1].

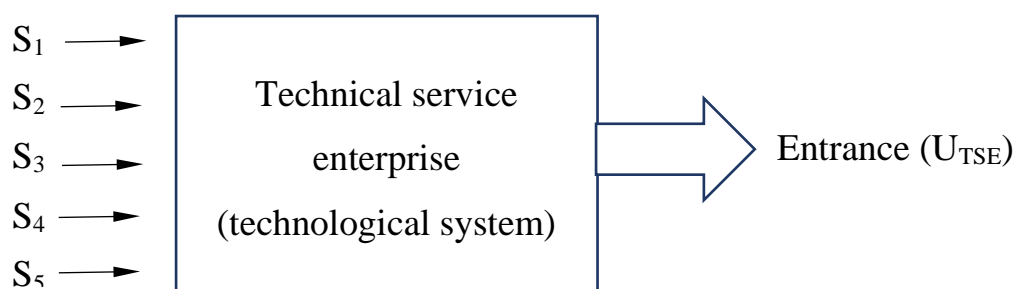


Fig. 2. Model of a comprehensive study of the technological level of a repair workshop

Components of input generalized indicators S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 , respectively: state of equipment; state of technological processes; state of technological support means; the state of complexity of the works in terms of technical service and repair (TSR); the state and training of personnel, which affect the system, characterize the properties of the technological state of the system and determine the formation of qualitative and

quantitative indicators of its efficiency, that is, the initial indicators of the system (U_{TSE}) [2].

With regard to agrotechnical service, this means that the quality of agricultural machinery repair depends on how fully provided the technological preparation of production is and, therefore, how high the technological level of the repair enterprise is, which can be assessed by the system of quantitative assessment of the technological level [2, 3]. The analysis of works [4, 5] made it possible to identify five generalized indicators of the technological level of repair enterprises, which have a hierarchical arrangement in the form of a tree of goals (Fig. 3).

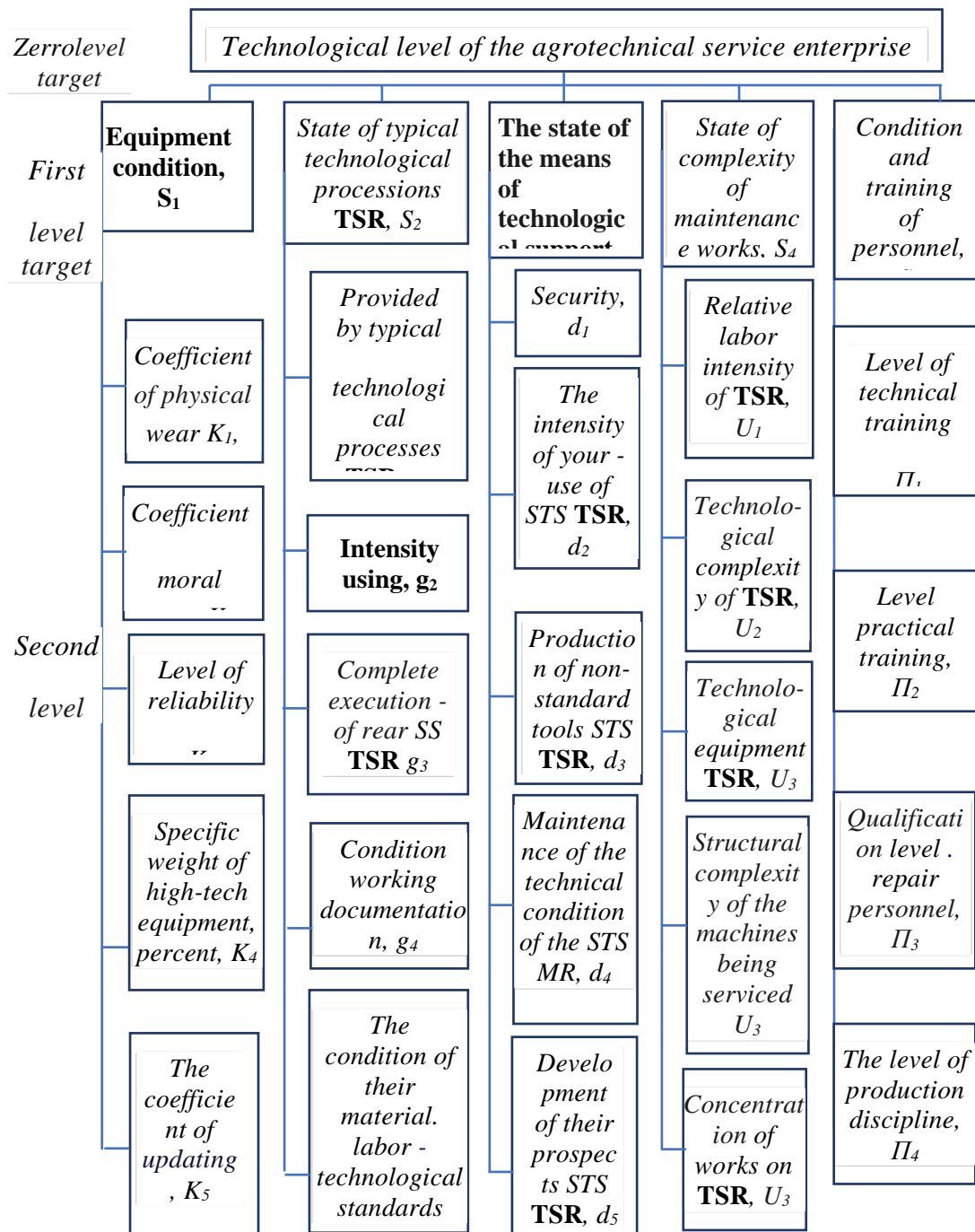


Fig. 3. Technological level indicators of repair enterprises

Indicators S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 are generalized indicators of the technological level and quantitatively characterize the purpose of the first level.

In its turn, in a general form, each of the generalized indicators of the technological level can be presented in the form of functional dependence on the indicators of the state of repair and technological and machine tool equipment (k), indicators of the state of typical technological processes of repair and maintenance (g), indicators of the state of technological equipment funds (d), indicators of the complexity of maintenance and repair work (u), indicators of the state and training of personnel (n).

The complex indicator (U_{TSE}) of the assessment of the technological level of the repair enterprise is determined by the expression:

$$U_{TSE} = F(S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) \rightarrow \max \quad (1)$$

where S_i – is the generalized indicator of the technological level of the repair enterprise, $i = 1, 2, 3, 4, 5$.

The parameters of the state of the repair workshop, which determine its efficiency in combination with external factors and the connections between them, are system-forming factors of the technological level.

A comprehensive assessment of the technological level of repair workshops is necessary for aggregating, formalizing and clarifying the activities of the repair enterprise and developing a set of measures that will later form the basis of the process of improving the enterprise's activities when applying the aggregate repair method.

References

1. Ремонт машин та обладнання: підручник / О.І. Сідашенко та ін. Київ, 2014. 665 с.
2. Ремонт машин та обладнання: підручник / В.І. Дирда та ін. Дніпропетровськ, 2015. 292 с.
3. Дашивець Г.І., Новик О.Ю., В'юнник О.В. Організація технологічних процесів ремонту машин та обладнання в майстернях підприємств АПК: Навчально-методичний посібник до курсового проектування з дисципліни «Ремонт машин та обладнання». Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020. 64 с.
4. Дивак М.П. Методичний посібник з дисципліни «Системний аналіз». Тернопіль. 2004. 136 с.
5. Федоров М.В. Хренов О.М. Системний аналіз: Конспект лекцій для студентів 2 курсу денної та 1 курсу прискореної форми навчання освітнього рівня «бакалавр», Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2018. 62 с.

УДК 621.8

ЗАГАЛЬНІ ТЕНДЕНЦІЇ РЕМОНТУ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДЛЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

Молибог І.А., студ.,

Бондарев С.Г., к.т.н., доц.

Юрченко О.Ю., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Ремонт двигунів внутрішнього згорання супроводжується великою кількістю випадків, коли заміна зношених частин є неминучою, а їх ціна досить високою. Прикладом цьому є колінчасті вали двигунів внутрішнього згорання. Після калькациклічного терміну ремонтів, серед яких розточення колінчастого валу від номінального першого ремонту і до останнього ремонтного, колінчастий вал стає в недопуску до користування через відсутність «тіла» для розточування.

Як наслідок з вище сказаного, виникає потреба в заміні колінчастих валів або їх реставрації спеціальними методами, ефективність і надійність яких набуває важливого сьгодні значення для власників техніки з тими чи іншими двигунами внутрішнього згорання.

Основні матеріали дослідження. Процес реставрації колінчастого валу описаний кількома різними способами в великій кількості літератури. Однак, теоретичні дані не завжди могли б бути підтвердженими на практиці. Якщо брати до уваги двигуни марки ЯМЗ, де вимоги до мащення є досить високими, то і технологія в ремонті має бути витриманою максимально можливо наскільки спроможна організація, що здійснює надання послуг з реставрації колінвалів.

З іншого боку, практична цінність існуючих технологій дає можливість повторного використання колінчастого валу, а не ого заміни. Важливими аспектами в цьому є:

- економічна ефективність з точки зору менших затрат на реставрацію колінчастого валу, порівнюючи із дійсними цінами на закупку нових запасних частин;

- зменшення негативного впливу на навколишнє середовище з точки зору металургії, а саме, - переробки відпрацьованих колінчастих валів (їх переплавлення) і, як наслідок, шкідливих викидів в навколишнє середовище від такого процесу;

- розвиток технологій ремонту обладнання.

У зв'язку з тим, що можливість реставрації колінчастих валів є, важливим питанням є надійність прийнятих технологічних рішень щодо реставрації існуючих відпрацьованих колінчастих валів для двигунів.

Як показує практика, реставрація валів шляхом наплавлення є одним із найбільш дієвих способів відновлення валу по кільком причинам:

- відносно швидкий процес;
- відносно економічний варіант відновлення валу;
- є можливість накладання шару металу одразу через кілька розмірів.

Надійність таких рішень можна охарактеризувати за допомогою вимірів твердості отриманого шару, нанесеного на колінчастий вал, що був виробленим, і старої відпрацьованої поверхні на кожній з шийок (як корінних, так і шатунних) колінвала. Практика показує, що за повного дотримання норм щодо структури речовини, що наноситься на відпрацьовану поверхню, а саме, - флюсів, твердість отриманого шару складає показники, на 10 одиниць вищі за шкалою Роквелла, ніж показники старого покриття валу, поверхня якого є виробленою і непридатною для подальшого використання в двигуні внутрішнього згорання.

Висновки. Отже, серед багатьох способів ремонту обладнання можливими залишаються способи з його реставрації. Сьогодні, як ніколи до цього, це набуває особливо важливого значення. Пов'язано це із ціною політикою на запасні частини і, як би дивно не звучало в ХХІ столітті, - з якістю деталей, що не завжди відповідає нормам та вимогам техніки.

УДК 631.171.075.3

ОБГРУНТУВАННЯ ХАРАКТЕРУ РУЙНУВАНЬ СТІНОК ВОДЯНИХ СОРОЧОК БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛІВ

Журавель Д. П., д.т.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Стінки литих чавунних деталей зазвичай товщиною від 6 до 70 мм мають неоднакову міцність в поперечному перерізі через різні умови кристалізації. Міцність їх максимальна в поверхневому шарі, де метал внаслідок підвищеної швидкості охолодження, набуває дрібнокристалічну структуру, і де утворюються сприятливі для міцності залишкові напруги стиску. У поверхневому шарі чавунних виливків переважає перліт і цементит. Серцевина має крупнокристалічну будову з утворенням фериту і графіту. У ній нерідко утворюються дендритні кристали і виникають усадочні раковини. Останні іноді добре проглядаються при обробленні тріщин

перед заваркою стінок.

Поряд з ливарними в стінках водяної сорочки утворюються і експлуатаційні тріщини, але тільки не у внутрішніх, а переважній більшості вже в зовнішніх стінах, робочі напруги в яких відносно невеликі і складають зазвичай 8-10 МПа [1].

Характер руйнувань зовнішніх стінок водяних сорочок однозначно не виявлено, чи є він втомним або викликаний дією разових динамічних або статичних навантажень. При руйнуванні стінок водяних сорочок блок циліндрів (і двигун) миттєво переходить з придатного стану в непридатний. Подальша експлуатація такого виробу припиняється аж до проведення відповідних ремонтних впливів або вибракування. Розміри тріщин, через непрацездатність блоків циліндрів, залишаються незмінними. А це означає, що утворилися тріщини не мають ні зони втоми, зазвичай гладку і світлу і навіть блискучу як би з притертою поверхнею, ні зони долому (більш темну). Відсутність зон втоми і долому в зломі стінок не дозволяє по виду злomu встановити причину руйнування, судити про рівень їх напруженості і місце початку руйнування. Руйнування стінок зазвичай носять крихкий характер без явних ознак пластичної деформації і виникають миттєво і несподівано. Все це однозначно свідчить про значні труднощі у виявленні причин руйнувань стінок водяних сорочок двигунів.

Зазвичай вважають, що основною причиною руйнувань водяних сорочок є розморожування (розрив) стінок від повільно зростаючого статичного навантаження при перетворенні охолоджуючої рідини (води) в лід. Вода при замерзанні збільшується в об'ємі на 9% і тим самим розриває зазвичай зовнішню стінку водяної сорочки [2-4]. Діючі на стінку сили носять випадковий характер і залежать від багатьох факторів – температури навколишнього середовища, швидкості вітру, конструктивної жорсткості і ступеня захищеності деталі від переохолодження і від розморожування, тривалості замерзання і ін. В результаті виникаючі тріщини мають різні розміри і місце розташування.

До водяних сорочок блоків застосовують відомий принцип конструювання – нерівноміцності, при дотриманні принципу безпечного руйнування. В цьому випадку дефект повинен з'являтися насамперед у менш міцному елементі конструкції (заглушці – алюмінієвої, чавунної, латунної і ін.), руйнування якого не є критичним. Фактична реалізація цього принципу часто виявляється далекою від досконалості і на ділі часто доводиться бачити зруйновані дорогі вироби.

Згідно діючої технічної документації, чавунні блоки циліндрів дизелів ремонтують, якщо довжина тріщин в стінках водяної сорочки не перевищує 250 мм. Якщо ж розміри тріщин перевищують зазначені (не більше 250 мм), то блоки циліндрів вибраковують.

Важко виявити залежність між товщиною стінки і частотою її експлуатаційних руйнувань. І все ж, з аналізу руйнувань стінок водяних сорочок випливає висновок: чим товще стінки, тим менше руйнувань в блоці з довгими тріщинами. Тому, мабуть, у двигунів "Катерпіллер" товщина стінок блоків циліндрів підвищена в порівнянні з вітчизняними в середньому на 13%.

Крім руйнувань стінок водяних сорочок в блоках циліндрів практично всіх моделей двигунів зустрічаються тріщини зазвичай зовнішніх стінок центральних каналів масляної магістралі. Руйнування ці небезпечні тим, що призводять до капітального ремонту двигунів і подальшому при цьому вибракуванню блоків циліндрів, так як усіма нині діючими технічними вимогами передбачене їх вибракування при наявності тріщини в стінці масляної магістралі [5,6].

При дослідженнях руйнування стінок центральних масляних каналів з розгляду зазвичай опускаються, тому причини їх появи не досліджені, а технологія їх ремонту не розроблена. Як і по водяним сорочкам, руйнування стінок масляних каналів носять крихкий характер, виникають миттєво і несподівано. У зломі стінок відсутні зони втоми і доломіту. Довжина тріщин в стінках масляних каналів зазвичай становить 100-120 і досягає 150-170 мм. В поодиноких випадках стінки масляних каналів пошкоджуються через руйнування поршнів, шатунів і наступних за ними нижніх стінок блок-картера. Стінки центральних масляних каналів в блоках циліндрів не можуть бути розморожені, як, наприклад, водяні сорочки. Тріщини в стінках центральних масляних каналів не можуть утворюватися і від затоки холодного масла в розігрітій двигун. Отже, утворення тріщин в стінках центральних масляних каналів носить втомний характер, а це, в свою чергу, непрямим чином додатково підтверджує думку про те, що певна частина тріщин в стінках водяної сорочки втомленого походження. Таким чином основним шляхом ліквідації руйнувань стінок центральних масляних каналів в блоках циліндрів є конструктивний.

Виконаний аналіз дозволяє зробити висновок:

- стінки водяних сорочок є нерівноміцними, руйнуються у всіх моделях двигунів (зазвичай від 5 до 12%);
- тріщини в стінках водяної сорочки тракторних двигунів виникають, як правило, поодинокі (до 90-97%) і у 1-4% довгі (довжиною понад 250 мм);
- може служити підставою для подальшого вдосконалення конструкцій блоків циліндрів автотракторних двигунів;
- необхідно розробити технологію ремонту тріщин стінок центральних каналів масляної магістралі в блоках циліндрів;
- технологія ремонту стінок водяних сорочок блоків циліндрів потребує вдосконалення.

Список використаних джерел

1. Журавель Д.П. Обґрунтування перспективних напрямків оцінки ремонтпридатності блоків циліндрів двигунів мобільної техніки. MATERIALS of the III International Scientific and Practical Internet Conference “*The development of modern science and education: realities, problems of quality, innovations*” September 30, Запоріжжя 2022, С. 108–113.
2. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт блоків циліндрів з тріщинами верхніх перемичок. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 480–482.
3. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Дослідження руйнувань в корінних опорах двигунів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 491–493.
4. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт чавунних блоків з тріщинами водяних сорочок. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 514–516.
5. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
6. Сорваніді Ю.Г. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 157 с.

УДК 621.8

ПРОЦЕС РЕСТАВРАЦІЇ ШИЙОК КОЛІНЧАСТОГО ВАЛУ ШЛЯХОМ НАПЛАВЛЕННЯ

Молибог І.А., студ.,

Бондарев С.Г., к.т.н., доц.,

Юрченко О.Ю., ст. викл.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Сучасні методи ремонту колінчастих валів, загалом, спрямовані на розточення їх до ремонтних розмірів. Першими з них є Н2 та Р1, тобто номінал другий та ремонтний перший. Згодом, це перетворюється в циклічність до розточування до останнього ремонту. Іноді, така циклічність порушується через необхідність розточення валу через кілька ремонтів одразу. Однак, за

досягнення останнього ремонту і, тим більше, зносу поверхонь шийок при ньому, актуальним питанням є заміна колінчастого валу.

З точки зору економічних затрат цей процес є досить дорогим. Однак, опції у вигляді можливості реставрації валу шляхом наплавлення дають можливість зекономити у кілька разів кошти та, одночасно, повторно використовувати вал.

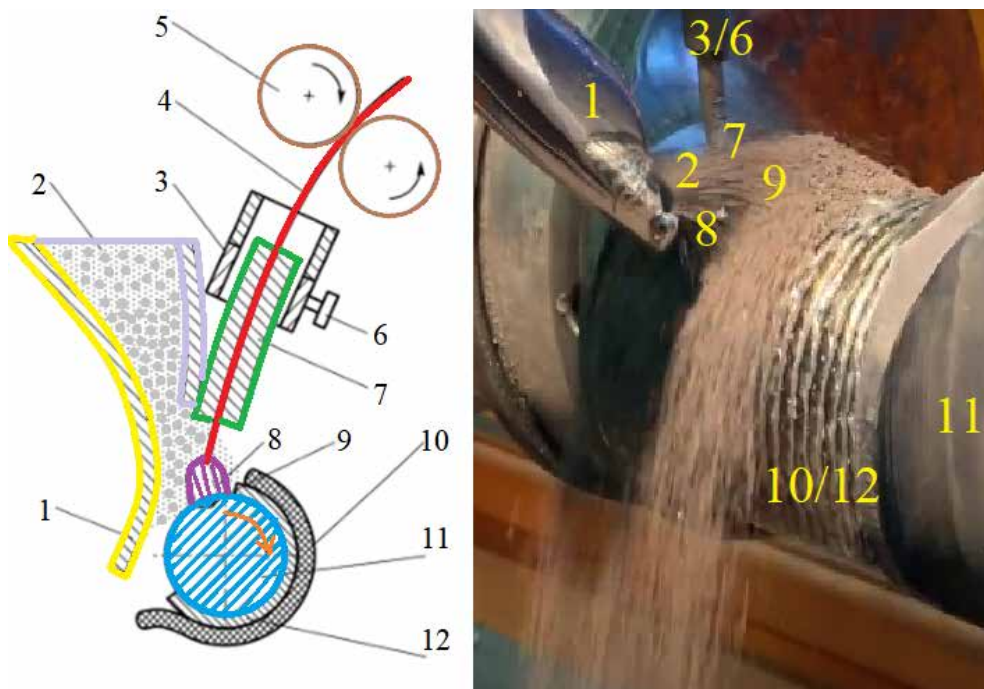
Основні матеріали дослідження. Наплавлення шийок колінчастого валу є відносно складним процесом з точки зору вимог, що висуваються до нього. А це:

- напруга;
- сила струму зварювання;
- частота обертання патрона верстату і валу у ньому;
- товщина нанесеного за один оберт валу покриття тощо.

Однак, за правильного і якісного підбору складових частин, у тому числі, і матеріалів для виконання такої операції, можливість реставрації валу є.

Відповідним чином відбувається покращення стану не лише безпосередньо шийок колінчастого валу. Разом із цим, досягається підвищення надійності окремих частин двигуна внутрішнього згорання – колінчастого валу.

З рахунок додаткових вимірювань за шкалою Роквелла, показники нанесеного шару металу на колінчастий вал, порівнюючи із поверхнею, що була вироблена, складають показник, що на 10 одиниць вищий.



1 - бункер; 2 - флюс; 3 - мундштук; 4 - електродний дріт; 5 - подаючий ролик; 6 - затискач мундштука; 7 - змінний наконечник; 8 - електрична дуга; 9 - зварювальна ванна, 10 - кірка застиглого флюсу; 11 – колінчастий вал; 12 - наплавлений метал

Рис. 1. Процес наплавлення шийок колінчастого валу.

Висновки. Отже, дана опція є ефективною не лише з точки зору економії коштів, а із точки зору підвищення надійності окремих частин ДВЗ автомобіля.

УДК 620.22:669.141.24

ЛАЗЕРНА ТЕХНОЛОГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,
Іващенко С.В.¹, інж.,
Лісовський Л.В.¹, інж.,
Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс України представляє собою важливу галузь економіки держави, котрий має стратегічне значення для забезпечення сталого розвитку суспільства, має мультиплікативний ефект для розвитку національної економіки, і при цьому представляє виключно, у порівнянні з іншими секторами, соціальне значення. Одним з найважливіших напрямків даної галузі являється сільськогосподарське машинобудування, котре повинно задовольняти жорстким вимогам, що постають перед працездатністю і продуктивністю готового обладнання.

Більше 70% випадків виходу з ладу машин і механізмів являються наслідками зносу тертьових поверхонь деталей на глибину 0,3...0,5 мм, причому відношення площі цих поверхонь до загальної площі деталей значно менше одиниці. Локальне зміцнення деталі за допомогою лазерного променя дозволяє ефективно вирішувати низку виробничих завдань, забезпечуючи переваги у порівнянні з традиційними технологіями за критерієм «ціна – якість».

Основні матеріали дослідження. У більшості випадків проблема катастрофічного зносу постає від того, що поверхня деталі зазнає контактних навантажень, втоми і корозійних пошкоджень. У зв'язку з цим на сучасному етапі розвитку техніки і технології, зростаюча увага приділяється питанням інженерії поверхні, що припускає розробку та отримання нових матеріалів з заданими наперед властивостями. Завдання створення металевих матеріалів з якісно новими

властивостями, звично вирішують на основі структурно-енергетичного підходу, що об'єднує принципи формування хімічного складу матеріалу, а потім шляхом розробки технологічних процесів його зміцнювальної обробки.

Зростає випуск машин і обладнання, створюються нові зразки техніки, що працюють у важких умовах технічної експлуатації. Техніка безперервно стає більш складною, до її деталей пред'являються підвищені вимоги за якістю, зносостійкості, корозійної стійкості, терміну служби. Використання лазерних технологій для підвищення ресурсу деталей машин має великі можливості, і дозволяє успішно вирішувати низку проблем. Лазерний промінь як технологічний інструмент, завдяки своїм унікальним характеристикам, насамперед всього високої інтенсивності і монохроматичності, можливості досягнення високих значень потужності та щільності потоку енергії, відрізняється від відомих технологічних засобів зміцнення поверхонь.

Основні показники технології лазерного поверхневого зміцнення для активного широкомасштабного його використання:

Співвідношення «ціна – якість»; підвищення терміну служби деталей за рахунок радикального, у 2-6 разів підвищення зносостійкості, зміцнених на глибину до 0,8...1,5 мм поверхонь досягається вартістю зміцнення, що не перевищує 10-15% вартості незміцнених деталей;

Зміцнення та підвищення зносостійкості поверхонь відбувається без порушення макро і мікрогеометрії деталі, відсутня необхідність виконання будь яких трудомістких підготовчих або заключних доводочних робіт;

Відсутність проблем міцності зв'язку (адгезії) зміцненого шару з основою, що важливо, наприклад, при використанні технології напилювання;

Оперативність виконання робіт, тому що зміцнюються локально відповідно програмі тільки швидкозношуваних поверхонь, а не вся деталь.

Можливість зміцнення і модифікування поверхонь широкою номенклатури матеріалів з підвищенням їх експлуатаційних характеристик, що дозволяє у багатьох випадках замінити дорого вартісні, складно леговані матеріали на більш дешеві та доступні, з наданням їм потрібних експлуатаційних характеристик.

Можливість додаткового підвищення зносостійкості відновлених ремонтним наплавленням поверхонь після їх механічної обробки у креслярські розміри.

Лазерне зміцнення ножів і молотків (матеріали сталь 45, 65Г) для подрібнення комбікормів здійснювали на установці «Квант-16», і на газовому лазері CO₂ «Лотос-31». Глибина зміцнення складала 0,5...0,6 мм. Першими установками для поверхневої обробки матеріалів використовувались лазери імпульсної дії. Але лазерні установки

імпульсної дії характеризуються малою середньою потужністю, тому їх використання доцільне для обробки деталей невеликих розмірів. Протягом багатьох років CO_2 - лазер безперервної дії є самим потужним серед коли-небудь розроблених промислових лазерів.

Йому надається перевага у процесах зварювання, різання, термозміцнення. Потужність безперервних CO_2 - лазерів може досягати сотні кіловат, що дозволяє значно підвищити продуктивність обробки. У цих лазерах, у якості активного середовища використовували суміш газів CO_2 , He, N_2 . Довжина хвилі генеруючого випромінювання – 10,6 мкм. Вони здатні працювати у імпульсному та безперервному режимах, мають високу просторову когерентність і промисловий ККД, що дорівнює приблизно 10-15%. Причому, вартість CO_2 лазерів на протязі двох останніх десятиліть, декілька зменшилася, вартість використовуваних газів невисока, характеристики стабільні. Лазери легкі у керуванні та безпечні за дотримання правил експлуатації. Також для оплавлення композиційних покриттів при розробці технології зміцнення треба використовувати лазерні установки безперервної дії ЛГН – 702 потужністю 800 Вт і Комета – 2, потужністю 1200 Вт.

У сучасному лазерному технологічному обладнанні по обробці матеріалів, в основному на сьогодні використовуються потужні газові і волоконні лазери, успішно, замість лазерів Nd – YAG. Використання лазерного випромінювання, як локального висококонцентрованого джерела інфрачервоного кольору відкриває широкі можливості при модифікуванні структури та властивостей поверхневих шарів металевих матеріалів. Крім локальності, перевагами лазерної обробки являється можливість безперервного управління процесом: глибина нагрівання зменшується зі зростанням інтенсивності лазерного випромінювання, тому що при цьому відбувається більше швидке нагрівання поверхні тертя, за малої щільності потоку і тривалого часу зовнішнього опромінення, утворюється значна термодифузія в основний метал, а утворений температурний градієнт, недостатній для швидкого охолодження поверхневого шару, котре необхідне для отримання твердої структури.

Лазерна обробка являється одним з методів отримання покриттів, що підвищують їх міцність зчеплення з основою, з мінімальним об'ємним розігріванням деталі та високою локальністю процесу зміцнення. На сьогодні створено лазерні комплекси декількох модифікацій з багатоканальними випромінювачами [1,2,3]. Однопроменеві лазери з гаусовим розподіленням енергії у промені, не дають рівномірності глибини та розподілення мікротвердості ділянки зміцнення, без використання спеціальної складної оптичної системи. Якість випромінювання зв'язане з просторовим розподіленням інтенсивності випромінювання у плямі та її геометрії.

Від геометрії лазерної плями на виході з лазера, і у фокусі лінзи, а також просторового розподілення інтенсивності світла у цій плямі безпосередньо залежить нагрівання поверхні матеріалу і, і як наслідок, ефективність його плавлення та видалення розплаву від ділянки зміцнення. Очевидно переваги зміцнення поверхонь тертя багатоканальним лазером, тому що у міру спрацювання поверхневих шарів матеріалу, зменшення ширини доріжки зміцнення відбувається з меншою швидкістю. Крім того, використання багатопробієвих лазерів дозволяє отримувати більш високу рівномірність глибини зміцнення, обробляти поверхні з меншою кількістю доріжок за рахунок зменшення коефіцієнту перекриття. Зменшується час і вартість обробки, зростає продуктивність. На рис.1 наведено приклад практичного зміцнення деталей машин різного функціонального призначення: лазерне термозміцнення крайок статора і ротору подрібнювача для виробництва комбікормів.

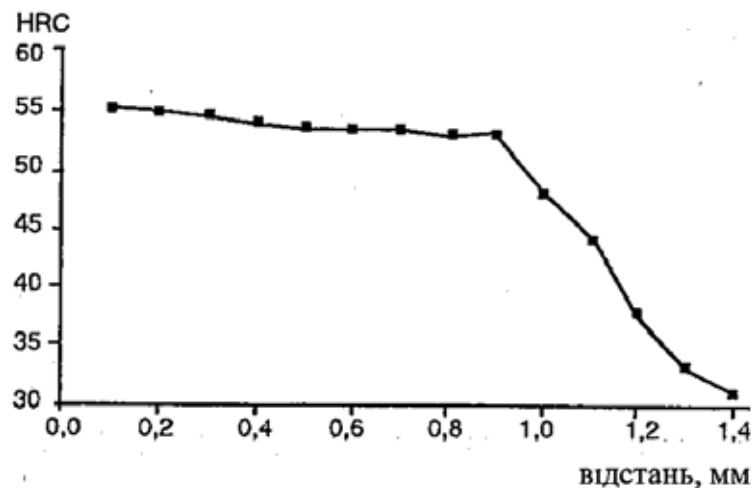


Рис. 1. Лазерне термозміцнення крайок статора і ротора обладнання для виробництва комбікормів. Твердість після зміцнення 55...56 HRC.

За розробленими технологіями на спеціалізованих лазерних комплексах, за останні роки вже зміцнили декілька тисяч деталей для підприємств різних галузей. Зміцнені деталі можуть бути різної складності з розмірами від десятків міліметрів до двох метрів і більше, масою від сотень грамів до двох тон. Глибина зміцнення залежить від потрібних властивостей конкретної деталі і може змінюватися від 30...50 мкм до 1,2... 1,5 мм. Лазерне гартування призводить до підвищення твердості, дисперсності структури та зростання зносостійкості у 2-6 разів.

Лазерне зміцнення ріжучого інструменту зі швидкоріжучих та легованих сталей здійснюється імпульсним випроміненням робочих крайок інструменту на лазерній технологічній установці. Зміцнений шар має дисперсну аустенітну -мартенситну структуру, в результаті на

поверхні утворюється шар товщиною 60...80 мкм та мікротвердістю 1100-1200 Н/мм².

Висновки. Лазерна технологія термозміцнення може бути ефективно використана:

у системі залізничного транспорту для обробки надресорних балок, бічних рам, колісних пар, авто зчіпок, різних валів;

у галузі виробництва, ремонту та експлуатації сільськогосподарської техніки для збільшення терміну служби робочих органів ґрунтообробної техніки (дисків борін, плужних лемішів, ножів культиватора). Асортимент виробів охоплює всю програму деталей, близько 10 тисяч видів, що швидко зношуються, для всіх сучасних сільськогосподарських машин та ґрунтообробної техніки;

в оборонній промисловості, зокрема, для підвищення ресурсу стволів артилерійських установок.

Список використаних джерел

1. Elmer J.W., Hochanadel P.W., Lachenberg K., Caristan C. and T. Webber High Electron, Beam and Laser Beam Welding ASM Handbook, Volume 6A, Welding Fundamentals and Processes, T. Siewert, S. Babu, and V. Acoff, editors.

2. Технология формирования износостойких покрытий на железной основе методами лазерной обработки / О.Г. Девойно и др. Минск: БНТУ, 2020. 280 с.

3. Огов В.И., Афанасьева Л.Е., Новоселова М.В. Особенности формирования структуры и микрогеометрии поверхности лазерных наплавов с использованием многоканального CO₂ лазера // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. №11. С.19–22.

УДК 631.171.075.3

АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ ПРОБОЇН СТІНОК БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛІВ

Журавель Д. П., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Блок циліндрів, будучи несучим виробом, не тільки координує точність взаємного розташування майже всіх деталей, що з'єднуються і механізмів в статистиці і забезпечує їх правильну взаємодію в динаміці, але і служить "гамівною сорочкою" для тих з них, які в тій чи іншій мірі схильні до руйнувань. Руйнування стінок картера призводять до передчасного, капітального ремонту або навіть списання двигунів, а

значить, і великим матеріальним втратам. До деталей, що піддаються руйнуванням при експлуатації двигунів, в першу чергу слід віднести: клапана, поршні, шатуни і їх болти, колінчасті вали, поршневі кільця, гільзи циліндрів. Не всяке руйнування будь-якої деталі призводить до пробоїн в стінці блоку. Найчастіше це відбувається в результаті заклинювання шатуна на шийці валу з подальшим руйнуванням поршнів, гільз і завершується ударами в стінку і її пробою. Те ж може спостерігатися при руйнуванні поршня, його заклинювання або зламі колінчастого валу і обриві його противаги [1,2].

Пробоїни стінок розташовуються в нижній частині картера. Їх можна розділити на два характерних види – великогабаритні і малогабаритні. До великогабаритних слід віднести пробоїни, що поширюються від однієї поперечної перегородки блоку до іншої, або пробоїни з виходом руйнувань на оброблену площину, наприклад, що сполучається з піддоном картера. Малогабаритні пробоїни найчастіше мають розміри від 50x50 до 100x100 мм. Пробоїни стінок блоків розташовуються в площині гойдання шатуна, який отримав пошкодження.

Великогабаритні пробоїни мають "рвані краї" стінок, з можливим відгалуженням від них тріщин. Блоки циліндрів, які отримали великогабаритні пробоїни, зазвичай відносять до неремонтопридатних і вибраковують в металобрухт. Якщо в блоках пробоїни захоплюють поперечні перегородки або масляні канали, то їх також вибраковують. Вироби з малогабаритними пробоїнами стінок заводи і майстерні піддають ремонту, прагнучи надати пошкодженим стінок блоків достатні міцність і жорсткість.

Питання міцності і жорсткості деталей двигунів, особливо відремонтованих, придбали першорядне значення, тому їм приділяється головна увага. Аварійні руйнування стінок блоків слід розглядати не як випадкові поодинокі явища, а як закономірний концентрований прояв слабких місць конструктивного, технологічного та експлуатаційного характерів.

Питання можливого списання двигунів або ремонту їх блоків циліндрів з аварійними пробоїнами стінок повинні вирішуватися в кожному окремо взятому випадку індивідуально. Тому видача однозначних рішень з цього питання неправомірна. Деякі моторні заводи рекомендують бракувати блоки циліндрів V-образних двигунів ЯМЗ при будь-яких аварійних пробоїнах стінок. Насправді ж блоки циліндрів тракторних та ін. типів двигунів, які отримали пробоїни стінок невеликих розмірів протягом більш ніж 4-х десятиліть піддаються ремонту. Відомостей про ненадійну роботу таких блоків в літературі не відзначається.

Блоки циліндрів двигунів виготовляються з сірого чавуну або алюмінієвих сплавів зі вставними чавунними гільзами. Основні дефекти блоків - це знос гнізд під вкладиші, корінних підшипників і

отворів під втулки розподільного вала, отворів під штовхачем або втулки штовхачів; утворення тріщин різного розміру і розташування, пробоїн в стінках сорочки охолодження і картері; знос і деформація посадочних отворів під гільзи; обломи шпильок; знос і зрив різьби в отворах; викривлення площини прилягання головки циліндрів [3,4].

Блоки циліндрів двигунів є дорогими, металомісткими, дефіцитними виробами, що визначають довговічність, ресурс і індивідуальність двигунів. Вони в переважній своїй більшості довговічні, проте мають перелік поломок, які спричиняють їх вихід з ладу та передчасне списання.

Список використаних джерел.

1. Журавель Д.П. Обґрунтування перспективних напрямків оцінки ремонтпридатності блоків циліндрів двигунів мобільної техніки. MATERIALS of the III International Scientific and Practical Internet Conference “*The development of modern science and education: realities, problems of quality, innovations*” September 30, Запоріжжя 2022, С. 108–113.

2. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт блоків циліндрів з тріщинами верхніх перемичок. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 480–482.

3. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Дослідження руйнувань в корінних опорах двигунів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 491–493.

4. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт чавунних блоків з тріщинами водяних сорочок. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 514–516.

УДК 631.173.631.312:621.791.75

ІННОВАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІЦНЕННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,

Іващенко С.В.¹, інж.,

Лісовський Л.В.¹, інж.,

Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і

природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.

Постановка проблеми. Різання ґрунту та рослин являється розповсюдженою технологічною операцією у сільськогосподарському виробництві: полицева і безполицева оранки, культивація, боронування, луцення, дискування, чизелювання, скошування трав, подрібнення силосу, збирання зернових і технічних культур, всі ці операції складають не менше 70% всього об'єму механізованих робіт. При взаємодії з ґрунтом робочі органи ґрунтообробних і посівних машин зазнають інтенсивного абразивного спрацювання. Спрацювання деталей і робочих органів має, як правило, абразивний характер при порівняно високій інтенсивності та призводить до суттєвої зміни їх розмірів і форми. В процесі експлуатації сільськогосподарської техніки робочі поверхні зазнають нерівномірного зношування, що зменшує ресурс деталей, і зростають витрати на їх заміну та відновлення, так, наприклад, наробіток на відмову долотоподібних лемішів П-702 (ПНЧС) складає від 5 до 20 га, грудин відвалів – від 10 до 100 га, крил відвалу – від 40 до 270 га, польових дощок – від 20 до 60 га, а лап культиваторів – від 7 до 18 га [1]. У зв'язку з цим, розробка матеріалів підвищеної зносостійкості та нових інноваційних технологій зміцнення робочих органів являється на сьогодні актуальною задачею.

Основні матеріали досліджень. Проблема підвищення довговічності лемішів плугів, лап культиваторів зв'язана зі специфічними умовами їх експлуатації і багатьма порушеннями технологічного процесу при їх виготовленні, котрі призводять до величезних масштабів випуску (млн. штук) та незначного ресурсу (5-10 га в умовах півдня України). Аналіз матеріалів лемішів, лап культиваторів та інших деталей ґрунтообробних знарядь, що випускаються ведучими закордонними підприємствами (Lemken, Frank – Німеччина; Kverneland – Норвегія; Gregoire-Besson – Франція; Vogel:Noot – Австрія та інші країни), показав, що в їх виробництві використовують мало- і середньо вуглецеві боромісткі леговані та високолеговані сталі з поверхневою твердістю 49-56 HRC [2]. В умовах спаду виробництва і обмежених оборотних коштів сільськогосподарські підприємства при ремонті і технічному сервісі віддають перевагу ресурсозберігаючим інноваційним технологіям, до яких можна віднести дугове крапкове зварювання і наплавлення порошковим дротом-плавким електродом.

Вдосконалення технічного сервісу ґрунтообробних машин і підвищення їх довговічності та зносостійкості шляхом крапкового зміцнення їх робочих органів, що забезпечує ефект самозагострювання та утворення при технічній експлуатації пилкоподібного профілю,

забезпечуючи ефективне виконання технологічної операції різання за спрацьованих лезах.

Відомо, що основними критеріями працездатності леміша плугу, що визначають їх ресурс, є абразивно – ударний знос леза та зменшення товщини леза в процесі експлуатації. При абразивному спрацюванні часто спостерігаються окислювальні процеси. (рис.1). В польових умовах найбільш ефективно використання самозахисного порошкового дроту. Технічний сервіс здійснюємо шляхом крапкового зміцнення та відновлення на прикладі польової дошки (рис.2а) використовуючи самозахисні порошкові дроти марки ПП-Нп80Х20РЗТ-С (ПП-АН170) – твердість поверхневого шару HRC 58-67; ПП-Нп150Х15РЗТ2-С (ПП-АН170М) – твердість поверхні HRC 50-58. Зварний струм чинить найбільший вплив на формування крапки зміцнення. Геометрична форма крапки зміцнення має вигляд сферичного сектору [3,4].

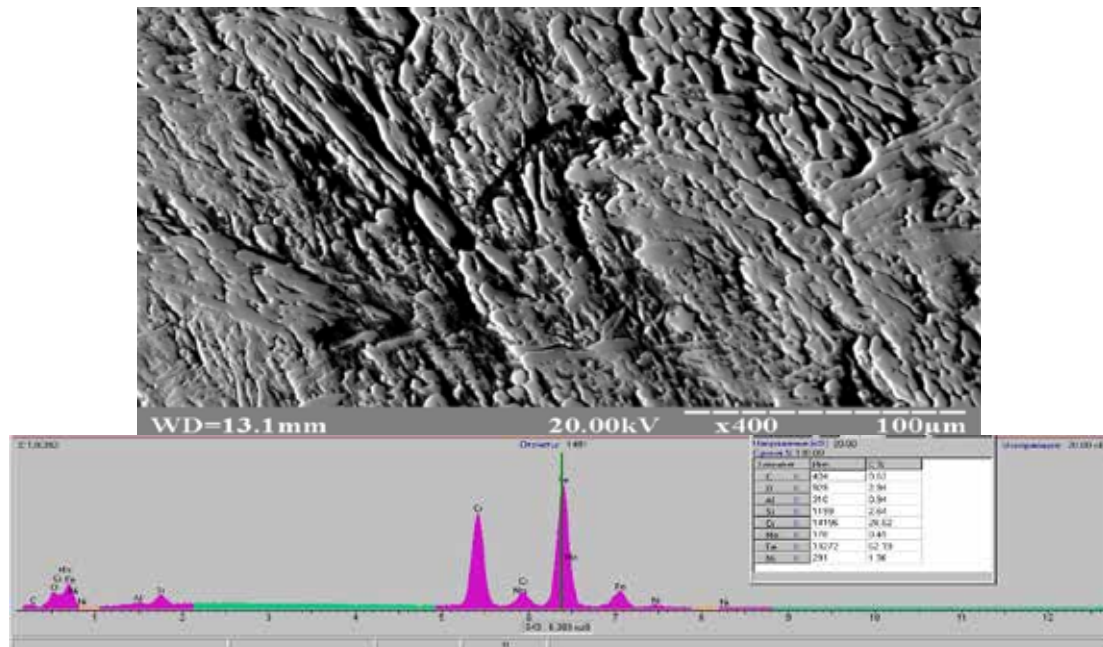
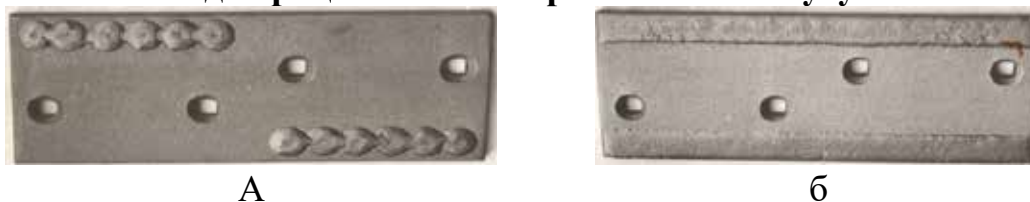


Рис. 1. Вид спрацьованої поверхні леміша плугу



а-крапкове зміцнення (дугове крапкове зварювання самозахисними порошковими дротами; б-індукційне наплавлення твердим сплавом ПГ-С27.

Рис. 2. Польова дошка

Для фермерських господарств, як споживачів робочих органів сільськогосподарської техніки, найбільша перевага – варіант самостійного їх відновлення. Крапкове зміцнення – наплавлення плавкими електродами являється найбільш простим та

розповсюдженим методом нанесення зносостійкого покриття на робочу поверхню, причому виконання таких відновлювальних робіт не потребує спеціального або дорого вартісного обладнання. Польова дошка і грудина відвалу – деталі, що забезпечують сталу оранку за рахунок формування відвального шару та прямолінійного руху корпусу.

Висновки. Крапкове зміцнення у порівнянні з індукційним наплавленням та закордонними аналогами підвищує зносостійкість робочих органів у 1,5-2 рази. Вдосконалено технологію крапкового зміцнення (дугового точкового зварення) ДТЗ, що дозволяє зменшити на порядок витрати електроенергії за рахунок зменшення тривалості зміцнення поверхні тертя робочого органу.

Для деталей і робочих органів сільськогосподарської техніки розроблена і апробована технологія локального зміцнення спрацьованих робочих крайок. Наплавлені ділянки представляють собою конуси проплавлення у основному металі з виходом основи конусу на лицьову сторону деталі. Дільниці наплавлення виступають над поверхнею лицьової сторони деталі на величину 1...3 мм, і проникають у основний метал на глибину 4...6 мм, утворюючи на поверхні лицьової сторони деталі твердосплавну крапку діаметром 18...25 мм і твердістю HRC 60...66.

Список використаних джерел

1. Новиков В.С. Упрочнение рабочих органов почвообрабатывающих машин. Монография. ФГБОУ ВПО МГАУ им. В.П.Горячкина М.: 2013. 112с.
2. Миронов Д.А. Прочностные и ресурсные характеристики почворезущих рабочих органов. Сельскохозяйственные машины и технологии. Том 13, №3. 2019. С 39–43.
3. Денисенко М.І., Рубльов В.І. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин з використанням точкового зміцнення. / Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Кіровоград.2011.Вип.24(2). С. 28–35.
Денисенко М., Опальчук А. Зношування та підвищення довговічності робочих органів сільськогосподарських машин. Вісник ТНТУ. Тернопіль.2011. Ч.2. С. 201–210.

УДК 621.891:631.31

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ПРИШВИДШЕНЕ ЗНОШУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Захаров А.В.¹, аспірант,
Рибалко І.М.¹, д.т.н., доц.,
Сайчук О.В.², д.т.н., проф.

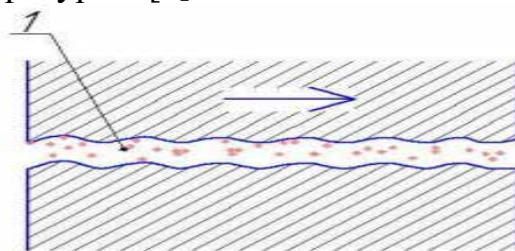
¹Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

²Харківський державний професійно-педагогічний фаховий коледж імені В.І. Вернадського м. Харків, Україна.

Найбільш навантаженими поверхнями культиватора та інших ґрунтообробних агрегатів є їх робочі механізми: у плуга – леміш, у культиватора – лапи, у борони – диски чи зубці тощо. Причиною їхнього передчасного виходу з ладу є в основному прискорене абразивне зношування, викликане взаємодією з твердими (HV 8-11 ГПа) частинками, що містяться в ґрунті. При цьому метал зазнає багаторазових пластичних деформацій, що призводить до його втомного руйнування [1].

Слово «абразив» (від латинського *abradere*, що означає «зішкрібати, збривати, зішкрібати») не описує ріжучу дію частинок; скоріше, цей термін відповідає латинською мовою поняттю «тертя». Отже, поняття абразивного зношування – це зношування, яке виникає, коли частинки твердої речовини потрапляють між поверхнями тіла тертя, викликаючи зношування цих поверхонь внаслідок різання або дряпання (рис. 1) [2].

Нерівномірне зношування ріжучих кромek та інших поверхонь робочого механізму культиватора потребує зміцнення та ремонту. Необхідність підвищення зносостійкості ґрунтових ріжучих органів зумовлена специфікою умов їх експлуатації, що призводить до незначних ресурсів. Заходи зі зміцнення таких деталей здійснюються до і в період експлуатації (відновлення). Ці заходи в першу чергу спрямовані на подовження терміну служби робочого механізму ґрунтообробного агрегату при обслуговуванні та максимальне використання його ресурсів [3].



1 – частинки твердої речовини (абразивні частинки)

Рис. 1. Модель абразивного зношування робочих органів

Для отримання зміцненої поверхні з оптимальними параметрами важливо визначити найбільш зношені частини робочого органу. Для цього необхідно проаналізувати закономірності процесу його зношування в абразивному середовищі та оцінити вплив на ці процеси різних факторів [4].

Встановлено, що процес взаємодії робочого органу культиватора з ґрунтово-абразивним середовищем під час його руху характеризується взаємодією ґрунтового абразиву на клині з плоскою або криволінійною робочою поверхнею. Отже, зниження інтенсивності абразивного зношування культиваторної лапи досягається підвищенням її поверхневої твердості.

Робочі органи культиватора виготовлені з середньовуглецевої та високовуглецевої сталі твердістю HRC 55...60 (6,0...8,0 ГПа) у загартованому стані. Відомо, що залежно від типу (глинисті, суглинні, піщані, супіщані) ґрунти містять від 35 до 77% абразивної фракції – польового шпату, граніту, кварцу. Його твердість становить 7,2 - 11,0 ГПа, тому твердість поверхні серійного робочого органу недостатня для забезпечення його високої зносостійкості. [5]

Результати досліджень показують, що зношування в абразивному середовищі залежить від великої кількості сукупно діючих чинників і комплексно - пов'язаних між собою робочих і службових параметрів. Складність оцінки міцності та процесу зношування робочих органів зумовлена безперервно мінливими умовами експлуатації, силами тертя, неоднорідністю абразивного середовища, складністю динамічних навантажень, характером поверхневого контактування частинок і навантажень.

Зношування робочих органів сільськогосподарської техніки визначається за узагальненим рівнянням:

$$\Delta I = f(p, S, L, m, H, g), \quad (1)$$

де p – тиск абразиву,
 S – площа тертя,
 L – шлях тертя,
 H – твердість металу,
 g – об'ємна вага металу.

У своїх дослідженнях В. Тон сформулював величини зносу пропорційного навантаженню стосовно абразивного зносу. Це здається логічним, оскільки в умовах пластичного контакту справжня площа торкання пропорційна навантаженню, а знос відбувається на цій площі.

Можна було припустити, що в умовах пружного контакту площа торкання буде пропорційна навантаженню в ступені, меншому за одиницю, наприклад, для одичної сфери, або хоча б близька до одиниці за рахунок множинності пружних контактів. Однак виявилось, що знос пропорційний навантаженню в ступені, що значно перевищує

одиницю [6].

Б. Саар, досліджуючи експериментальними методами знос сталей під час тертя їх по абразиву, довів, що для закріплення абразиву знос пропорційний навантаженню в першому ступені, тоді як для абразивної маси піску показник ступені виявився в межах 2-3. Дослідження проводилися з алюмінієвими сплавами під час тертя їх по сталі, причому у всіх випадках мала місце залежність [7].

$$I = Aq^n, \quad (2)$$

де A - коефіцієнт пропорційності;

q^n - питоме навантаження, $n > 1$.

У таблиці 1 наведено відповідні експериментальні дані.

Таблиця 1

Значення питомого навантаження і коефіцієнта пропорційності при зношуванні в масі суглинистих ґрунтів притаманних східним областям України.

Матеріал зразка	Твердість (H) кг/мм ²	Питома навантаження (q^n)	Коефіцієнт пропорційності (A)
Ферохром (ФХ-800) та детонаційна шихта на Сталь 45	140	2,07	17,4
Ферохром (ФХ-800) та флюс АНФ-29 на Сталь 45	177	2,14	9,7
Високохромистий чавун та детонаційна шихта на Сталь 45	392	2,37	4,7
Наплавка детонаційної шихти на сталь 45	577	2,72	4,9
Наплавка хрому та нікелю з карбідом ніобію на Сталь 45	923	3,21	4,1
Наплавка Cr C з графітом і Al ₂ O ₃ на Сталь 45	165	2,12	20,4
Наплавка порошку Fe та ZrO ₂ на Сталь 45	184	3,02	8,9
Наплавка дисперсійно тверднучої сталі на сталь 45	403	3,45	5,6

В.М. Ткачов, досліджуючи зношування культиваторних лап та лемішів плугів, встановив, що їхнє зношування пропорційне навантаженню у ступені більшій за одиницю.

Таким чином, результати цих та багатьох інших досліджень, які встановили, що зношування зростає пропорційно навантаженню в ступені більшої одиниці, очевидно, можна пояснити тим, що зношування визначається не тільки числом контактів, а й характером процесів, що протікають на контактах, причому характер цих процесів істотно залежить від тиску (навантаження).

Д. Арчард у своїх дослідженнях формулює більш детально залежність зносу на одиниці шляху від навантаження і твердості. Він міркує так. При шляху ковзання 1 см відбувається взаємодія деякої кількості контактів. Нехай r - радіус плями торкання. Зношуваний об'єм буде пропорційний r^3 , але знос відбудеться на шляху, пропорційному r . Зношуваний об'єм одного контакту на шляху r має бути пропорційний r^2 . Очевидно, що загальна кількість шляху контактів пропорційна фактичній площі тому знос на одиниці шляху для всіх контактів має бути пропорційним загальному навантаженню, поділеному на твердість. Експерименти показали, що коефіцієнт зносу змінюється від 10^{-2} до 10^{-7} .

Для багатьох матеріалів, що працюють у різних умовах тертя, було проведено детальні дослідження з визначення коефіцієнта зносу. В таблиці 2 наведено значення коефіцієнта зносу, отримані в умовах сухого тертя під час тертя торця циліндра діаметром 6 мм по кільцю діаметра 24 мм за швидкості 1,8 м/с і навантаження $400 \text{ Н} \cdot \text{кг}/\text{см}^2$.

Таблиця 2

Коефіцієнт зносу за Д. Арчардом

Тертя, крім обумовлених випадків, по загартованій інструментальній сталі	Коефіцієнт зносу К	Навантаження $10^{-6} \text{ Н} \cdot \text{кг}/\text{см}^2$
М'яка сталь по м'якій сталі	$7 \cdot 10^{-3}$	20,4
60/40 латунь	$6 \cdot 10^{-4}$	8,7
Тефлон (фторопласт)	$2,5 \cdot 10^{-5}$	0,7
70/30 латунь	$1,7 \cdot 10^{-4}$	7,2
Бронза берилієва	$3,7 \cdot 10^{-5}$	21,4
Загартована інструментальна сталь	$1,3 \cdot 10^{-4}$	90,3
Нержавіюча сталь феритна	$1,7 \cdot 10^{-5}$	27,2
Карбід вольфраму по м'якій сталі	$4 \cdot 10^{-6}$	19,7
Карбід вольфраму по карбиду вольфраму	$1 \cdot 10^{-1}$	145

Для абразивного зношування А.І. Рабіновичем отримано коефіцієнти зносу за різних умов тертя (гострий напилек – 0,1; новий абразивний папір - 0,01; заокруглені абразивні частинки – 0,001), які

наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Коефіцієнти зносу за А.І. Рабіновичем

Умови	Метал по металу		Неметал по неметалу
	Однорідні	Різномірні	
Сухі поверхні	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Бідна змазка	$2 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Середня змазка	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Рясна змазка	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$

Аналізуючи таблицю 3, видно, що коефіцієнт зносу має різне значення залежно від гостроти граней абразиву, тобто залежно від того, має місце різання, пластичне або пружне відтіснення металу. На інтенсивність і характер зношування робочих органів також впливає і вологість ґрунту. Наприклад, у разі збільшення вологості ґрунту зменшується його тиск на лезо, інтенсивність зношування несучого шару значно перевершує інтенсивність ріжучого шару і відбувається "перезаточування", а на сухих ґрунтах, навпаки, затуплення.

Висновки. Враховуючи вище сказані фактори, можна зробити певні висновки, що для ефективного обробітку ґрунту необхідно забезпечити міцність основного металу робочих органів ґрунтообробних машин не менше ніж 1500-1800 МПа, замість 600-900 МПа. Ударна в'язкість повинна відповідати значенням не менше 0,8-1,35 МДж/м². Ці дані необхідні для виключення деформацій і поломок виробів. Відносна зносостійкість основного металу в 2,5-3,0 рази повинна перевищувати цей показник порівняно з еталоном (сталь 45 у відпаленому стані). Тому забезпечення працездатності, підвищення ресурсу органів за оптимальних витрат на ремонт і відновлення можливе лише на основі виконання комплексу організаційних і технічних заходів.

У свою чергу, ресурс сучасних робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь значною мірою залежить від матеріалу заготовки, способу зміцнень, зусилля, що передається на поверхні, а також від структури та властивостей ґрунту. Тому, для отримання оптимального результату для зміцнень робочих органів, необхідно враховувати вплив перерахованих факторів.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. / О.І. Сідашенко, Т.С. Скобло, О.В. Тіхонов, та ін.; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. -2-е вид. перероб. доп. Х.: «Міськдрук», 2014. 741 с.

2. Телятников В.В. Способ восстановления и повышения свойств рабочей поверхности деталей / В.В. Телятников, А.В. Марков, А.В. Сайчук, И.Н. Рыбалко и др. // Информационно-аналитический

международный технический журнал «Промышленность в фокусе». – Харьков, 2014. №10 [22]. С. 56–57.

3. Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Романюк С.П. и др. Применение нано- технологий в машиностроении // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків, 2019. № 15. С. 19–30.

4. Skoblo T.S., Klochko O. Yu., Belkin E.L., Sidashenko A.I. New Approaches in Study of Inhomogeneity of Heterogeneous Structures// Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 2018, 40, No. 2, P. 255–280.

5. Захаров, А. В., Рибалко, І. М., Тіхонов, О. В., & Сайчук, О. В. (2023). Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету, 13(1).

6. Захаров, А. В., & Рибалко, І. М. (2023). Контроль якості наплавленого ЕШН металу. Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем, 113.

7. Skoblo T.S., Sidashenko A.I., Garkusha I.E., Taran V.S., Muratov R.M., Maltsev T.V. Optical-Mathematical Analysis of Structuration Modeling of Hardened Surfaces of Piston Rings during Operation // Metallofiz. Noveishie Tekhnol., 2019, 41, No. 3, P. 349–362.

УДК 631.171.075.3

АНАЛІЗ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИВАЛОЧНИХ ПЛОЩИН БЛОКІВ, СПОЛУЧЕНИХ З ГОЛОВКАМИ ЦИЛІНДРІВ

Журавель Д. П., д.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Блоки циліндрів, з метою стабілізації форми та взаємного розташування поверхонь на заводах-виробниках проходять штучне старіння. При тривалій експлуатації вони все ж таки піддаються жолобленню. Важливо знати: який ступінь їх деформацій, наскільки велика відмінність у деформаціях рядних і V-подібних блоків, чи слід обробляти привалочні площини блоків при капітальних ремонтах двигунів для гарантованого забезпечення надійності газового стику, чи калібрувати привалочні площини після заварювання тріщин на блоках.

Деформація верхньої плити блоків двигунів відбувається за рахунок її місцевого просідання навколо розточки під гільзи. Максимальне просідання верхньої плити блоків відбувається в зоні перемичок між циліндрами, зважаючи на їх знижену жорсткість в

порівнянні з жорсткістю плити в загалом. Отже, деформація привалочних площин блоків, що сполучаються з головками, відбувається через просідання перемичок між циліндрами, особливо середньої.

Заводи-виробники двигунів зазвичай жолоблення привалочних площин блоків під головки циліндрів призначають не більше 50 мкм на всій довжині, а при ремонті в 4 рази більшим. Допустима при капітальному ремонті величина жолоблення блоків перевищує фактичну в 2 рази, недостатньо обґрунтована і її рекомендується посилити до креслярської.

При заварюванні тріщин на стінках водяних сорочок (та інших місцях) довжиною 120-250 мм і більше, блоки циліндрів деформуються. Наприклад, щоб уникнути підвищених деформацій, ремонтні підприємства заварюють чавунні деталі з тріщинами зазвичай довжиною не більше 250 мм, що не можна визнати правомірним рішенням. Деформації площин V-подібних блоків циліндрів, що сполучаються з головками циліндрів не перевищують 100 мкм і однакові у лівого та правого рядів циліндрів.

Жолоблення верхньої плити блоків має місце в зоні перемичок між циліндрами і відбувається в основному через деформацію перемичок. Максимальне викривлення верхньої плити блоків спостерігається у зоні середньої перемички між циліндрами. Для зниження деформацій та зносів гільз та підвищення надійності газових стиків у відремонтованих двигунах привалочні площини блоків, що сполучаються з головками, рекомендується при ремонті калібрувати до неплоскостності, що не перевищує 50 мкм.

Жорсткість, міцність і зносостійкість як блоку циліндрів в цілому, так і його численних конструктивних елементів істотно впливають на ресурс і безвідмовність двигуна. Кожен слабкий елемент блоку може призводити до повної втрати його працездатності.

Тріщини виникають різних розмірів, їх може бути одна, дві, три в одному виробі з правого і з лівого боків блоків. Тріщини можуть бути наскрізні і ненаскрізні, довгі і короткі, допустимі і неприпустимі, доступні для заварки і недоступні, внутрішніх стінок і зовнішніх, втомні або від дії разових динамічних навантажень, навантажених або малонавантажених елементах блоків і ін. [1,2].

Дефект цей спостерігається протягом більш ніж 50 останніх років у всіх моделях автотракторних і комбайнових двигунів і став хронічним. Відповідно до чинної технічної документації, чавунні блоки циліндрів двигунів ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б і ін. ремонтують, якщо довжина тріщин не перевищує 150-250 мм. При наявності однієї, двох або трьох тріщин довжиною понад 200-250 мм блоки циліндрів зазвичай вибраковують. Обмеження на розмір тріщин, що підлягають ремонту введено через таких технологічних труднощів: заварки чавуну; забезпечення герметичності зварних швів через пори, раковин,

виникнення тріщин; механічної обробки через відбілювання чавуну і уникнення підвищеної деформації відремонтованих виробів [3,4].

Список використаних джерел

1. Журавель Д.П. Обґрунтування перспективних напрямків оцінки ремонтпридатності блоків циліндрів двигунів мобільної техніки. MATERIALS of the III International Scientific and Practical Internet Conference “The development of modern science and education: realities, problems of quality, innovations” September 30, Запоріжжя 2022, С. 108–113.

2. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт блоків циліндрів з тріщинами верхніх перемичок. *Технічне забезпечення інноваційних техноло-гій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 480–482.

3. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Дослідження руйнувань в корінних опорах двигунів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 491–493.

4. Алдошин А.С. Журавель Д.П. Ремонт чавунних блоків з тріщинами водяних сорочок. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференц. Мелітополь, 2021. С. 514–516.

УДК 631.174

РОЗРОБКА СПОСОБІВ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЮ ВЕЛИЧИНИ ВТРАТ ПАЛИВНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ

Савченко В.М., к.т.н.,

Савчук В.А., інж.,

Марусенко Д.Г. інж.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. У структурі собівартості продукції АПК близько 50 % – це витрати на експлуатацію машинно-тракторного парку (МТП), у структурі втрат від 5 до 10 % припадає на паливно-мастильні матеріали (ПММ). Отже, зниження витрат праці та коштів на забезпечення працездатності МТП є актуальним.

Упродовж багатьох років цю проблему вирішують за різними напрямками, один із них – зниження втрат на паливно-мастильні матеріали під час технічного обслуговування (ТО) тракторів. Втрати ПММ під час ТО тракторів – це витрати ПММ, які не передбачені

посібником з експлуатації, але можуть бути в разі відмови людинно-машинної системи. Вони призводять до додаткових витрат ПММ на ТО, витрат праці на усунення наслідків відмов, а також до втрат від простоїв тракторів під час усунення наслідків відмов.

Нині облік втрат ПММ під час ТО тракторів не проводиться, а їхня кількість невідома. Крім цього, у науково-технічній літературі відсутні дані, що регламентують втрати ПММ. Тому виникає необхідність контролю величини втрат ПММ, що спрямовано як на їх зниження, так і на поліпшення якості ТО.

Основні матеріали досліджень. Методика передбачає експериментальну перевірку на функціонування способів визначення кількості втрат паливно-мастильних матеріалів (ПММ) на екрані, а також перевірку та уточнення умов застосування цих способів (таблиця 1). Методикою також визначено склад ПММ, технічні засоби та вимоги до них, правила обліку та зберігання інформації.

Властивості об'єктів, що перевіряються, методи їх перевірки, а також критерії функціонування об'єктів – за таблицею 1.

Число контрольних точок – не менше восьми.

Повторність вимірювань і обсяг випробувань у кожній контрольній точці – не менше трьох.

Правило ухвалення рішень за результатами випробувань: рішення ухвалюють, якщо під час трьох випробувань отримано два однакові результати.

Ухвалення рішень (висновків щодо правильного або неправильного функціонування об'єктів, що перевіряються) - на підставі критеріїв функціонування (табл. 1).

Тепер перейдемо до опису властивостей функціонування об'єктів, що підлягають перевірці за таблицею 1. Контрольовані параметри і контрольні точки під час дослідження цих властивостей – за таблицею 2. При цьому слід мати на увазі, що в таблиці 1 наведено тільки такі властивості, під час дослідження яких потрібно кілька контрольних точок.

Умови перевірки – лабораторні, нормальні.

Ухвалення рішень (висновків щодо правильного або неправильного функціонування об'єктів, що перевіряються) – на підставі критеріїв функціонування (таблиця 1).

Додаткові пояснення та вимоги до таблиці 1.

Тривалість витримки плями або екрана (табл. 1) визначають для кожного способу, оскільки при цьому висуваються різні критерії функціонування.

При експериментальній перевірці способу визначення кількості ПММ на основі питомої маси матеріалу в плямі тривалість витримки плями знаходять за відсутністю ознак зростання плями – з а зміною її лінійного розміру в горизонтальному напрямку.

Таблиця 1

**Досліджувані властивості, методи їх перевірки та критерії
функціонування об'єкт**

Найменування властивостей, що підлягають перевірці	Методи перевірки	Критерії функціонування
1. Спосіб визначення кількості ТСМ за питомою масою матеріалу в плямі на екрані		
1.1 Тривалість витримки плями	Випробування, спостереження, вимірювання	Відсутність ознак зростання плями – збільшення її лінійних розмірів
1.2. Герметичність екрану	Випробування, спостереження	Протікання ПММ через екран не спостерігається
1.3. Можливість вимірювання площі плями після її витримки	Випробування, спостереження	Прилад не забруднюється ПММ, контур плями добре проглядається через нього
1.4. Похибка визначення питомої маси матеріалу в плямі	Випробування, спостереження, вимірювання	Відносна похибка – не більше $\pm 5 \%$
2. Спосіб визначення кількості ПММ за зміною маси екрану		
2.1. Тривалість витримки плями	Випробування, спостереження, вимірювання	Відсутність на плямі рідини, що не вбралася в екран
2.2. Герметичність екрану	Стандартна методика	Стандартна методика
2.3. Можливість зважування екрану на вагах	Випробування, спостереження	Екран після підготовки розміщується на вагах, що мають абсолютну похибку не більше 0,01 кг

Для цього витримують плями в часі, забезпечуючи рівну тривалість витримки. Після кожної витримки визначають вимірювальним приладом лінійний розмір плями в горизонтальному напрямку і зіставляють його з попереднім вимірюванням. Для цього прокреслюють названий напрямок олівцем по вимірювальному приладу, відмічають точки перетину країв плями з утвореною лінією і знаходять відстань між точками з точністю ± 1 мм. На завершення кожної наступної витримки аналогічним чином отримують нові точки, якщо вони можуть бути утворені за результатами зростання плями. Якщо результати трьох послідовних вимірювань однакові (відрізняються один від одного в межах ± 3 мм), то вважають, що ріст плями завершено, і за часом, з якого зафіксовано зупинку росту,

рахують тривалість витримки плями.

Матеріали ПММ, до яких відносяться: масло моторне марки М8Г2 або М8В2; паливо дизельне літнє марки Л-0,5-40 або зимове 3-0,5-мінус 35.

Вимоги до матеріалів: Моторне мастило та дизельне паливо експериментують за температури 18...22 °С.

Облік і зберігання інформації - здійснювалася у вигляді бази даних.

База даних являла собою таблицю 6, де кожен рядок, призначений для відображення інформації.

Методикою передбачено експериментальну перевірку методів визначення кількості ПММ на екрані, а також перевірку та уточнення умов застосування цих методів.

Тривалість витримки плями визначали за двома представленими вище видами ПММ.

Для цього наносили матеріал (за допомогою шприца) на аркуші знезоленого фільтра формату А0 – отримували плями різної конфігурації та через кожні 0,5 години робили їхній вимір в тому самому напрямі (фрагмент виміру лінійного розміру плями в горизонтальному напрямі показано на рис. 1).

Обсяг крапель відповідав контрольним точкам: 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 мл. При цьому загальний час витримки становив 1 год. Вимірювання проводили між контрольними точками, отриманими в результаті перетину ліній контуру плями (на малюнку 10 їх нанесено навколо плями) і горизонтальною лінією, обраною для вимірів цього параметра в горизонтальному напрямку.

Зазначені точки наносили на лініях контуру плями після закінчення 0,5 години витримки, після чого за допомогою вимірювального приладу здійснювали вимірювання відстані між цими точками, як показано на малюнку 10. Слід зазначити, що викладена методика вимірювань лінійного розміру плями прийнятна для дослідження плями, утвореної зі свіжого моторного мастила та дизельного палива.

Під час перевірки способу визначення кількості ПММ за зміною маси екрана тривалість витримки плями встановлюють за фактом відсутності на плямі рідини, що не вбралася в екран після заданої витримки за часом.

Похибку визначення питомої маси q_{Mi} i -того матеріалу в плямі визначали в такому порядку.

Таблиця 6

Контрольовані параметри та контрольні точки під час дослідження властивостей функціонування об'єктів

Контрольовані параметри	Одиниці виміру	Контрольні точки: об'єм ПММ у мл							
		4	8	12	16	20	24	28	32
1. Спосіб визначення кількості ПММ за питомою масою матеріалу в плямі на екрані									
1.1. Тривалість витримки плями									
1.1.1. Лінійний розмір плями в горизонтальному напрямку після витримки в год:	мм								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
1.2. Герметичність екрану									
1.2.1. Сліди ТСМ на другому шарі екрана спостерігаються (так) чи ні після закінчення часу, год.	Так або ні								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
1.3. Можливість вимірювання площі плями після її витримки									
1.3.1. Прилад не забруднюється ПММ (так) або забруднюється (ні)	Так або ні								
1.3.2. Контур плями добре проглядається через прилад (так) чи ні	Так або ні								

Продовження таблиці 1

1.3.3. Прилад формату А4 накриває площу плями (так) чи ні	Так або ні								
1.4. Питома маса q_{mi} і-того матеріалу в плямі та похибка її визначення									
1.4.1. Маса каплі	кг								
1.4.2. Середня площа плями	м ²								
1.4.3. Питома маса q_{mi} і-того матеріалу	кг/м ²								
1.4.4. Похибка визначення питомої маси матеріалу в плямі	%								
2. Спосіб визначення кількості ПММ за зміною маси екрану									
2.1. Тривалість витримки плями									
2.1. У центрі плями спостерігається (так) чи ні ТСМ у вигляді рідини - після витримки в год:	Так або ні								
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
2.2. Герметичність екрану									
2.3. Можливість зважування екрану на вагах									
Примітка - У цій таблиці кожен рядок, призначений для відображення інформації, має бути розділений на три рядки - за кількістю спостережень за параметром.									



Рис. 1. Фрагмент вимірювання розміру плями в горизонтальному напрямку лінійкою (ПММ – свіже моторне масло)

Висновки. Таким чином розробка способів оперативного контролю величини втрат паливно-мастильних матеріалів під час технічного обслуговування тракторів дозволить зменшити витрати ПММ та покращити якість ТО.

УДК 631.372

КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОСНОВНИХ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Куликівський В.Л., к.т.н., доц.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Однією з основних складових мобільних енергетичних засобів, яка характеризує надійність та продуктивність машин, а також обумовлює безпеку дорожнього руху є гальмівна система. Мобільні енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва нерідко експлуатуються в умовах обмеженого руху, що характеризуються складністю маневрування та потребують частих гальмувань. Здебільшого машини використовуються на полях, дорогах з погіршеним покриттям, де є бруд, пил, волога, які потрапляють на робочі елементи гальмівних механізмів.

Результативність функціонування гальмівних систем мобільних машин визначають в реальних умовах експлуатації (дорожні випробування) чи на випробувальних стендах [1, 2]. Дорожні випробування основних гальмівних систем потребують спеціальних горизонтальних майданчиків з гладким покриттям, які здебільшого відсутні у сільгоспприємствах, а також висококваліфікованих операторів, водіїв. Якщо досліджувані параметри гальмівних систем не відповідають нормативним показникам, то дані випробування ускладнюють встановлення причин і місць виникнення несправностей, що зумовлює застосування спеціальних стендів для діагностування.

Основні матеріали дослідження. Контроль технічного стану основних гальмівних систем машин, без розбирання, виконується органолептичним способом (точність не перевищує 45...50 %) та технічними методами із використанням діагностичного обладнання (вірогідність перевищує 95 %). До того ж стендові випробування дозволяють нівелювати вплив погодно-кліматичних чинників, здійснити широкий спектр контрольних заходів та мінімізувати час опрацювання отриманих діагностичних даних.

Класифікація стендів за способом навантаження, що використовують різні системи прийомів та методи вимірювання

гальмівних якостей мобільних енергетичних засобів представлена на рис. 1. Статичні силові стенди складаються з роликового та платформного обладнання, що забезпечує процес прокручування колеса та вимірювання сил, які прикладається під час випробування. Гальмівна сила вимірюється під час перерозподілу ваги між колесами однієї осі або при встановленні рушії на бігові барабани. Значна трудомісткість технологічного процесу і довготривалий контроль, а також невисока точність підсумків випробувань є основними недоліками діагностування гальмівних систем силовими статичними стендами.



Рис. 1. Класифікація стендів для контролю технічного стану гальмівних систем мобільних енергетичних засобів

Платформні стенди мають два або чотири вимірювальних майданчика, якими машина переміщується під час діагностування і зупиняється (гальмує) декілька разів. Особливості роботи інерційних платформних стендів полягають у прямому вимірюванні гальмівної сили за допомогою спеціальних датчиків (фіксація зусиль і навантажень), які встановлюються в місцях контакту коліс із майданчиками. Коливання вздовж платформ, під час наїждання гальмуючих коліс машини, у разі блокування рушіїв, спричиняють зменшення зчеплення на площі контакту покриття з поверхнею майданчика і є вагомим недоліком даних стендів. Внаслідок виникнення моментів, які призводять до відхилення, повертання платформ, ускладнюється вирівнювання, встановлення гальмуючих рушіїв машин відносно центральних частин стендових майданчиків. Не дивлячись на зазначені недоліки та недостатню безпеку випробувань, дані стенди використовуються на сервісних підприємствах або під час експрес-діагностування рухомого складу, оскільки дають змогу контролювати технічний стан гальм на різних швидкісних режимах.

Інерційні роликові стенди мають барабанні пристрої, які приводяться в рух від електродвигуна або двигуна машини. Вимірювальні системи (інерційні датчики та тахогенератори) реєструють параметри процесу гальмування. Гальмівний шлях визначають за частотою обертання роликів стенду або тривалістю їх руху, а сповільнення фіксується кутовим деселерометром. Даний метод відтворює умови гальмування машини, максимально наближені до реальних транспортно-експлуатаційних та ергономічних

характеристик дороги. Проте з огляду на високу вартість обладнання та трудомісткість, недостатню безпеку випробувань і значні витрати часу на діагностування, стенди даного типу недоцільно використовувати для контролю технічного стану основних гальмівних систем мобільних енергетичних засобів у сільгоспідприємствах.

Робота силових роликів стендів ґрунтується на використанні сил зчеплення колеса з барабаними блоками (рис. 2). Діагностичне обладнання дозволяє вимірювати гальмівні сили під час обертання рушіїв зі швидкістю 3...12 км/год. Невисокий діапазон швидкостей обраний не випадково, оскільки подальше зростання дає несуттєве інформаційне наповнення, що характеризує працездатність гальмівної системи. Обертання коліс виконується стендовими роликами від електродвигуна. Гальмівні сили визначають за реактивним моментом, що виникає на статорі мотор-редуктора під час сповільнення руху або зупинки коліс.



Рис. 2. Силовий роликівий гальмівний стенд для мобільних енергетичних засобів

Силовий роликівий стенд дає змогу одержати чітку інформацію за результатами діагностування гальмівних систем машин. Дані стенди спроможні визначати безліч параметрів гальмування, які відображаються на дисплеї у вигляді цифрової або графічної інформації.

Висновки. Отже, з усього проаналізованого діагностичного обладнання, силові роликівий стенди вирізняються своєю ефективністю у визначенні технічного стану гальмівних систем мобільних енергетичних засобів. Тому, використання даних стендів дозволить мінімізувати витрати на технічне обслуговування і ремонт машин, що в результаті позитивно позначиться на якості та кількості виробленої сільськогосподарської продукції.

Список використаних джерел

1. Лебедев С., Коробко А., Балабай Т. Розроблення експрес-методу випробувань гальмівних систем мобільних сільськогосподарських машин. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 7 (82). С. 30–34.

2. Митрофанов О., Лілевман І., Лілевман О. Аналітичні дослідження щодо формування загальних вимог до гальмівних систем самохідних сільськогосподарських машин. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2016. Вип. 20. С. 53–61.

УДК 631.34

ОСНОВНІ ВИДИ ВІДМОВ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШУВАННЯ

Савченко В.М., к.т.н.,

Голяка О.О. інж.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Надійність (безвідмовність) будь-яких систем здебільшого залежить від тих елементів, які складають цю систему. Отже, у разі виходу з ладу окремих цих елементів (авторегулятор постійної витрати, насосна станція, сітка для збирання сміття, відстійник, магістральний, розподільчий, дільничний і поливний трубопроводи, крапельниця, з'єднувальна й регулювальна арматура) система краплинного зрошення може перебувати в стані відмови.

Основні матеріали дослідження. Відмова - це випадкова подія, після настання якої подальша експлуатація цього елемента без проведення відновлювальних робіт неможлива.

Наприклад, у разі відмови авторегулятора постійної витрати порушується працездатність цього елемента, тому неможливо забезпечити рівномірно подачу води систем крапельного зрошення. Під відмовою насосної станції розуміється подія, за якої кількість працездатних насосних агрегатів у певному інтервалі часу не може забезпечити в потрібній кількості подачу води.

Відмовами магістрального напірного трубопроводу, розподільного, дільничного і поливного трубопроводів вважаються поломки і руйнування трубопроводів.

Оцінку працездатності крапельниці, згідно з рекомендаціями Науменка І.І., Токаря А.І., можна провести за коефіцієнтом рівномірності розподілу витрати води крапельницями. Згідно з їхніми рекомендаціями, відмову крапельниць і поливного трубопроводу можна прийняти за подію, за якої коефіцієнт рівномірності поливу $K_p < 0,50$ і коефіцієнт зміни середньої витрати поливного трубопроводу $K_e > 0,50$.

Розрізняють три типи відмов:

1) відмови на початку експлуатації в період освоєння техніки - їх усувають під час тимчасової експлуатації, випробувань і введення в дію (припрацювання техніки);

2) відмови внаслідок зносу окремих елементів у системі (старіння) - їх усувають заміною елементів до зносу;

3) відмови внаслідок змінних умов і концентрації навантажень - це випадкові відмови, які оцінюються за законами великих чисел, їх усувають резервуванням і поліпшенням конструкцій.

За кожним типом відмов збираються статистичні дані на підставі випробувань у процесі експлуатації, за якими оцінюються фактичні розподіли вимірних величин і підбираються відповідні закономірності з теорії випадкових процесів.

Під час визначення надійності систем крапельного зрошення насамперед необхідно визначити види відмов і класифікувати їх за певною схемою. Далі необхідно визначити ті кількісні характеристики, які є показником надійності.

Результати та обговорення. Розглянемо можливі види відмов кожного елемента системи крапельного поливу окремо (таблиця 1).

Об'єкти гідромеліоративних систем за рівнем надійності можна класифікувати за двома групами. Ті об'єкти, відмови яких неприпустимі, належать до першої групи. Такі об'єкти потребують величезних матеріальних витрат і не можуть тривалий час функціонувати. Ті об'єкти, які на довготривалий період виходять з ладу, але не призводять до колосальних матеріальних збитків, належать до другої групи. Згідно з даними передумовами, системи крапельного зрошення за надійністю можна віднести до другої групи.

Для визначення показників надійності будь-яких систем необхідно враховувати ті відновлювані та невідновлювані елементи, з яких ця система складається.

Під час встановлення критерію надійності насамперед проаналізуємо невідновлювані елементи.

Загалом для відновлюваних систем, як зазначалося вище, з урахуванням першої відмови викладені критерії також застосовні.

Під час експлуатації елементів для досягнення високої надійності систем необхідно протягом тривалої експлуатації цих елементів провести своєчасну заміну до моменту відмови. Отже, чим вища надійність, тим нижча інтенсивність відмов.

Враховуючи вищевикладені передумови, наведені формули можна зобразити у вигляді кривої залежності інтенсивності відмов елементів систем від часу експлуатації, яка представлена на рис. 1.

Таблиця 1

Можливі види відмов елементів крапельного зрошування

№	Елемент системи крапельного поливу	Причини виникнення, ознаки відмови
1	Насосна станція	Відмова відбувається внаслідок поломки трубопровідної арматури, згоріли пускач або обмотка двигуна, стало непридатним робоче колесо насоса тощо.
2	Авторегулятор постійної витрати	Внаслідок виходу його з ладу порушується подача постійної витрати води.
3	Напірний магістральний трубопровід	Відмовами цього вузла є поломка трубопроводу, розгерметизація з'єднань, текти води через трубопровідну арматуру тощо.
4	Вузол очищення – відстійник і касетний фільтр і (або) сітка, що збирає сміття	Основними видами відмов вузла очищення є недоочищення поливної води і псування (розрив) сітки, що збирає сорочки.
5	Шаровий кран	До відмови цього елемента можна віднести вихід його з ладу, наслідком якого є неможливість регулювання витрати води та витік.
6	Крапельниці	Дослідження показали, що в крапельницях у період проведення поливів каламутною водою характерним видом відмов є зменшення її витрати від початкової або повне закупорювання поливного отвору. У міжполивні періоди спостерігалися випадки засмічення крапельниці павутиною, яку залишають кліщі.



Рис. 1. Графік кривої залежності інтенсивності відмов елементів зрошувальної системи від часу.

Із графіка видно, що середню довговічність елементів зрошувальної системи можна розділити на три періоди:

- 1) від 0 до 1 – період припрацювання;
- 2) від 1 до 2 – період нормальної роботи;
- 3) від 2 до 3 – період зносу.

Значення інтенсивності відмов у період приробітку досить велике. Через це дефектні елементи в цьому періоді цього дефектні елементи в цьому періоді дуже часто виходять з ладу. Коли інтенсивність відмов починає знижуватися, настає період нормальної експлуатації системи. Якщо ще не настає знос, але відбуваються раптові відмови, то тоді інтенсивність відмов зростає постійно.

За результатами проведених досліджень нами виявлено основні чинники, що визначають експлуатаційну надійність системи крапельного зрошення. Їх умовно можна розділити на три групи: конструктивні, технологічні (рис. 2).

Розглянемо деякі класифікації відмов технічних систем. Відмова за причиною виникнення і за характером прояву може бути: раптовою, поступовою, залежною, повною, стійкою, частковою, самоусувною, прихований (неявний), конструкційний, виробничий, експлуатаційний, старіння (зносу), механічний і біологічний.



Рис. 2. Структурна схема основних факторів, що впливають на експлуатаційну надійність системи крапельного зрошення

Аналізуючи всі види відмов і враховуючи деякі особливості експлуатації систем крапельного зрошення, ми вважаємо за необхідне класифікувати відмови за такими дев'ятьма ознаками (табл. 2).

Висновки. Загалом усі ці види класифікації та відмов елементів систем крапельного зрошення мають випадковий характер. Отже, їх врахування дає можливість під час експлуатації таких систем встановити критерії відмов елементів.

Таблиця 2

Класифікація відмов систем крапельного зрошення

Група класифікації	Класифікаційна ознака	Відмова
1	Характер появи	Раптовий, поступовий
2	Час виникнення	Припрацювання, період проведення поливів, міжполивний період і період зберігання
3	Причина виникнення	Конструкційна, біологічна, експлуатаційна, виробнича, механічна, зношена, причина не встановлена
4	Наслідки	Частковий і повний зрив програми поливу
5	Взаємозв'язок	Незалежний, залежний
6	Складність усунення	Перша, друга і третя група складності
7	Спосіб усунення	Самоусувний, з відновленням та/або із заміною елемента
8	Під час розрахунку немає необхідності врахування показників надійності	Відмови, що усуваються під час ремонту і під час планового технічного обслуговування системи. Відмови, що виникають з вини обслуговуючого персоналу, а також відмови, що з'являються внаслідок зриву енергозбереження
9	Частота виникнення	Одиничний, повторюваний

Таким чином, за період проведення нами дослідження не виявлено жодної відмови в роботі розподільного та дільничного трубопроводів, відстійника, крапельниці, тобто за період, що розглядається, коефіцієнт надійності цих елементів дорівнював одиниці ($P(t) = 1,0$). Отже, встановлюючи закон розподілу показників надійності, порівняно легко можна провести контроль надійності в період експлуатації.

УДК 621

ВИБІР ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗУЧОЇ ЧАСТИНИ РІЗЦІВ ПРИ РОЗТОЧУВАННІ МАТЕРІАЛА КОМПЕНСАЦІЙНОЇ ВСТАВКИ, ВИГОТОВЛЕНОЇ ЗІ ЗНОСОСТІЙКОГО ЧАВУНУ

Іващенко С.Г., к.т.н., доц.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

Постановка проблеми. Механічна обробка металу є одною з важливіших операцій з виготовлення деталей. Їх виготовляють з різних металів та сплавів. Метал розточують різцями різної конструкції, як суцільні твердосплавні так і складні (в якості різальної частини використовують пластини з інструментальних сталей, твердих сплавів та металокераміки). Тому є важливою задачею вибір інструментального матеріалу, геометричних параметрів різучої частини різців та режимів токарної обробки деталей [1]. Матеріал різців повинен мати високу твердість, зносостійкість, теплостійкість та механічну міцність.

Метою даних досліджень є вибір геометричних параметрів різучої частини різців при розточуванні матеріала компенсаційної вставки для ремонту гільз циліндрів автотракторних двигунів, виготовленої зі зносостійкого легованого чавуну способом відцентрового виливання [2, 3, 4, 5, 6].

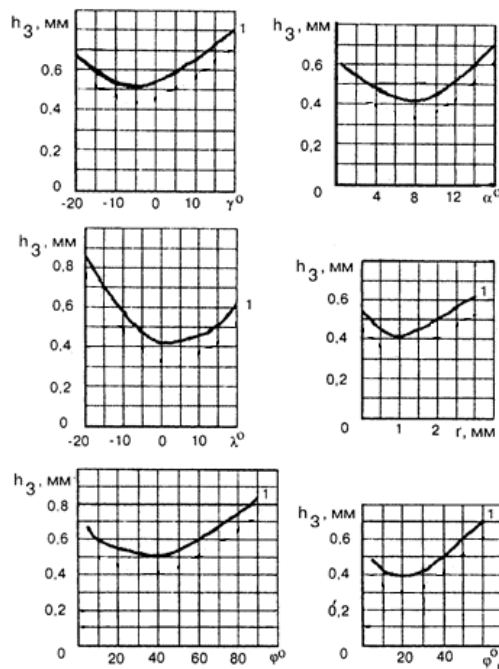
Основні матеріали дослідження. Дослідження з вибору раціональної геометрії режучої частини різців для різання литого металу проводили методом однофакторного експеримента. Визначали характер і ступінь впливу кутів (γ – передній, α – задній, φ і φ_1 – відповідно головний та допоміжний кути в плані, λ – кут нахилу різучої кромки та r – радіус закруглення поверхні різця в плані) на знос режучої частини різців (рис. 1). Однофакторний експеримент дозволив встановити залежність зносу h_3 різців по головній задній поверхні від геометричних параметрів режучої частини.

Значення кутів, при яких виникав найменший знос різучої частини (див. рис. 1, наприклад, $\gamma = -8^\circ$ при $h_3 = 0,5$ мм) прийняті за вихідні величини при складанні матриці планування експерименту.

Дослідження показали, що суттєвий вплив на зносостійкість різців при різанні матеріалу вставки дає кут нахилу головної різучої кромки λ і знос різця менший при плюсових значеннях кута ніж при мінусових. Головний φ та допоміжний φ_1 кути в плані експерименту впливають на знос різців і на шорсткість обробленої поверхні. Встановлено, що чим більше значення цих кутів, тим інтенсивніше знос різців та вище мікронерівності (шорсткість) обробленої поверхні.

Враховуючи, що метал вставки досить міцний і різці не так швидко зношувались потрібно застосовувати змащувально-охолоджуючі

рідини [7]. Вибір змащувально-охолоджуючі рідини має велике значення тому, що це впливає на швидкість зношування різців і їх кількість при обробці великої кількості вставок та зменшення матеріальних затрат на токарну обробку зносостійкого матеріалу.



Примітка: 1. γ – передній кут; α – головний задній кут; l – кут нахилу головної ріжучої кромки; r – радіус закруглення вершини різця в планів; φ і φ_1 – відповідно головний та допоміжний кути в плані

2. Шлях різання різців в кожному досліді 1000 м.

Рис. 1. Залежності зносу h_3 різців по головній задній поверхні від геометричних параметрів режучої частини (γ , α , l , r , φ , φ_1) при різанні литого металу компенсаційної вставки (1).

З рисунка 1 видно, що найменший знос різців відбувається при наступних показниках кутів: $\alpha = 7^\circ \dots 8^\circ$; $\varphi = 40^\circ \dots 42^\circ$; $\varphi_1 = 20^\circ \dots 25^\circ$; $l = 4^\circ \dots 5^\circ$; $r = 0,8 \dots 1$ мм.

Виходячи с того, що запропонований зносостійкий матеріал не має графіту, для зниження коефіцієнта тертя і підвищення зносостійкості вставки шляхом лабораторних досліджень, було прийнято рішення провести комплексне легування базового чавуну нікелем, міддю та ванадієм. Тому фінішною обробкою робочої поверхні компенсаційної вставки після її запресування у розточену гільзу циліндра та токарної обробки є алмазне вигладжування замість звичайного хонінгування [8, 9].

Висновки. Зроблено вибір геометричних параметрів ріжучої частини різців для токарної обробки литого зносостійкого металу компенсаційної вставки для ремонту гільз циліндрів автотракторних двигунів та показано, що забезпечується стійкість різців на 60-70 хв та шорсткість $R_a = 2-2,5$ мкм.

Список використаних джерел

1. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Иващенко Г.А. Режимы токарной обработки вставок и гильз цилиндров автотракторных двигателей. Сб. научных трудов “Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин” ХДТУСГ. Х: 1999. С. 93–98.
2. Иващенко С.Г. Исследование особенностей износа гильзы цилиндра двигателей типа СМД и ее ремонт с использованием вставки. Вісник ХДТУСГ Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 8, том 2. Харків: 2001. С. 160–164.
3. Иващенко С.Г. Разработка технологических параметров центробежного литья вставок и гильз цилиндров дизельных двигателей. Сб. научн. тр. ХГТУСХ Повышение надежности восстанавливаемых деталей машин. Харьков: 1998. С. 158–162.
4. Иващенко Г.А., Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Повышение долговечности гильз цилиндров дизельных двигателей. Вісник ХДТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 39. Харків: 2005. С. 7–12.
5. Скобло Т.С., Иващенко С.Г. Разработка технологии восстановления зеркала гильзы цилиндра двигателя СМД-62 путем постановки компенсационной вставки. Труды Міжнар. наукової конф. КДТУ “Конструювання, виробництво та експлуатація с.г. машин”. Кіровоград: 2000. С. 21–24.
6. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Шержуков И.Г., Тридуб А.Г. Анализ качества и износа гильз цилиндров дизелей зарубежного производства. “Механизация и электрификация сельского хозяйства”. № 7. М.: 1997. С. 29–30.
7. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Иващенко Г.О. Влияние мастильно-охлаждающей жидкости на износ резцов и шероховатость поверхности при токарной обработке вставки гильзы цилиндра двигателя СМД-62. Вісник ХДТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 24. Харків: 2004. С. 185–189.
8. Иващенко С.Г., Денисенко С.А. Упрочнение рабочей поверхности цилиндрических деталей методом алмазного выглаживания. Матеріали Міжнар. наукової конф. “Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація” ДБТУ. Х: 2021. С. 191–192.
9. Иващенко С.Г., Скобло Т.С., Сидашенко А.И. Упрочнение рабочей поверхности вставки гильзы цилиндра методом алмазного выглаживания. Вісник ХНТУСГ “Технічний сервіс АПК, техніка та технології у с.г. машинобудуванні”. Вип. 67. Харків: 2007. С. 156–161.

УДК 631.31

ОГЛЯД ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Соседський В.С. здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. викл.,

Калнагуз О.М., ст. викл.,

Сіренко Ю.В., PhD.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Землеробство немислиме без механічного обробітку ґрунту. Його мета полягає в підвищенні родючості ґрунту і значного впливу на процеси у рослинництві.

Основні матеріали дослідження. У цьому випадку для подрібнення рослинних решток потрібні щонайменше два ряди дисків великого діаметру (>62 см) з відстанню між дисками 23 см. Таке рішення, з одного боку, забезпечує безперервну роботу між рослинами без проміжків, а з іншого - запобігає забиванню між робочими елементами.

Для обробітку ґрунту потрібні два ряди потужних лап, здатних розпушувати ґрунт на глибину не менше 40 см. Таке рішення гарантовано вирішить проблему плужної підшви і створить нормальні умови для розвитку кореневої системи культур. Оскільки це, безумовно, енергоємна операція, слід звернути увагу на форму і конструкцію лап. Ґрунтообробні знаряддя повинні бути розташовані таким чином, щоб вони могли одночасно виконувати суцільний обробіток ґрунту і не забиватися.

Глибока оранка сприяє покращанню пластичності кореневої системи рослин. Так, зі збільшенням потужності орного шару для кукурудзи значно збільшується маса коренів у підорному шарі, добрива та глибока оранка (до 40 см) своєю післядією позитивно впливають на водний, поживний, повітряний режими ґрунту, а також на біологічні процеси, які відбуваються в рослині, підвищуючи врожай і його якість [1].

Вертикальний обробіток ґрунту. Оригінальні культиватори зазвичай оснащені дисками спеціальної форми, часто з рядом спеціальних насічок. Повинен бути чіткий рекомендований виробником діапазон кута атаки (від 1° до 5°, можливі варіації).

Диски можуть мати діаметр до 60 см, а велика кількість насічок дозволяє робочій частині впевнено "різати" соломку, не провисаючи в ґрунті, дозволяючи їй синхронно перемішуватися з ґрунтом для досягнення оптимальних результатів. Ефективні вертикальні культиватори ніколи не повинні загібати рядки.

Моделі, призначені для вертикального обробітку ґрунту, обов'язково оснащені спеціальною системою котків. Котки не тільки

прикочують слід після проходу основного робочого органу, а й виконують широкий спектр завдань. До них відносяться подрібнення ґрунтових грудок, вирівнювання гребенів (якщо такі є), розподіл рослинних залишків, додаткове подрібнення і перемішування з ґрунтом. Боронування проводиться для розпушування верхнього шару ґрунту на глибину 2-3-6-7 см. Глибина боронування залежить як від ваги знаряддя, так і від власне агротехнічної операції. Поверхневий шар ґрунту переміщується і частково вирівнюється, знищуючи сходи і паростки бур'янів.

Якість роботи борони залежить від ваги борони, форми лап, кута входження в ґрунт, вологості ґрунту, довжини навіски і робочої швидкості машини.

Завдання системи обробітку ґрунту — створити оптимальну структуру ґрунту, досягти потрібної величини і стійкості агрегатів та розміру проміжків між ними. Хочу звернути увагу, що крім обробітку на ці фактори значний вплив також мають механічний склад, кислотність та рівень гумусу [2].



Рис. 1. Машини для вертикального обробітку ґрунту

Існує три основні методи боронування: однорядне боронування, фігурне боронування і поперечне діагональне боронування.

При однорядному боронуванні машина завжди рухається до краю поля; при дворядному боронуванні перша обробка проводиться вздовж лінії плуга, а друга - поперек лінії плуга. Борозна повинна бути довгим вузьким прямокутником.

Якщо оранка проводиться фігурним способом, борозна повинна бути квадратної форми. Поле орють по колу, без холостих проходів. Якщо боронування проводиться в дві частини, то друге боронування повинно проводитися під кутом до першого боронування. Голчасті борони застосовуються для затримання вологи ранньою весною і для інших операцій з обробки ґрунту, особливо в районах, де ґрунт схильний до ерозії. Пружинні борони використовуються для обробки забур'янених полів і кам'янистих ґрунтів. Робочим органом цього типу борін є сталева пластина, зігнута пружиною.

Висновки. Отже грамотне ведення технології обробітку дозволить в господарствах покращити умови в яких росте рослина та в подальшому підвищити врожайність.

Список використаних джерел

1. Цилюрик О. Обробіток ґрунту – технологічний базис вирощування польових культур [Електронний ресурс] Агробізнес

Сьогодні. Механізація АПК. 2020. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/19081-obrobitok-gruntu-tekhnologichniy-bazys-vyroshchuvannia-polovykh-kultur.html>

2. Черкащенко В. Фактори вибору обробітку ґрунту [Електронний ресурс] Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. 2022. URL: <https://superagronom.com/articles/588-faktori-viboru-obrobitku-gruntu>.

3. Сухина А. Вітчизняна техніка для вертикального ґрунтообробітку [Електронний ресурс] Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2021. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vitchyznyana-tehnika-dlya-vertykalnogo-gruntoobrobitku>.

4. Коваленко І. Передпосівні інновації [Електронний ресурс] І. Коваленко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/26260-peredposivni-innovatsii.html>.

5. Борони й шлейфи: правильне застосування [Електронний ресурс] Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК. 2023. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/26523-borony-i-shleify-pravylnе-zastosuvannia.html>.

УДК 635.36

ПОСЛІДОВНІСТЬ НОРМУВАННЯ ТО ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Бондар А.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Одним із найважливіших принципів раціональної організації ТО та ремонту транспортних засобів є застосування обґрунтованих нормативів виконання профілактичних та ремонтних робіт. У технічній експлуатації існують нормативи: періодичності ТО, трудомісткості ТО та ремонту, тривалості ТО та ремонту, а також ресурсу до капітального ремонту (КР).

Основним нормативним документом, що регламентує планування, організацію та утримання ТО та ремонту транспортних засобів, визначення ресурсів, є Положення про технічне обслуговування та ремонт рухомого складу [1-3].

У сучасних умовах контроль за якістю виконання нормативних положень щодо ТО та ремонту транспортних засобів забезпечується завдяки існуючій системі сертифікації виробничо-технічної бази (ВТБ) та повноті послуг з обслуговування та ремонту. Нормативне

регулювання для суб'єктів ринку транспортних і сервісних послуг здійснюється системою ліцензування.

Нормативи ТО та ремонту, встановлені Положенням, відносяться до певних умов експлуатації, які називаються еталонними. За еталонні умови прийнято роботу базових моделей транспортних засобів, які мають пробіг від початку експлуатації не більше 50...75 % від норми пробігу до КР, за умов експлуатації I категорії в помірного кліматичному районі з помірною агресивністю зовнішнього середовища.

Працюючи в інших, відмінних умовах експлуатації витрати на забезпечення працездатності змінюються. Тому нормативи на ТО та ремонту також змінюються і їх необхідно коригувати.

При коригуванні враховуються п'ять основних чинників.

1. Категорія умов експлуатації. Коригування нормативів ТО та ремонту транспортних засобів залежно від умов експлуатації здійснюється відповідно до їх класифікації, що включає п'ять категорій умов експлуатації. Категорія умов експлуатації транспортних засобів характеризується типом дорожнього покриття, типом рельєфу місцевості та умовами руху.

2. Модифікація рухомого складу та особливості організації його роботи. При формуванні нормативів враховують необхідність їх коригування за типом та модифікацією транспортного засобу у зв'язку зі специфікою його діяльності.

Відповідно до Положення про технічне обслуговування рухомого складу враховуються коефіцієнтом K_2 , який застосовується для коригування трудомісткості ТО та ПР ($K_2=1,0...1,25$), пробігу до капітального ремонту ($K_2 =1,00...0,75$) та витрат запасних частин ($K_2=1,0...1,3$).

3. Коригування за природно-кліматичними умовами здійснюється за допомогою коефіцієнта K_3 , який відповідно змінюється з урахуванням агресивності навколишнього середовища щодо: періодичності ТО - від 0,72 до 1,0; питомої трудомісткості ПР - від 0,9 до 1,43; щодо пробігу до першого капітального ремонту - від 0,63 до 1,1.

4. Пробіг з початку експлуатації (вік транспортного засобу) враховується під час коригування питомої трудомісткості ПР транспортних засобів. Коригування за віком транспортного засобу відповідно до Положення виконується з використанням коефіцієнта K_4 .

Для вантажних транспортних засобів цей коефіцієнт коригує трудомісткість, змінюючись від 0,4 (для пробігу, що становить менше 25% ресурсу автомобіля до КР) до 2 і більше при пробігу транспортного засобу, що в 1,75-2 рази перевищує ресурс до КР.

5. Рівень концентрації рухомого складу. Коригуючим коефіцієнтом є коефіцієнт K_5 .

Результуючий коефіцієнт коригування виходить перемноженням

відповідних коефіцієнтів, при цьому він не повинен бути меншим за 0,5 [1,4,5].

Список використаних джерел

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141 с.
2. Сорваніді Ю.Г. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 157с.
3. Журавель Д.П., Бондар А.М. Несправності рульового керування та їх наслідки. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р. С.478–479.
4. Журавель Д.П., Бондар А.М. Технологія ремонту рульових рейок Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали II Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції. Мелітополь, 02-27 листопада 2020 р. С.537–538.
5. Журавель Д.П., Бондар А.М., Дашивець Г.І. Дослідження адаптивної роботи рульового управління транспортного засобу в швидкісному режимі. Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: міжнародний науково-практичний форум. Мелітополь, 21-22 червня Мелітополь 2019 р. С. 203–204.

UDC 621.431:621.892

ASSESSMENT OF WEAR AND TECHNICAL CONDITION OF ENGINES

Dashyvets H., Ph.D. Eng.

Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia, Ukraine

Statement of the problem. During the operation of the engines, as a result of the wear of the friction pairs, metal elements accumulate in the lubricant. The concentration of wear products in crankcase oil is proportional to the intensity of wear of parts and allows for earlier detection of emergency wear when it is not yet determined by other diagnostic methods. The concentration of metal elements in the lubricant, which characterize the technical condition of the engine as a whole and its individual parts, can be determined by spectroscopic analysis. The method allows you to obtain information about the rate of wear of parts, the quality of the filters, the tightness of the cooling system, and the timing of oil replacement. To solve

these problems, it is necessary to identify indicator metals and limit values for the content of wear products in the lubricant for the parts of a certain engine.

The main research materials. With long-term operation of the lubricant in the engine, constant intensity of cleaning and costs, the rate of wear of parts is characterized only by the concentration of wear products in the engine oil.

Mass wear can be calculated by the elements that make up the structural materials of friction parts. The mass wear of the engine for each of the elements that are determined is taken as the total wear of all friction parts in absolute terms, falling on this element and numerically equal to the mass of wear products that contain only this element and entered the lubrication system during the period of time from the start of work engine until the time of diagnosis.

Determining the concentration of wear products in lubricant includes the following operations: preparation of standards, burning of standards and construction of calibration schedules, sampling of lubricant samples for analysis from experimental engines [1].

To control the technical condition of the engines, parts that wear out, are washed with grease and contain in their material a chemical element characteristic only for them were chosen. The following elements can be selected as characteristic when diagnosing, for example, the D-240L engine: chromium (Cr), nickel (Ni), iron (Fe), tin (Sn), lead (Pb), aluminum (Al), copper (Cu). At the same time, the same element is characteristic of several details at the simultaneously. Therefore, when assessing the technical condition of parts, it is necessary to take into account not only the concentration of one element, but also their combination [2].

Characteristic elements for sleeves, crankshaft and camshafts, piston fingers and rings, gears are Fe; piston – Al, crankshaft liners – Al and Sn, bushings of the upper connecting rod head – Cu and Sn, camshaft bearings – Cu, Sn and Pb, upper compression rings – Cr. It is known that the most closely related to the wear of the cylinder-piston group is the concentration of iron in the lubricant, the content of which is up to 85% of the total wear products.

The nature of the accumulation of wear products in motor oil mainly depends on the oxidation capacity of the oil cleaner and the engine loading mode. During the tests, the concentration of iron in the lubricant increased sharply in the first 150-200 hours, then its stabilization at the level of 26-28 g/t was observed. A high intensity of wear and an increase in the concentration of iron in the lubricant occurs until a sufficient initial layer of deposits is formed in the rotor of the centrifuge, after which it will begin intensively releasing wear products.

As a result of data processing, patterns of accumulation of wear products in the lubricant were established. The values of the coefficients of the exponential functions are closely related to the technical condition of the

engine and its operating conditions (the nature of the load). In operation, the level of engine loading and the degree of its thermal effect on the lubricant can largely reflect fuel consumption. The change in the concentration of iron Fe in the oil can be described by the dependence (Figure 1)

$$Fe = (-33,88 + 13,59\delta) + (33,88 - 13,59\delta) \cdot e^{-\frac{t}{143}}, \quad (1)$$

where δ – the average hourly fuel consumption, kg/h.,

t – current oil build-up, motohours.

The spectral analysis of the lubricant can be carried out on a multifunctional photoelectric spectrophotometer of the MPS type, which works according to the rotating electrode method [1]. The operation of the installation is based on the generally accepted scheme of emission spectral analysis. Determination of the concentration of elements was carried out with the help of standards made on a base lubricant with the addition of carefully ground oxides of the elements to be determined.

The limit values of the content of wear products in the oil are selected depending on the engine brand. So, the permissible values of the content of elements in the lubricant (g/t) for the D-240L engine are as follows: Fe – 110, Si – 70, Al – 30, Cu – 10, Cr – 10. Lubricant samples were subject to triple burning. The arithmetic mean value of three determinations was taken as the result. The concentration of elements is determined using calibration graphs.

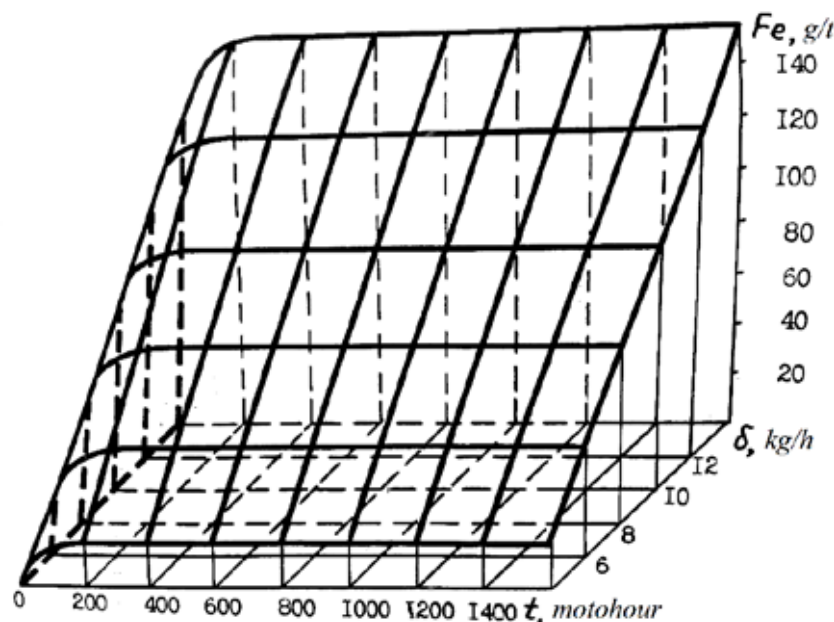


Fig. 1 Dependence of the Fe content in engine oil on the time of its operation and average hourly fuel consumption

Conclusions. Spectral analysis is an effective method of assessing the wear and technical condition of engines. If the chemical composition of wearing parts is known, the method makes it possible to estimate the total wear of several groups of parts without disassembling the engine.

References

1. Кюрегян С. К. Атомный спектральный анализ нефтепродуктов. М.: Химия, 1985. 320 с.
2. Дашивецъ Г. І., Новік О. Ю. Контроль технічного стану двигунів методом спектрального аналізу моторного мастила. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2015, вип. 5, том 1, С. 140–145.

УДК 631.31

ЗБИРАННЯ РАННІХ ЗЕРНОВИХ ТА ЗЕРНОБОБОВИХ

Мельник В.О. здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. викл.,

Калнагуз О.М., ст. викл.,

Сіренко Ю.В., PhD

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Збирання урожаю зернових культур - це складний і важливий етап сільськогосподарського виробництва, який безпосередньо впливає на якість та врожайність продукції. Процес збору вимагає уважності, високотехнологічного обладнання і дотримання правильних технологічних процедур. Залежно від типу культури, ступеня дозрівання, густоти засіву та інших факторів, вибір методу збирання може варіюватися.

Основні матеріали дослідження. Урожай зернових культур найкраще збирати прямим комбайнуванням, особливо, якщо посіви однорідні та мають низьку забур'яненість. Важливо збирати їх, коли зерно повністю дозріло і має вологість 14-16%. Вибір методу збирання впливає на якість продукції і витрати. Зниження втрат зерна під час збирання, транспортування та зберігання є важливим аспектом. Пряме комбайнування - найоптимальніший метод для зернових. У разі нерівномірного дозрівання та великої забур'яненості може бути доцільним роздільне збирання. Щоб зменшити втрати зерна, слід розпочати збирати один день раніше, ніж досягне повної стиглості.



Рис. 1. Зернозбиральні комбайни

У деяких випадках, особливо при наявності достатнього обладнання та багатофазного підходу, двофазне збирання може бути

доцільним. Цей метод передбачає збирання стебел у валок та через деякий час обмолот. Для збирання забур'янених посівів на полі з нерівномірним дозріванням культур або в несприятливих погодних умовах використовуються хімічні методи, такі як десикація. Для максимально ефективної дії десикантів, важливо враховувати погодні умови та стан бур'янів перед обробкою. Усі ці процеси повинні бути ретельно організовані, і важливо розпочинати обмолот раніше, ніж стебла втратять здатність зберігати зерно.. При збиранні озимого жита рекомендується налаштувати комбайн зі зазором між барабаном та декою більшим, ніж для пшениці, і з обертами барабана від 800 до 900 об/хв. Пряме комбайнування жита можливо при вологості зерна 15-16%. Пшениця яра має короткий строк збирання, і рекомендується збирати її при вологості зерна 16-18% для уникнення втрат якості. Пряме комбайнування є найкращим способом збору. Ячмінь ярий можна збирати прямим комбайнуванням на чистих полях, а роздільний спосіб використовується при засміченні поля бур'янами. Ячмінь озимий дозріває швидше і збирається трохи важче, через ламкість колосся та короткий строк обмолоту. Можна розтягнути строки збирання, оскільки він дозріває трохи пізніше, але слід враховувати ці особливості. Для гороху рекомендують збирати прямим комбайнуванням при вологості зерна 16-17%. Для ріпаку, важливо визначити правильний момент для збирання, зазвичай при вологості насіння 25-30% і забарвленні насіння від червоного до коричневого. Більше 90% горохових посівів сьогодні вирощують сучасні безлисточкові напівкарликові сорти, що стійкі до вилягання. Збирання чистих від бур'янів посівів рекомендується вологим зерном (16-17%) і при мінімальних обертах комбайну (не більше 300) для запобігання пошкодження насіння. У випадку нерівномірного дозрівання гороху може бути необхідно застосовувати десикацію з використанням спеціальних препаратів, або навіть проводити роздільне збирання: скошування при пожовтінні 75% бобів та обмолочування зерна при вологості 16-17%..

Двобарабанні комбайни зазвичай менше травмують насіння порівняно з однобарабанними [1]. Регулювання швидкості обертання барабанів залежить від виду культури. Регулювання молотильних зазорів між барабанами та підбарабанниками дозволяє зменшити втрати та травмування насіння під час обмолоту. На кам'янистих або вологих ґрунтах треба встановити башмаки на жатці на мінімальну висоту зрізу. Колова швидкість планок мотовила повинна бути вищою за швидкість руху жатки на 1,2–2,0 рази. Перед скошуванням дуже коротких рослин слід використовувати підвищену швидкість мотовила, а для низькорослих - знижену, щоб уникнути нагромадження різаних стебел. Зазор між планками мотовила і жаткою регулюють відповідно до виду культури та її стану. Важливо налагодити різальний апарат для збирання вологих і забур'янених рослин. Для підбирання хлібної маси

використовують барабанні або полотняно-транспортні підбирачі, які повинні бути належно налаштовані для уникнення втрат. Для запобігання додатковому пошкодженню насіння під час сушіння, важливо дотримуватися встановлених режимів, таких як нерівномірність нагрівання зерна, нерівномірність сушіння, вологість теплоносія, і температурні обмеження. Також слід уникати високої температури зовнішнього повітря.

Збір насінницьких посівів зернових культур потребує особливої уваги до якості та технічних аспектів. Насіння для наступного посіву повинно відповідати високим стандартам якості. Збір може бути прямим або роздільним. Збирання насінницьких посівів варто починати при повній стиглості та вологості насіння 14-16%. Важливо також розділяти різні посіви та обмолочувати їх окремо. Для зниження травмування насіння застосовують десикацію, але вологість насіння при цьому не повинна перевищувати 30%. Для запобігання додатковому пошкодженню насіння під час сушіння, важливо дотримуватися встановлених режимів, таких як нерівномірність нагрівання зерна, нерівномірність сушіння, вологість теплоносія, і температурні обмеження. Також слід уникати високої температури зовнішнього повітря.

Висновки. У збиранні врожаю зернових культур виявляється низка важливих аспектів, від яких залежить якість продукції та врожайність. Оптимальний вибір методу збору, правильна підготовка обладнання та вчасне втручання можуть значно зменшити втрати зерна та покращити загальний результат сільськогосподарської діяльності.

Список використаних джерел

1. Смолінський С. Який комбайн ліпший – класичний чи роторний? [Електронний ресурс] AGROEXPERT. Щомісячне науково-практичне видання. 2016. URL: <https://agroexpert.ua/akii-kombain-lipsii-klasicnii-ci-rotornii/>.

2. У чому різниця між клавішним роторним зернозбиральним комбайном? [Електронний ресурс] // сайт ТОВ "БФ-Логістик". 2017. URL: <https://bf-logistic.com.ua/ua/a317207-chem-raznitsa-mezhdu.html>.

3. Кирпа М. Збирання і збереження врожаю озимих культур. [Електронний ресурс] / М. Кирпа // Сайт "Агрономія сьогодні" - агрономічний довідник для фермерів та агрономів. 2021. URL: <https://agronomy.com.ua/statti/ozymi-kultury/505-zbyrannia-i-zberezhennia-vrozhaiu-ozymykh-kultur.html>.

4. Вінюков О. О., Гавриш С. Л. Методичні рекомендації щодо збирання зернових культур. [Електронний ресурс] Донецька державна сільськогосподарська дослідна станція НААН. 2017. URL: <https://agro.dn.gov.ua/downloads/2016/08/rekomendatsyy-uborka-2017.pdf>.

5. Гайденко О. Збирання врожаю зернових культур. [Електронний

ресурс] Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. 2021. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/22170-zbyrannia-vrozhaiu-zernovykh-kultur.html>.

UDC 620.1

AXIAL-PISTON HYDRAULIC MACHINES - FIELD OF APPLICATION AND PERFORMANCE INDICATORS

Viunyk O., engineer, sin. Teacher,
Boltukov K. student

Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university, Zaporozhye, Ukraine.

Quantitative characteristics of one or more properties, in relation to certain conditions of creation and operation of machines, are called machine quality indicators. One of the most important generalizing properties of machines is reliability. With regard to agricultural, construction and road machines, reliability can be characterized as the ability to maintain within a certain time the values of all parameters that characterize the machine's ability to perform the necessary functions under the specified modes and conditions of use, maintenance, storage and transportation. Being a complex property, reliability, depending on the purpose of mobile machines (construction, road, agricultural) and their operating conditions, may include reliability, durability, maintainability and preservation or certain combinations of these properties. Construction and road machines include motor graders, bulldozers, excavators, scrapers, specialized vehicles, agricultural forage and grain harvesters, etc. In their design, due to its advantages, a hydraulic drive has found wide application. More than 90% of single-bucket excavators produced in the country have a hydraulic drive, and 100% of motor graders. The share of means of mechanization of construction with a hydraulic drive exceeds 50%. In mobile agricultural machines 100% hydraulic drive of the working equipment is used, and in almost all combines of both domestic and foreign production, hydraulic transmission is used. This is confirmed by the analysis of literary sources [1, 2], which showed that modern grain harvesters DON-1500/1500B/1500M/2600/091, Yenisei-1200/950/960/9, forage harvesters KSK-100, DON -750/680/680M, Polissya-250, DON-800 mowers and flatteners, KPS-5G, RKM-4, RKM-6, KS-6B root and brush harvesters, SB-92B/159B/172-1/237 concrete trucks, SMB-060, as well as foreign machinery of John Deere, Claas, Case, Massey Ferguson and others, equipped with various hydraulic systems, which include a volumetric hydrostatic transmission drive (HST).

The developer of the volume hydraulic drive (HST) is the Sauer

company, which was founded in 1946 in Germany. Over the years, the company has developed and produced axial-piston pumps and hydraulic motors of the 15, 20, 40, 42, 51, 70, 90 series. In 1978, the production of GST-90 volumetric hydraulic drives with a working volume of 89 cm³ was mastered at the Kirovohrad plant "Hidrosila" (Ukraine, Kirovohrad) [2]. GST-90 is an analogue of the 20th series of axial-piston pumps and hydraulic motors and is the most popular in our country and the countries of the near abroad. The volumetric hydraulic drive GST-90 includes an axial-plunger pump with an adjustable working volume, an unregulated axial-plunger hydraulic motor, a tank for the working fluid, a heat exchanger, a fine filter with a vacuum gauge, pipelines and hoses [4].

An axial-piston pump converts the mechanical energy of the engine into hydraulic energy, creating a flow of working fluid, an axial-piston hydraulic motor, on the contrary, converts the hydraulic energy of the working fluid into mechanical energy.

Axial-piston hydraulic machines (pump and hydraulic motor) are interconnected by two hydraulic lines. On one of them, the flow of working fluid is supplied by the pump to the hydraulic motor under pressure up to $P_h = 34,3$ MPa, on the second - it returns from the hydraulic motor to the pump under pressure $P_b = 1,17$ MPa [3].

Thus, in the "pump-hydrmotor" system of the GST-90 hydraulic drive, there is a closed circulation of the working fluid. The working fluid that has leaked through the conjugation of the parts of the hydraulic units enters their internal cavity, from there it flows into the tank through the heat exchanger through the drainage pipeline system. The design features of axial-piston hydraulic machines include the presence of a power supply system, a working volume control system (hydraulic control distributor and servo piston with a cradle) and a hydraulic motor of the valve box in the main pump [4]. According to the manufacturing plant of the open joint-stock company "Hydrosila", the criterion for the limit state of the GST-90 volumetric hydraulic drive is a decrease in the volumetric efficiency of the pump at nominal modes by no more than 20% [4, 5].

Figure 1 shows the results of statistical processing of the average seasonal performance of KSK-100 combines depending on the service life [4, 5].

Gamma-percentage resource ($g=90\%$) of GST-90 before the first overhaul is 4000 m-h, and gamma-percentage working time to failure ($g=95\%$) is equal to 1800 m-h. [6,7].

Fig. 1.2 shows that the seasonal performance of the harvester is in the range of $T_c = 47 - 253$ m-h, with the average seasonal performance $\bar{T}_{av} = 170,6$ m-h. Thus, failures of the second and third complexity groups occur after 3 - 4 years of machine operation.

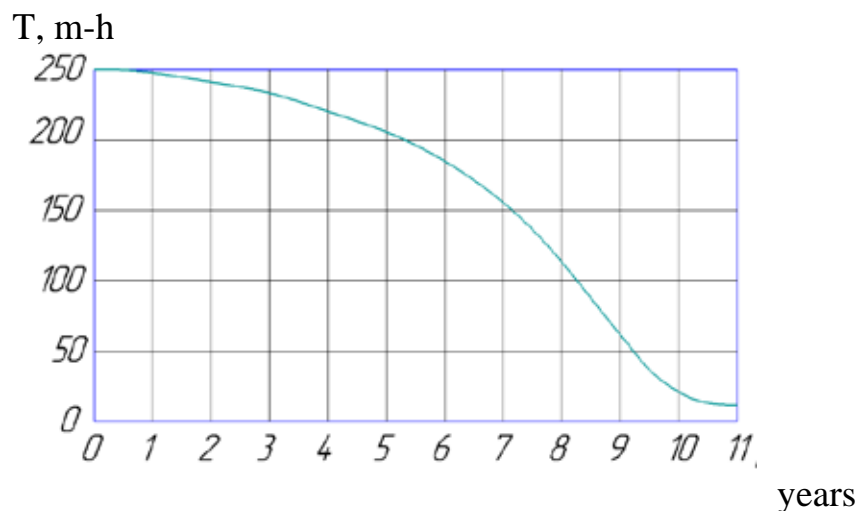


Fig. 1. The curve of the reduction of earnings before the failure of the harvester KSK-100 from the term of service

References

1. Збірник методичних матеріалів з устрою, обслуговування та ремонту ГСТ 33/90/112. Кіровоград : ВАТ «Гідросила», 2005. 176 с.
2. Електронний каталог ВАТ «Гідросила». [Електронний ресурс]. URL: <http://www.hydosila.com>.
3. Гідропривід об'ємний ГСТ-90. Технічний опис і інструкція з експлуатації. Кіровоград, 1994. 12 с.
4. Гідронасос НПА-90Р. Технічний паспорт. ВАТ «Гідросила», 2006. 20 с.
5. Посвятенко Е.К., Кропівний В.М., Посвятенко Н.І., Русских В.В. Ремонт шестеренних насосів гідросистем дорожніх машин. Збірник наукових праць ХНАДУ. Харків. 2008. Випуск 38. С. 122–136.
6. Закалов О.В., Закалов І.О. Основи тертя і зношування в машинах: навч. посіб. Тернопіль, Видавництво ТНТУ ім. І.Пулля, 2011. 322 с.
7. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141

УДК 631.31

ВІДЧИЗНЯНА ТЕХНІКА ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Дудник О.Ю. здобувач СВО,

Горовий М.В., ст. викл.,

Калнагуз О.М., ст. викл.,

Сіренко Ю.В., PhD.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Найкращими знаряддями для передпосівного обробітку ґрунту є комбіновані агрегати, культиватори та борони. Саме цими знаряддями можна досягти неглибокого та рівномірного розпушення ґрунту. Аби виконати всі умови мети, необхідно мати агрегати, які допоможуть у цьому.

Основні матеріали дослідження. Одними із них можна виділити декілька вітчизняних аналогів.

Паровий культиватор КПС-4 (рис. 1). Використовують даний культиватор для багатоярусного рихлення ґрунту перед початком посівних робіт і знищення різних видів бур'янів, проводиться боронування на швидкості до 12 км/год.



Рис. 1. Техніка для обробітку ґрунту

Дана модель випускається у двох варіантах – причіпному та навісному, також є пристосування для навішування додаткових борін. Робочими органами культиватора являються універсальні лапи стрільчастого типу, вони мають ширину захвату 27 см – 33 см, другий елемент – розпушувальні лапи на жорсткій стійці, ширина захвату від 35 до 65 мм, основний елемент – пружинні розпушувальні лапи, які мають ширину захвату 5 см.

Сійки лап кріпляться на спеціальних градільнях, які прикріплюються до рами культиватора шарнірно. Універсальні стрільчасті лапи розташовані в два ряди в шаховому порядку. Лапи шириною 27 см кріпляться в передньому ряді градирні, а у другорядному – лапи шириною 33 см на довгій градирні.

Борона зубова ОР – 0,7. Призначена для рихлення ґрунту, вирівнювання поверхності поля, знищення сходів бур'янів. Ширина захвату складає 0,07 м, а глибина обробки варіюється у межах 2-4 см. Маса становить 9 кг.

Дискові борони «Дукат» мають ширину захвату 5, 8, 12, 16 м, а її «родичка» на системному носії «Галер» - із захватом завширшки 8 м. Дисковий луцильник «Дукат» найкраще придатний для обробки стерньових культур. Він забезпечує інтенсивне перемішування ґрунту і рослинної маси на глибину до 14 см.

Глибкорозпушувач «Франк» - один із найефективніших засобів для поліпшення повітряного режиму ґрунту. Він здатен створити якісну мульчу з пожнивних решток. Він призначений для руйнування ущільнення шарів, що утворюються після використання знарядь горизонтального обробітку.

Посівний комплекс «Злотник» може сіяти як за мінімальною, так і

за нульовою технологіями завдяки висівному блоку з посиленнями дводисковими сошниками. Оснащення хвилястими дисками, встановленими перед кожним сошником, дає змогу із більшою кількістю поживних решток за технологією ноу-тілл. Висівний апарат з безступінчастим регулюванням норми висіву забезпечує швидке і точне налаштування потрібної норми висіву (від 2,3 до 300 кг/га) та внесення добрив.. Робочими органами приставки є хвилясті диски, що забезпечують розрізання поживних решток із розсуванням їх навсідч для можливості роботи дискового сошника сівалок із формуванням V-подібної канавки завширшки до 4 см. Зубова борони «Ліра» і система для внесення в ґрунт рідких мінеральних добрив та засобів захисту рослин утворюють комплекс «Реал» (комбіновані ґрунтообробні агрегати). Робочі секції складаються з п'яти рядків пружинних зубів, розташованих із зміщенням один щодо одного з кроком 38 мм. Це забезпечує якісний обробіток без допускання пропусків. Кут нахилу зубів регулюється одночасно на всій секції в межах від 15 до 90 градусів з інтервалом 15, що дає змогу змінити глибину обробітку від 3 до 9 см. Конструкція рами і причіпного пристрою забезпечує просте переведення борони із транспортного положення в робоче і навпаки за короткий термін (3-5 хв). Із цим легко, без сторонньої допомоги, впорається оператор технозасобу.

Висновки. Отже показники ґрунтообробних машин засвідчили, що вітчизняні сг машини не тільки не поступаються зарубіжним аналогам за якістю виконання відповідних технологічних операцій, в й у декілька разів виграють у ціні порівняно з ними.

Список використаних джерел

1. Пивовар В. Вітчизняна техніка для основного обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / В. Пивовар // Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2010. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vitchiznyana-tehnika-dlya-osnovnogo-obrobitku-gruntu>

5. Ґрунтообробні машини Лозівського ковальсько-механічного заводу [Електронний ресурс] / [С. Харченко, М. Циганенко, О. Анікеєв та ін.] Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу. 2008. URL: <https://propozitsiya.com/ua/vitchiznyana-tehnika-dlya-osnovnogo-obrobitku-gruntu-ta-efektivnist-yiyi-vikoristannya>.

УДК 621.436

**РЕЗУЛЬТАТИ СТЕНДОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗНОШУВАННЯ
ДЕТАЛЕЙ РОЗПИЛЮВАЧІВ ФОРСУНОК**

Дерев'янко Д.А., д.т.н.,
Брестовський Є.О., інж.,
Ящук В.О., інж.

Поліський національний університет, м. Житомир, Україна.

Постановка проблеми. Аналіз факторів, що впливають на знос деталей ДВЗ, показує, що паливна апаратура вкрай чутливо реагує на якість дизельного палива. Нині основною вимогою до технології виготовлення дизельного пального є поліпшення екологічних характеристик до складу пального під час зберігання, до продуктів згоряння пального. Однак, при виконанні цих вимог виникають питання щодо збереження в паливі протизносних властивостей.

Основні матеріали дослідження. Для вирішення завдання підвищення протизносних властивостей дизельних палив необхідне розроблення і застосування вітчизняних присадок під час виробництва палива або для використання на місці споживання. Це дасть змогу істотно збільшити напрацювання деталей паливної апаратури і забезпечити високий ресурс дизельних ДВЗ.

У результаті проведених стендових випробувань ПНВТ і розпилювачів форсунок двигуна Д-240 виявлено, що регуляторна характеристика паливного насоса і параметри, що характеризують працездатність форсунки, відповідають технічним вимогам для цього двигуна. На рис. 1 наведено дані за знятою швидкісною характеристикою паливного насоса УТН-5.

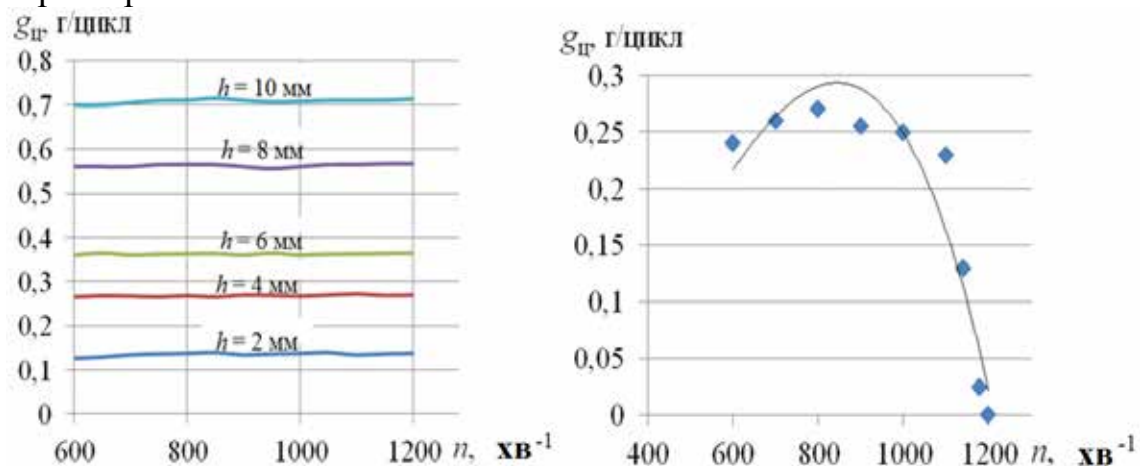


Рис. 1. Швидкісна характеристика паливного насоса УТН-5.

Представлена характеристика дала змогу визначити циклову подачу палива від положення дозатора та частоти обертання паливного насоса, які використовуються під час подальших випробувань.

Результати експериментального визначення зношування голки форсунки ФД-22 наведені згідно з методикою експериментальних досліджень визначення зміни геометричних параметрів ущільнювального паска замикаючого конічного сполучення та зміни ваги голки і ваги корпусу розпилювача під час експлуатації.

Для отримання математичної моделі зміни вагового зношування голки згідно з методикою експериментального дослідження було використано ортогональний центральний композиційний план. Відгуком математичної моделі є зміна ваги голки m_n . Факторами, що впливають на зношування, прийнято напрацювання t розпилювача форсунки і концентрацію α присадки ПТЛМ у дизельному паливі. У таблиці 1 наведено результати експериментального визначення вагового зносу голки форсунки ФД-22.

Таблиця 1

План експерименту в кодіваних значеннях факторів і результати дослідів

U	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ X ₂	X' ₃ =X ₁ ² -a	X' ₄ =X ₂ ² -a	y ₁	y ₂	y ₃	y _{ср}
1	+	-	-	+	1/3	1/3	0,230	0,239	0,239	0,236
2	+	+	-	-	1/3	1/3	0,889	0,875	0,882	0,881
3	+	-	+	-	1/3	1/3	0,230	0,243	0,235	0,236
4	+	+	+	+	1/3	1/3	0,874	0,889	0,883	0,881
5	+	-	-	0	1/3	-2/3	0,156	0,153	0,162	0,156
6	+	+	-	0	1/3	-2/3	0,791	0,845	0,800	0,801
7	+	-	+	0	-2/3	1/3	0,562	0,589	0,529	0,560
8	+	+	+	0	-2/3	1/3	0,528	0,526	0,626	0,56
9	+	0	0	0	-2/3	-2/3	0,480	0,480	0,480	0,48
$\sum_{u=1}^N X_{ju}^2$	9	6	6	4	2	2				

Обробка результатів дослідів дала змогу отримати регресійне рівняння залежності зміни ваги голки від концентрації присадки ПТЛМ і напрацювання форсунки в такому вигляді:

$$\Delta m_n = -9,721 \cdot 10^{-10} \cdot t^2 + 3,26 \cdot 10^{-4} t + 0,082 \alpha^2 - 0,161 \alpha + 0,074 \quad (1)$$

Рівняння (1) дало змогу розрахувати знос голки від концентрації присадки в ДП, і провести аналіз впливу низки факторів. На графіку (рис. 2) побудовано криві, що дають змогу наочно уявити характер впливу напрацювання і концентрації присадки в ДП. Аналіз кривих показує, що залежно від напрацювання розпилювача, втрати ваги голки збільшуються практично за лінійним законом (відстані між кривими практично однакові).

Залежність вагового зносу голки від концентрації присадки в ДП має складніший характер і являє собою криву другого порядку (парабола). Усі криві мають мінімальне значення втрати ваги за

концентрації присадки в ДП 1%. Дані щодо вагового зносу голки показують, що оптимальна концентрація присадки ПТЛМ у ДП дорівнює 1%.

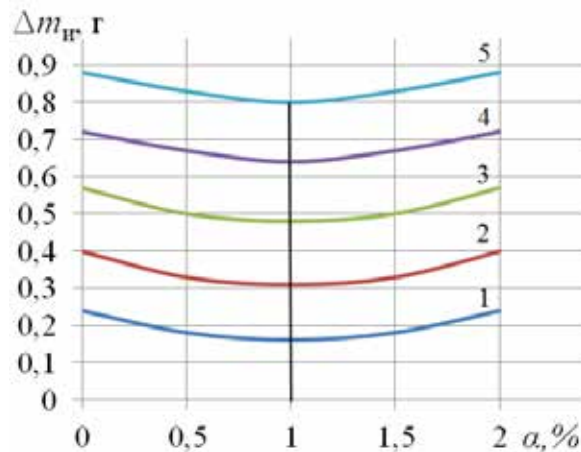


Рис. 2. Розрахункові криві залежності вагового зносу голки від концентрації присадки ПТЛМ у ДП і напруження розпилювача. Напруження: 1 – 500 мото-год; 2 – 1000 мото-год; 3 – 1500 мото-год; 4 – 2000 мото-год; 5 – 2500 мото-год

Результати експериментального визначення вагового зносу корпусу розпилювача форсунки ФД-22 наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень вагового зносу корпусу розпилювача

U	Результати дослідів D_{T_k} , г			
	y_1	y_2	y_3	y_{cp}
1	0,0867	0,085	0,086	0,086
2	0,2148	0,211	0,2187	0,213
3	0,0843	0,077	0,093	0,083
4	0,2035	0,196	0,213	0,201
5	0,0725	0,078	0,067	0,072
6	0,198	0,190	0,202	0,194
7	0,1285	0,126	0,134	0,125
8	0,1219	0,129	0,124	0,113
9	0,1285	0,118	0,136	0,132

Перевірка однорідності паралельних дослідів показала, що критерій Кохрена розрахунковий дорівнює 0,280888. Табличне значення критерію дорівнює 0,3346 за довірчої ймовірності 0,95 і ступенів свободи $f_1 = 9$ $f_2 = 2$.

У результаті опрацювання матеріалів було отримано регресійне рівняння:

$$\Delta m_k = 2,2 \cdot 10^{-8} t^2 + 0,013 \alpha^2 - 2 \cdot 10^{-6} t - 0,026 \alpha - 2,2 \cdot 10^{-6} t \alpha + 0,082. \quad (2)$$

Адекватність моделі підтверджували критерієм Фішера:

розрахункове значення дорівнює 1,8064, табличне - 2,06 за довірчої ймовірності, що дорівнює 0,95, та ступеню свободи $f_1 = 30$ і $f_2 = 2$.

На малюнку 5.8. наведено розраховані за формулою (5.8) криві, що показують характер впливу напрацювання розпилювача і концентрації присадки.

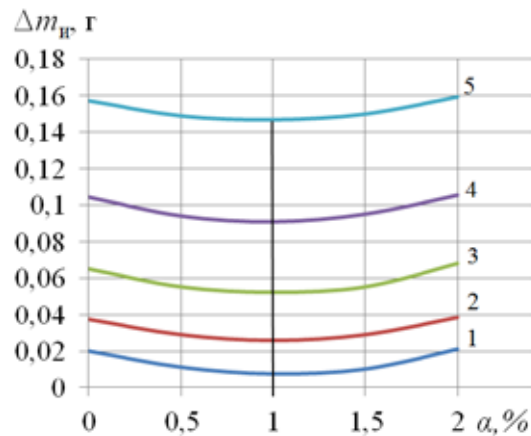


Рис. 3. Залежність вагового зносу корпусу розпилювача від концентрації присадки в паливі та напрацювання τ : 1 – 500 мото-год; 2 – 1000 мото-год; 3 – 1500 мото-год; 4 – 2000 мото-год; 5 – 2500 мото-год.

Аналіз наведених на рис. 3 кривих показав, що концентрація в паливі впливає на вагове зношення корпусу аналогічно впливу на вагове зношення голки (за параболічним законом).

Мінімальне значення втрати ваги припадає на концентрацію присадки 1%. Збільшення вагового зносу корпусу розпилювача спостерігається за концентрації присадки ПТЛМ більше або менше 1%.

Залежність вагового зносу корпусу розпилювача від напрацювання має також нелінійний характер. Зі збільшенням напрацювання вагове зношення збільшується. За концентрації присадки ПТЛМ 1% у ДП вагове зношення корпусу розпилювача становить за таких напрацювань:

- за 500 мото-годин – 0,009 г;
- за 1500 мото-годин – 0,053 г;
- за 2500 мото-годин – 0,144 г.

Результати експерименту показують, що раціональна концентрація присадки ПТЛМ у ДП становить 1%.

Згідно з методикою дослідження геометричних параметрів у сполученні "голка – корпус розпилювача" форсунок, викладеною в главі 4, проведені дослідження зміни довжини твірної L_1 від вершини конуса до ущільнювальної крайки, і зміна ширини ущільнювальної крайки Δb , мм.

У таблиці 3 наведено результати вимірювання довжини твірної L_1 від вершини конуса до ущільнювальної кромки.

Однорідність паралельних дослідів підтверджується критерієм Кохрена: розрахункове значення $G_p = 0,244$, табличне значення $G_T =$

0,334 за $\alpha = 0,05, f_1 = 2, f_2 = 15$.

На підставі результатів у табл. 3, отримано регресійну залежність зміни довжини твірної L_1 від напрацювання сполучення t і концентрації присадки ПТЛМ у паливі:

$$L_1 = 5,028 - 3,07 \cdot 10^{-4}t - 0,07108\alpha - 8,7 \cdot 10^{-5}t \cdot \alpha + 3,94 \cdot 10^{-7}t^2 + 0,021508\alpha^2$$

$$R^2 = 0,8673. \quad (3)$$

Таблиця 3

Результати вимірювання довжини твірної L_1 замикаючого конуса, мм

№ дослідів	y_1	y_2	y_3	$y_{\text{ср}}$
1	2,36	2,20	2,25	2,27
2	5,249	5,264	5,27	5,258
3	0,829	0,824	0,814	0,822
4	3,369	3,524	3,538	3,477
5	1,653	1,534	1,576	1,578
6	4,263	4,448	4,433	4,385
7	3,376	3,311	3,372	3,353
8	1,655	1,887	1,741	1,754
9	2,451	2,623	2,538	2,537

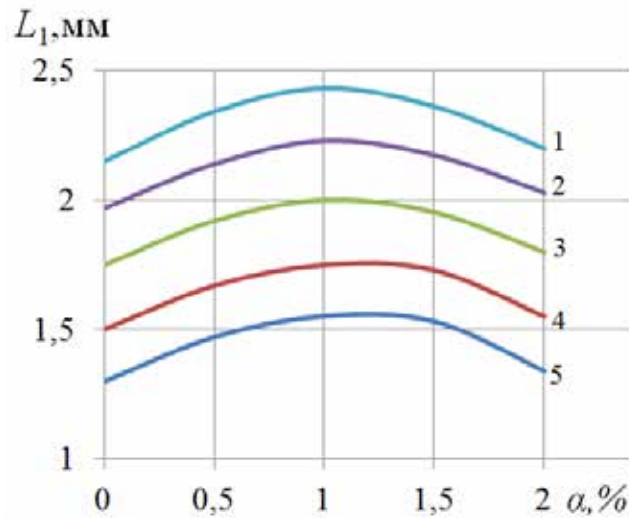
Адекватність моделі перевіряли за критерієм Фішера: розрахункове значення дорівнює 2,05, табличне значення – 2,13 за $\alpha = 0,05, f_1 = 14$ і f_2 восп. = 30. Табличне значення критерію Фішера більше за розрахункове, гіпотеза про адекватність приймається.

Розраховані за формулою (3) криві зміни відстані L_1 від концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі α та напрацювання сполучення t наведено на графіку (рис. 4).

З наведених на рис. 4 графіків встановлено, що зі збільшенням напрацювання довжина твірної L_1 від вершини конуса до ущільнювальної кромки зменшується. Це пов'язано з деформацією ущільнювальної кромки під час ударної дії голки об корпус розпилувача. При цьому ширина ущільнювальної кромки збільшується.

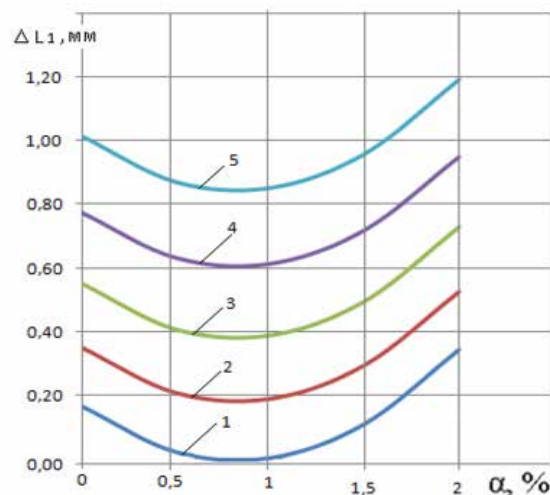
На рис. 5 наведено дані щодо величини зменшення L_1 залежно від напрацювання розпилувача і концентрації присадки в ДП.

На кожному інтервалі напрацювання найменше зменшення L_1 відбувається під час роботи на дизельному паливі з концентрацією присадки ПТЛМ у діапазоні від 0,95 до 1%. Під час напрацювання на товарному ДП зміна L_1 більша, ніж на ДП +1% присадки ПТЛМ.



1 – 500; 2 – 1000; 3 – 1500; 4 – 2000; 5 – 2500

Рис. 4. Залежність зменшення довжини твірної L_1 від вершини конуса до ущільнювальної кромки від концентрації α присадки ПТЛМ і напрацювання сполучення t . Напрацювання сполучення t , (мото-год)



1 – 500 мото-год; 2 – 1000 мото-год; 3 – 1500 мото-год; 4 – 2000 мото-год; 5 – 2500 мото-год

Рис. 5. Зміна довжини твірної L_1 від вершини конуса до ущільнювального паска залежно від концентрації присадки в ДП і напрацювання розпилювача

Під час напрацювання 500 мото-годин зменшення довжини твірної L_1 становило: на товарному ДП – 0,163 мм; на паливі з присадкою ПТЛМ у концентрації 1% – 0,00235 мм. При подальшому збільшенні концентрації присадки L_1 зменшується на 0,341 мм.

Вимірювання довжини твірної від вершини конуса до ущільнювальної кромки показали, що під час напрацювання розпилювачів на дизельному паливі з присадкою ПТЛМ у концентрації 0,95-1,05% зміщення ущільнювального паска від вихідного положення менше на порядок, ніж під час напрацювання на дизельному паливі.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що найменша зміна ширини ущільнювальної кромки відбувається під час експлуатації на дизельному паливі з 1% присадки ПТЛМ.

Результати досліджень підтвердили припущення про утворення на поверхнях деталей пухкого, нестійкого поверхневого шару, що руйнується в процесі роботи розпилювача форсунки, за концентрації присадки ПТЛМ у дизельному паливі 2% і більше.

UDC620.1

RESULTS OF ANALYSIS OF RELIABILITY INDICATORS OF AXIAL-PISTON HYDRAULIC MACHINES

Viunyk O., engineer, sin. teacher

Komar A., engineer,

Demchenko M., student

Dmytro Motorny iTavria state agrotechnological university, Zaporozhye, Ukraine

A detailed analysis of the reliability indicators of axial-piston hydraulic machines shows that a significant share (44%) of all malfunctions is caused by the pumping units of the pump and motor. Judging by the type and nature of wear of parts of the pumping unit, it can be said that they are caused mainly by hydro abrasive and cavitation wear, which are caused by the content of mechanical particles and dissolved air in the working fluid [1, 2]. Under the influence of impurities, high temperature and the presence of air in the working fluid, the acid number changes, and the additives in the fluid are destroyed. The dustiness of the air during the operation of mobile agricultural machines and directly in the area of the hydraulic drive elements is so high that after 50-60 hours of operation of the machine, the contamination of the working fluid exceeds the 10th class, and after 200-300 hours of operation, the contamination is 8-15 times higher than the limit value. Atmospheric dust enters the hydraulic system through the sealing of hydraulic cylinders, air cleaning devices (breather filter) and when topping up the working fluid. When machines are put into operation, all friction pairs in hydraulic units are run-in, which in the first 50-60 hours of their operation causes contamination of the working fluid with run-in residues. The concentration of contaminants in the working fluid, which is used in the technological process of repairing the hydraulic drive of construction and road machines, exceeds the permissible limit: in baths by 20-27 times; in stands 6-16 times; in the liquid fed into the hydraulic drive, 3-10 times [1, 2]. Mechanical contaminants that have entered the working fluid are in a suspended state and move with it along the hydraulic flow. Getting into the

gap between the surfaces by friction pairs, dirt particles can lead to increased wear of the parts of the couplings, an increase in the force of movement of the parts, and their jamming, acceleration of the oxidation process of the working fluid and deterioration of its operational properties [3]. The increased concentration of mechanical impurities in the working fluid has a negative effect primarily on hydraulic machines, which include precision pairs, in particular volumetric axial-piston hydraulic pumps and hydraulic motors. Volumetric hydraulic machines (DSTU 17752-2001) include pumps and pump-motors, the working process of which is based on alternately filling the working chamber with the working fluid and squeezing it out of the working chamber. Running-in of hydraulic machine parts is primarily carried out by idling with gradual loading in order to prevent damage to the friction surfaces of the parts at the beginning of their operation. One of the main indicators of run-in is the transition of the surface quality characteristics from the initial state after the final technological treatment to operational roughness. Run-in [3] refers to the process of changing the geometry of the friction surface and the physical and mechanical properties of the surface layers of the material in the initial period of friction, which usually manifests itself under constant external conditions in the reduction of friction work, temperature and wear intensity. As a result of running-in, the biggest irregularities that appear are smoothed out, the original ones are partially or completely destroyed and new ones are formed, different from the original ones in terms of shape and size. At the end of running-in, the roughness is established, which does not depend on the size and nature of the initial roughness obtained during mechanical processing, but depends on the wear conditions (the material of the friction pairs, pressure, temperature on the friction surface, lubrication conditions, the presence of impurities in the lubricating fluid, etc.). This roughness is optimal for the given friction conditions and ensures minimal wear. It can be both more and less than the original. In the period of stationary wear, which occurs after running-in, this roughness is reproduced in the entire subsequent process of normal operation of the friction pair. The hydraulic drive is an integral part of the mobile machine, therefore its reliability depends on the efficiency of its work, the timely performance of the specified amount of work and the costs due to downtime and repairs. The reliability of the hydraulic drive is established at the design stage, and is maintained at a given level during the operation of the machines. The reliability of the hydraulic drive during operation is realized. In addition to the parameters and conditions laid down in the design and production process, the reliability indicators are influenced by the methods and conditions of operation, the adopted system of maintenance and repairs, modes of operation and the qualifications of the service personnel.

References

1. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ

«Люкс», 2021. 141.

2. Akers A., Gassman M.P., Smith R.J. Hydraulic Power System Analysis. CRC Press, 2006. 381 p.

3. Журавель Д.П. Забезпечення надійності гідросистем сільськогосподарської техніки шляхом очищення робочих рідин. Науковий вісник ТДАТУ.2020. Вип. 10, т.2 URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/12947>.

UDC 621.515

CHOOSING OF TURBO COMPRESSOR ROTOR SURFACE RESTORATION METHODS

Dashyvets H., Ph.D. Eng.

Suliz Y., student

Dmytro Motornyi Tavria state agrotechnological university, Zaporizhzhia, Ukraine

Formulation of the problem. At present, considerable experience has been accumulated in the restoration of turbocharger rotors. The technological process consists of restoration methods that ensure the required level of operational properties of restored parts. The restored part of the rotor is the shaft. Taking into account the possibility of restoring the shaft in several ways (the method of repair sizes, galvanic build-up – chrome plating, iron plating and the electro sparking method of building up [1, 2]), it is necessary to substantiate and choose a rational technological method of restoration.

The method of three criteria (technological, technical, technoeconomic) is usually used to choose a rational technological method of restoring the surfaces of parts. But the multi-criteria choice based on the distance to the goal – the Pareto analysis method allows you to reach the effective frontier, which unites options dominating over others [3].

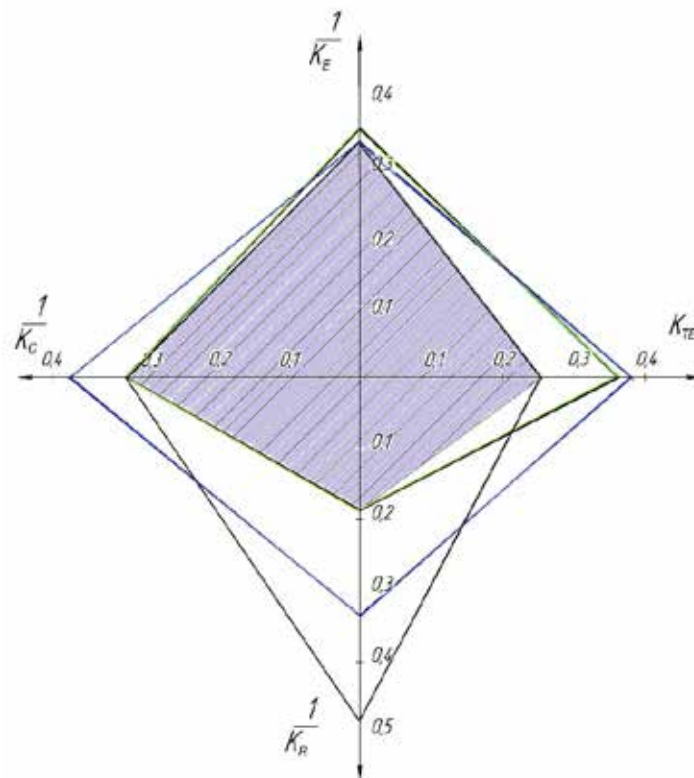
The main research materials. Three methods of shaft restoration were subject to analysis: electro sparking method of building up, iron plating, and chrome plating.

When restoring by the method of galvanic coatings, iron plating is most often used, chrome plating is less common. Applying a galvanic coating to the worn surface of the turbocharger rotor shaft is an effective way to restore the fit. The advantages of the method are the absence of thermal effects on the part, which causes undesirable changes in the structure and mechanical properties; obtaining with great accuracy the specified coating thickness; the possibility of simultaneously restoring a large number of parts.

When using the electric spark method, the rotor shaft is restored with medium or high-carbon steels in mechanized mode on special installations.

The method makes it possible to increase the micro hardness of the surfaces of the "rotor shaft – bearing sleeve" friction pair, reduce the intensity of wear, thereby creating conditions for increasing their average service life between repairs.

One of the methods of multi-criteria selection consists in the application of the integral criterion of the distance to the target. Its essence is in substantiating the ideal and evaluating the degree of approximation to it of each of the options. Criteria are defined for options for methods of restoration of shaft surfaces, and they are placed on radially located scales. The scales are built in such a way that the improvement of the criterion goes to the center. By connecting the points on the scales for the j-th option, a polygon is obtained. A polygon of the idealized version is built on the best values of the criteria (Figure 1). The generalized criterion of the distance to the target μ is defined as the ratio of the area of the j-th option to the area of the idealized one [3]. In order to construct a multi-criteria evaluation based on the distance to the target, the actual value of the criterion must be converted into a standardized value.



K_R – coefficient of resistance to tripping; K_E – endurance coefficient;
 K_C – coupling coefficient; K_{TE} – technical and economic coefficient

- – iron plating
- – chrome plating
- – electro sparking method of building up
- the perfect way

Fig. 1. Multi-criteria selection of the rotor shaft restoration method

When determining the distance to the target μ , the area of the polygon is determined as the sum of the areas of triangles with sides corresponding to the values of the criteria.

A comparison of μ values for different methods of restoration of turbocompressor rotors shows that the smallest distance to the goal (ideal) is characteristic of fertilizing ($\mu = 1,24$), and the furthest method is electro sparking method of building up ($\mu = 1,67$).

Conclusions. Ironing can be considered an effective way to restore worn surfaces of the turbocharger rotor shaft. This method is characterized by high technical and economic indicators: consumables are cheap and not in short supply, high productivity of the process, the ability to adjust the properties of the coatings within wide limits, sufficiently high wear resistance of the coatings, lack of thermal impact on the part.

References

1. Ремонт дизельних двигунів : довідник / за ред. Л. Є. Єрмолова. Київ : Урожай, 1991. 248 с.

2. Дашивець Г. І., Паніна В. В., Новік О. Ю. Оцінка зносів робочих поверхонь з'єднання деталей турбокомпресора «вісь ротора – підшипник»: Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. Мелітополь : ТДАТУ, 2017. Вип. 6, т. 3. Режим доступу: <http://nauka.tsatu.edu.ua>. С. 112–116.

3. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень. Київ : Урожай, 1994. 216 с.

УДК 621.9-114

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

Устінов В.Є., здобувач СВО ЗІГМ групи,

Самойчук К.О., д.т.н., проф.,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Параметри процесу різання в машинобудуванні грають важливу роль у досягненні точності та якості оброблених деталей. Ці параметри включають в себе різні аспекти, такі як швидкість різання, глибина різання, подачу інструмента, обертову швидкість інструмента та багато інших [1].

Основні матеріали дослідження Нижче подано загальну інформацію про деякі з цих параметрів та їх вплив на процес різання:

1. Швидкість різання: Швидкість різання визначається як швидкість переміщення інструмента відносно оброблюваного матеріалу. Вона впливає на температуру і тертя в зоні різання, а також на знос інструменту. Зависока швидкість різання може призводити до підвищеного зносу інструменту, тоді як занадто низька швидкість різання може призводити до залишкових напруг в деталях та погіршення якості обробки [1].

2. Глибина різання: Глибина різання вказує, на яку відстань інструмент занурюється в оброблюваний матеріал. Правильно налаштована глибина різання важлива для досягнення вимог щодо розмірів та геометричних параметрів деталі. Надто велика глибина різання може спричинити підвищене зусилля різання і знос інструменту [2].

3. Подача інструмента: Подача вказує на швидкість, з якою інструмент рухається вздовж оброблюваної поверхні. Вона впливає на якість, адже надто велика подача може призводити до деформації і руйнування матеріалу, а занадто мала - до низької продуктивності процесу [1].

4. Обертова швидкість інструмента: Обертова швидкість інструмента визначається кількістю обертів інструмента за одну хвилину. Вона важлива для досягнення потрібної швидкості різання та якості обробки. Різні матеріали і типи інструментів вимагають різної обротової швидкості [2].

5. Охолодження і змащення: Охолодження і змащення інструмента важливі для зниження температури в зоні різання і зменшення тертя. Це може покращити якість обробки та продовжити термін служби інструменту [2].

Зміна цих параметрів може варіюватися в залежності від типу матеріалу, типу інструмента, вимог до деталі та інших факторів. Точне налаштування параметрів різання вимагає знань і досвіду з машинобудування та врахування великої кількості факторів, адже воно вкрай важливе для досягнення високої якості та продуктивності в процесі різання. Параметри процесу різання можуть також залежати від типу оброблюваного матеріалу та інструменту [2]:

1. Під час різання, особливо при високих швидкостях і важких матеріалах, важливо використовувати системи охолодження для зменшення нагрівання інструменту і матеріалу. Для цього можуть використовуватися охолоджуючі рідини або повітряне охолодження.

2. Матеріал, з якого виготовлено інструмент (наприклад, вуглецева сталь, карбід вольфраму, алмази тощо), також впливає на параметри різання і довговічність інструменту.

3. Точність інструменту і його геометричні параметри (наприклад, ріжучий кут, зруб і так далі) мають значення для

досягнення високої якості обробки.

4. Для матеріалів, таких як пластмаси і композити, важливо розглядати параметри різання, які допомагають уникнути розколювання і розм'якшення матеріалу.

5. Різальні інструменти можуть мати різні форми та геометрії для різних видів робіт, включаючи свердління, різка, обточування, розшивання і т. д.

6. Видалення стружки з місця різання також є важливим аспектом, оскільки нагромаджена стружка може призвести до перегрівання інструменту та незадовільних результатів.

У деяких випадках, особливо при роботі з складними матеріалами або формами, може бути необхідно регулювати параметри різання в процесі роботи для досягнення оптимальних результатів.

Висновки. Загалом, ефективний контроль та оптимізація параметрів процесу різання є важливими для досягнення прогнозованих результатів при виробництві та механічній обробці матеріалів. Це вимагає ретельного планування, налагодження і контролю кожного аспекту процесу.

Список використаних джерел

1. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. Мелітополь: ММД, 2020. 428с.

2. Процеси і апарати харчових виробництв / За редакцією А.М. Поперечного. К. Центр учбової літератури. 2007. 301с.

UDC 620.1

RESULTS OF THE RESEARCH ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CONTAMINATION OF THE WORKING FLUID ON THE RELIABILITY OF THE HYDRAULIC DRIVE

Viunyk O., engineer, sin. teacher,

Khokhlov D., student

Dmytro Motorny iTavria state agrotechnological university, Zaporozhye, Ukraine.

The main source of power losses in the hydraulic pump is the technical condition of the couplings of the parts of the pumping assembly. The increased concentration of mechanical impurities in the working fluid accelerates the wear of friction surfaces. The study of the dependence of the wear of gear pumps of the GP-2 type on the concentration of mechanical impurities was carried out by the method of accelerated tests. The pumps

were tested in the nominal mode on the working fluid purified by an 8...12 μm filter. Then this liquid was contaminated with grinding powder. When the working fluid was contaminated with M-20 grinding powder with a mass concentration of 0.005%, the volumetric efficiency decreased by 17% in 138 hours. The decrease in volume efficiency by such a value on purified oil occurred in 1200 hours. When the working fluid was contaminated with M-4 grinding powder with a concentration by mass of 0.025%, after 5.5 hours the volumetric efficiency of the pump decreased to almost zero. Japanese experts believe [1] that the intensity of wear increases sharply when the concentration of pollutants increases to 0.15...0.2%. Specialists of the Ministry of Defense of Great Britain, the corporation "Witland Helicopter", the Imperial College and Research Institute (Navy) of the United States believe that a significant increase in the service life of hydraulic units is achieved in purity classes no lower than 14/11. The service life is doubled if the pollution level is reduced from 21/13 to 17/14 according to ISO44061 classification.

The effect of contamination of the working fluid on the reliability of the hydraulic drive of construction and road machines was studied in Khadi [2]. Examination of hydraulic excavators, bulldozers and mobile cranes that were in real operation conditions showed that the purity of working fluids on excavators and bulldozers is at the level of 16...17 classes, and that of mobile cranes is at the level of 15...16 classes. When refueling the machines with a working fluid with a purity of class 15, the maximum working time to the set values of the purity of the working fluid was 240 and 480 hours, respectively. It was found that particles with a size of 5...25 μm are dangerous for excavators, and 10-40 μm for bulldozers and truck cranes.

The study of the size distribution of particles made it possible to establish that the share of dangerous particles in their total number reaches 95% for excavators, and 30-33% for truck cranes and bulldozers.

When the temperature of the working fluid rises above 80 C and its contamination is at the level of the 75th class, the plunger of the hydraulic distributor jams, which leads to unstable operation of the hydraulic system, and the pump operates with increased noise characteristics. Bench tests of hydraulic pumps 210.25 and 223.25 showed that cleaning the working fluid from mechanical impurities allows to increase the performance of pumps for excavators by an average of 2.8 times, for truck cranes by 1.7 times. Simultaneous cleaning of mechanical impurities and water increases the service life of excavator pumps by 3.9 times, truck cranes by 1.9 times [1].

Research works [2] and other scientists have shown that intense wear is caused by particles whose size is proportional to the gap in the friction pairs. If the size of the particles is smaller than the gap, then the part of impurities in the liquid flow passes freely through it without causing damage. Particles of pollution, the size of which is much larger than the size of the gap, do not penetrate into it, but can cause partial blockage of the gap from the outside. Large particles can be broken into small ones. Contaminant particles, the size

of which is close to the size of the gap, are the most dangerous, especially when their hardness exceeds the hardness of the material of the parts. Penetration of larger particles into the gap is possible only after its increase as a result of the abrasive effect of small particles or as a result of distortion of parts under load. Once in the gap, the particle of contamination moves relative to the working surfaces with sliding, resulting in scratches on the surfaces of the contacting parts. The effect of particles on the surface is, as a rule, multiple. Difficult working conditions of agricultural, construction and road machinery (high dustiness, temperature fluctuations, humidity) lead to increased wear of hydraulic units and, as a result, to a high percentage of failures in work. Wear of hydraulic units of machines is determined by the presence of mechanical impurities in the working fluid and is mainly caused by hard abrasive particles. Hydraulic units that contain plunger pairs - hydraulic pumps, hydraulic motors, distributors - have the highest failure rate.

The topic of further research will be the analysis of methods of cleaning the working fluid from mechanical impurities.

References

1. Журавель Д.П. Забезпечення надійності гідросистем сільськогосподарської техніки шляхом очищення робочих рідин. Науковий вісник ТДАТУ.2020. Вип. 10, т.2 Режим доступу <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/12947>

2. Бондар А.М. Технічний сервіс мехатронних систем: навчально-методичний посібник до самостійної роботи. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 141.

СЕКЦІЯ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЯХ АПК, ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

UDC

A COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRINCIPLES OF CONDUCT OF FIRE BRIGADES DURING INCIDENTS WITH ELECTRIC AND HYBRID VEHICLES, DEVELOPED IN 2020 AND 2023

Taras Shchur¹, PhD., Asoc. Prof.,
Oleksandr Miroshnyk² Dr., Prof.,
Mateusz Olszewski³,
Katarzyna Szopa³,
Kacper Łysakowski³

¹*Cyclone Manufacturing Inc, Mississauga, Ontario, Canada.*

²*State Biotechnological University, Department of Electricity Supply and Energy Management, Kharkiv, Ukraine.*

³*Silesian University of Technology, Poland.*

Electric vehicles are definitely the future of transport, as they mainly create electromobility and are to change the image of Poland in the coming years. They contribute to the improvement of air quality and the country's energy security. The development of electromobility in the field of transport has presented emergency services with another challenge.

In connection with the introduction of electric cars to the automotive industry, the National Headquarters of the State Fire Service of Poland have become well aware of the threat posed by the increase in the number of vehicles on Polish roads and the need to standardize the rules for extinguishing fires in these types of cars. Therefore, in June 2020, a document entitled *"Standard rules of conduct during incidents with passenger cars with electric drive"* was issued. This document was in force in all units subordinate to the State Fire Service. During the creation of the above-mentioned document, consultations were held with manufacturers of electric vehicles, research institutions and fire protection units[1].

Bearing in mind the dynamic development of transport, a task force was established to develop the *"Standard rules of conduct during incidents with electric and hybrid cars"*. This document was approved on 25 May 2023 and replaced the existing regulations from June 2020.

The research team's priority was to improve the safety of firefighters during their operations and increase their knowledge in this field. During the development of the new regulations, the team members analyzed not only the solutions used in other European countries, but also the available results of research and experiments. What is more, they participated in lectures

given by modern vehicle manufacturers [2].

Analyzing the changes that have been introduced over the last 3 years, these are:

1. Extending the rules to include hybrid vehicles, i.e. a combination of electric and combustion engines. The previous regulations did not include a classification of such vehicles. It has now been developed and described in detail.

2. Extension of the rules to include non-passenger vehicles. The number of electric vehicles is growing at a rapid pace. Currently, the number of electric delivery vehicles, trucks and buses is increasing. The previous document described only passenger vehicles, as they were the most popular in the automotive market.

3. Emphasize the importance of proper hazard recognition and the use of vehicle rescue cards. Firefighters can find rescue cards directly in the vehicle or in mobile apps. These cards show a diagram of the vehicle with the most important elements for emergency services: the location of body reinforcements, the location of airbags, gas belt tensioners and batteries and accumulators.

4. Presentation of the most modern solutions used by manufacturers to facilitate the operation and recognition of the car.

5. Determination of the situation and temperatures that qualify for the decision to cool the battery, including cooling times and intervals. The basic task for those extinguishing such a fire is to extinguish the visible flames and then lower the temperature of the traction battery. Thanks to this, we can stop the uncontrollable further increase in the temperature of the battery and reduce the violence of the chemical reaction.

6. Presentation of the risk associated with the release of flammable and toxic gases during thermal decomposition of the battery, and thus the need for personal protective equipment, multi-gas sensors and the need to approach operations "with the wind at your back" or with the generated air stream from the smoke exhaust fan.

7. Drawing attention to the appropriate extinguishing agents and the method of their administration. The following extinguishing agents can be used to extinguish the fire: water and ABC or AB fire extinguishers.

8. Presentation of ways to use a fire extinguishing container to sink an electric car. Nowadays, special containers are becoming more and more common, which, after pulling in a pre-extinguished vehicle, are poured with water and left for several hours. In this safe and water-saving way, the firefighting operation is completed. On the one hand, this allows for virtually complete control over the fire, and on the other hand, it significantly reduces the need for water during the entire firefighting operation.

9. Prohibition of interference (cutting, crushing, opening) with batteries, cables, and other high-voltage equipment.

As a result of these changes, firefighters must constantly improve their professional skills, as they will contribute to improving safety in transport

[3]. As a matter of fact, the development of electromobility in the country is quite dynamic, but the number of electric vehicles on Polish streets is still hardly impressive compared to other European countries.



Fig. 1. Container for extinguishing electric vehicles [1]

References

1. URL: <https://www.gov.pl/web/kmpsp-krakow/dwa-nowe-kontenery-ratownicze-na-wyposazeniu-km-psp-w-krakowie>
2. «Standardowe zasady postępowania podczas zdarzeń z samochodami osobowymi z napędem elektrycznym», National Headquarters of the State Fire Service of Poland, 2020.
3. «Standardowe zasady postępowania podczas zdarzeń z samochodami z napędem elektrycznym i hybrydowym», National Headquarters of the State Fire Service of Poland, 2023.

УДК 621.3

КЛАСИФІКАЦІЯ СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Петренко О.В., здобувач СВО,

Барсукова Г.В. к.т.н., доц.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Виконання систем протипожежного захисту базується на диспетчеризації, що зводиться до основного місця дислокації. З іншого боку, автоматизація процесів протипожежного захисту починаючи від безпосередньо підприємства і закінчуючи диспетчерським пунктом має бути чітко сформованою і вираженою від усіх точок і до самого центру.

Говорячи про автоматизовані системи захисту на підприємствах, важливого значення набули сучасні системи, що встановлюються через певні відстані одна від одної. Основними виконуючими елементами таких систем вважаються датчики, що працюють на основі певних

мікросхем та чутливих елементів. Виконання таких систем зорієнтоване на перевищення встановленої критичної температури, вміст чадного або вуглекислого газу в повітрі, високий ступінь освітлення в приміщенні тощо.

В такий спосіб сигналізація є основним джерелом автоматизованого контролю за перебігом процесів щодо безпеки в приміщенні. Скажімо, що це підприємство базується на постачанні природного газу до котелень та промислових споживачів. Згідно з класифікацією, таке підприємство матиме чи не найвищий ступінь з пожежобезпеки з огляду на рід зайнятості. Відповідним чином, сигналізація для таких приміщень буде відрізнятися вимогами до чутливості.

Основні матеріали дослідження. Протипожежна сигналізація є сукупністю технічних засобів, що призначені для раннього виявлення місць загорянь, підвищеної температури чи задимлення у будівлях і спорудах. В разі ідентифікації надзвичайної ситуації цим передбачається:

- включення системи оповіщення;
- включення систем пожежогасіння та димовидалення;
- вимкнення припливної вентиляцію;
- вимкнення системи кондиціонування з метою запобігання поширенню вогню.

В залежності від масштабів використання протипожежні сигналізації діляться на:

- неадресні;
- адресні;
- адресно-аналогові.



Рис. 1. Система протипожежної сигналізації

Неадресні сигналізації найчастіше встановлюють на маленьких об'єктах. Такі технічні засоби у разі ідентифікації вогнищ загоряння

подають оповіщення щодо тривоги, що не дозволятиме точно ідентифікувати місця виникнення нештатної ситуації. Їх відрізняють порівняно низькою вартістю й високою ймовірністю в надходженні хибних сигналів.

Адресні сигналізації встановлюють на середніх і великих об'єктах та, на відміну від неадресних сигналізацій, дозволяють точно ідентифікувати місця виникнення загоряння чи задимлення.

Адресно-аналогові комплекси вважаються найдорожчими й найнадійнішими видами з протипожежної сигналізації. Вони мають у своєму складі порівняно велику кількість різних технічних інструментів, які дозволяють точно визначати місце виникнення нештатних положень, ідентифікувати їх характер й мінімізувати ймовірність хибних сигналів.

Висновки. Отже, протипожежна сигналізація включає у себе датчики, а також приймально-контрольні пристрої, системи з оповіщення, канали зв'язку, джерела резервного електроживлення, спеціалізоване ПО й інші комплектуючі.

УДК 631.33

ФОРМУВАННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ НА ЗАСАДАХ ЗБАЛАНСОВАНОГО РОЗВИТКУ

Квашук О.В., викл. вищої кваліфікаційної катег., викладач-методист,
*ВСП «Уманський фаховий коледж технологій та бізнесу» УНУС,
м. Умань, Україна.*

Розроблення і впровадження інноваційних технологій, які мінімізують викиди парникових газів при виробництві продукції рослинництва і тваринництва, є в першу чергу екологічно безпечними і забезпечують раціональне використання агроресурсів, зменшення антропогенного навантаження на природні екосистеми. Проте вітчизняна аграрна політика апріорі спрямована на виконання економічних завдань АПК і фактично не містить екологічної складової. Беручи до уваги те, що на аграрну галузь припадає до 15% світових обсягів викидів ПГ, стає необхідним розроблення заходів зі зменшення їх емісії у секторі «Сільське господарство». На сільське господарство припадає майже половина світового обсягу викидів двох найнебезпечніших неуглекислих парникових газів – окису азоту і метану. Викиди окису азоту з ґрунту і викиди метану у тваринництві складають понад 60% сукупного обсягу викидів неуглекислих парникових газів, і, за прогнозами, цей показник збільшуватиметься.

Викиди решти парникових газів відбуваються від спалювання біомаси, виробництва рису і заготівлі компосту. Виробництво тваринницької та рослинницької продукції є одним із значних джерел викидів парникових газів, що пов'язано з емісією вуглекислого газу, метану й окису азоту. Якщо ж врахувати ще й вирубку лісів для розширення земель сільськогосподарського призначення, у чому сільське господарство відіграє провідну роль, то його частка у загальних викидах парникових газів зростає до 30% [2]. Водночас, власне саме сільське господарство може сприяти зменшенню негативного впливу господарської діяльності на зміни клімату. Зокрема, сільське господарство істотно впливає на поглинання вуглецю у ґрунті та викидів вуглекислого газу внаслідок змін у землекористуванні (при зменшенні частки гумусу у ґрунті у зв'язку з нераціональним використанням землі, при підвищенні рівня розораності земель, при переведенні лісових угідь у сільськогосподарські).

Перспективними напрямками скорочення викидів парникових газів є реабілітація виснажених орних земель і пасовищ; поліпшення кормової бази у тваринництві та генетики жуйної худоби; вдосконалення технологій заготівлі та зберігання компосту; виробництво з нього біогазу. Перелічені заходи дають змогу не тільки знизити викиди парникових газів, але й підвищити продуктивність використання природних ресурсів. Аграрна галузь і далі зберігає свою значимість для України. Безперечно, дане питання є надзвичайно актуальними для аграрної науки та сільськогосподарського виробництва України. Про що свідчить низка міжнародних документів, які ратифіковані Україною. Зокрема, у січні 2020 р. Кабінет Міністрів України задекларував Європейський зелений курс (European Green Deal (EGD)) як пріоритетний напрям розвитку, створивши міжвідомчу групу, що координуватиме подолання наслідків зміни клімату в рамках ініціативи Європейської Комісії «Європейський зелений курс». Європейський зелений курс представлено в Європарламенті 11 грудня 2019 р. як комплекс заходів, що визначає політику ЄС з метою сталого зеленого переходу Європи до кліматично-нейтрального континенту до 2050 року і Україна не може стояти осторонь цього процесу. Згідно з Європейської економічної комісії ООН системи поводження з гноем визнано основним джерелом викидів аміаку (NH_3) у сільському господарстві. В Україні на сектор «Сільське господарство» припадає 29% (для порівняння у світі – лише 14%). Суттєвий внесок у цю структуру роблять викиди від поводження з відходами тваринництва і викиди від кишкової ферментації тварин. Наприклад, на 1 т виробленого молока ВРХ у середньому в Україні з гною у повітря викидається 8,6 кг NH_3 /рік; на 1 т приросту живої маси ВРХ – 150,1 кг NH_3 /рік; на 1 т приросту живої маси свиней – 26,0 кг NH_3 /рік; на 1 т приросту живої маси птиці – 18,9 кг NH_3 /рік і на 1 т вироблених яєць – 55,8 кг NH_3 /рік [2].

Серед основних завдань створеної Міжвідомчої робочої групи є підготовка пропозицій та рекомендацій щодо механізмів, оптимальних шляхів розв'язання проблем та сприяння реалізації державної політики за напрямками: зменшення викидів парникових газів; збереження об'єктів рослинного та тваринного світу, їх угруповань та комплексів, екосистем та складових елементів екомережі; запобігання та скорочення промислового забруднення; сприяння підвищенню ресурсоефективності промисловості та переходу до низьковуглецевого циркулярного виробництва [1]. Наукові дослідження в Україні з цих питань тривають протягом багатьох років. Серед основних напрацювань наших вчених, можна виділити багато того, що вже зроблено. Розроблено наукові основи мінімізації емісії закису азоту та аміаку з сільськогосподарських джерел відповідно до Спільної аграрної політики ЄС. Для реалізації мети розроблено прогнозні моделі балансу нітрогену у рослинництві з урахуванням емісії та зміни гумусу у ґрунті України і порівняно з показниками ЄС. Розроблено рекомендації зі скорочення викидів аміаку з сільськогосподарських джерел і рекомендації з належної сільськогосподарської практики щодо скорочення втрат азоту у сільському господарстві, які дають змогу розрахунковим шляхом здійснювати моніторинг викидів аміаку на азотовмісних парникових газів на рівні господарств, регіонів чи країни. Розроблено технологічні рішення для тваринницьких підприємств, які дають змогу знизити антропогенне навантаження. Це способи обробки осадів станцій очисних споруд, способи одержання органічного і органо-мінерального добрива з курячого посліду, які підтверджено 12 патентами і мають низку технологічних переваг порівняно з аналогами. Відповідно до концепції ЮНЕП «Глобальне зелене зростання» та Стратегії ОЕСР (Організації економічного співробітництва та розвитку) щодо переходу на засади «зеленого» зростання, визначено основні інноваційні підходи до вирішення екологічних проблем, які включають заходи, що спрямовані на більш економне та ефективне використання природного капіталу; більш ефективне використання ресурсів для мінімізації впливу на навколишнє природне середовище; впровадження інновацій для відновлення природного капіталу та вчасного запобігання його виснаженню. З метою збереження водно-болотних угідь, збереження і відтворення біорізноманіття, збільшення депонування вуглецю визначено основи Концепції збалансованого розвитку гідроекосистем і торфовищ. Обґрунтовано екологічну паспортизацію боліт, торфовищ і осушених земель України. Створено єдину в Україні торфотеку, яку нині готуємо для визнання як національне надбання.

Нині для України назріла гостра необхідність у визначенні нової стратегії розвитку аграрного сектору економіки на засадах збалансованого розвитку з мінімізуванням негативного впливу на агроресурси, які спричиняють викиди парникових газів і змінам

клімату. Потрібні рішучі дії і підтримка на державному рівні розроблення нормативно-правового, еколого-економічного, організаційного та наукового забезпечення і впровадження економічних стимулів за використання у виробництві екологічно безпечних, інноваційних, ресурсозберігаючих та природоохоронних технологій. Ми навчилися орати, сіяти, збирати і переробляти вирощену сировину. Тепер життя вимагає від нас вирощувати, виробляти і зберігати сільськогосподарську сировину і продукцію але з урахуванням впливу на навколишнє природне середовище.

Список використаних джерел

1. Лупенко Ю.О., Малік М.Й., Булавка О.Г. Стратегічні напрями сталого розвитку сільських територій на період до 2030 року / за ред. Ю.О. Лупенка. Київ: ННЦ "ІАЕ", 2020. 60 с.

2. Сільське господарство України. 2020: стат зб. / Держ. служба статистики України. Київ, 2020. URL: http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/zb_sg2017_pdf.pdf.

УДК 621.314

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ

Барсукова Г.В., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Світська спільність все більше стає обізнаною в екологічних питаннях, і використання сонячних панелей сприяє зменшенню викидів парникових газів і підтримці сталого розвитку. Їх використання допомагає зменшити енергоспоживання та витрати на освітлення, що є актуальним в умовах зростаючих вартостей електроенергії. Сонячні панелі надають можливість будувати автономні системи освітлення, що важливо у віддалених або не зацікавлених регіонах. Таке використання допомагає розширити ресурси виробництва енергії та знижує залежність від імпорту паливних ресурсів. Постійний розвиток сонячних технологій сприяє зниженню вартості сонячних панелей і підвищенню їх продуктивності, що робить їх більш доступними для використання. Багато хто вважає використання сонячних панелей частиною своєї соціальної відповідальності та вкладом у спільноту.

Усі ці аспекти підкреслюють актуальність використання сонячних панелей для освітлення приміщень, особливо в умовах зростаючого попиту на сталу і стійку енергетичну систему.

Основні матеріали дослідження. Використання сонячних панелей для освітлення приміщень має ряд переваг та недоліків (рис. 1).



Рис. 1. Сонячні панелі

До основних переваг використання сонячних панелей для освітлення приміщень можна віднести:

- Сонячні панелі використовують сонячне випромінювання, що не супроводиться викидами парникових газів, що зменшує вплив на зміну клімату та допомагає зберегти навколишнє середовище.

- Сонячні панелі дозволяють забезпечити освітлення навіть у віддалених районах або під час відключення електроенергії через аварії або інші причини.

- Після встановлення сонячних панелей витрати на електроенергію значно зменшуються або навіть повністю усуваються, що сприяє економії грошей.

- Сонячні панелі мають тривалий термін служби і можуть працювати без істотного зниження продуктивності протягом багатьох років.

- Сонячні панелі вимагають мінімального обслуговування, головним чином полягаючи у забезпеченні їх чистоти та правильної роботи.

До недоліків використання сонячних панелей для освітлення приміщень відносяться:

- Ефективність сонячних панелей залежить від погодних умов, тому в разі похмурого або дощового дня виробництво електроенергії може бути значно обмеженим.

- Встановлення сонячних панелей вимагає значних ініційних витрат на обладнання та інсталяцію.

- Для покриття всієї потреби в енергії для освітлення приміщень може знадобитися значна площа для встановлення сонячних панелей.

- Ефективність сонячних панелей може сильно варіювати в залежності від місця розташування, нахилу та орієнтації панелей.

- Для освітлення вночі або в періоди облаштування погоди необхідно використовувати системи зберігання енергії, такі як акумулятори, що може збільшити вартість системи.

Висновки. Не дивлячись на переваги та ряд недоліків, використання сонячних панелей для освітлення приміщень є актуальним та екологічно обґрунтованим рішенням. Їх використання сприяє зменшенню енергоспоживання та викидів парникових газів, а також енергоефективності та сталому розвитку, роблячи сонячні панелі привабливим вибором для майбутнього освітлення приміщень.

Список використаних джерел

1. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія [Текст] / П. Д. Лежнюк, О. А. Ковальчук, О. В. Нікіторович, В. В. Кулик. Вінниця : ВНТУ, 2014. – 204 с. – ISBN 978-966-641-577-9.

УДК 621.3

СТРУКТУРА СИСТЕМ ПРОТИПОЖЕЖНОГО ЗАХИСТУ

Петренко О.В., студент,

Барсукова Г.В., к.т.н., доцент,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Системи протипожежного захисту складаються з певного набору структурних елементів з метою досягнення необхідного порогу чутливості та якісної сигналізації про перевищення заданої температури, вмісту СО, перевищення рівня освітленості тощо.

Тому, питання якісної структури такої системи є важливим аспектом в її належному функціонуванні.

Основні матеріали дослідження. Протипожежною сигналізацією включається набір датчиків, приймально-контрольних пристроїв, систем з оповіщення, каналів зв'язку, джерел резервного електроживлення, спеціалізованих ПЗ й інших комплектуючих. Крім того, вони можуть включати у себе й ідентифікатори проникнення, вологості й витоків води.

Пожежні датчики поділяться на чотири основні види:

- 1) теплові датчики;
- 2) димові датчики;
- 3) датчики полум'я;

4) комбіновані датчики.

Теплові датчики з пожежної сигналізації (теплові пожежні сповіщувачі) реагують на наявність перепадів температури. Із точки зору пристроїв теплові датчики поділяють на:

а) порогові - з заданою межею в температурах, після чого спрацюють датчики;

б) інтегральні – ті, що реагують на різку швидкість змін температури.

Димові датчики з пожежної сигналізації визначають наявність у повітрі диму.

Датчики полум'я мають на меті виявлення наявності тліючого вогнища чи відкритого полум'я.

Комбіновані датчики з пожежної сигналізації поєднують у собі кілька способів з визначення ознак пожежі.

В залежності від виду контрольованого показника у комплексах використовують датчики:

- диму;
- температури;
- відкритого вогню;
- газу.

Системи з оповіщення мешканців, а також відвідувачів чи персоналу будівель та споруд при пожежах служать для своєчасної евакуації людей за надзвичайних ситуацій.

За надходження сигналу тривоги застосовують такі методи попередження:

- голосове (текстове);
- світлове (знаки та проблискові маячки);
- звукове (сирени);
- зональне (територія в приміщенні ділиться на зони, де кожна з яких матиме свої характеристики сигналів).

На практиці указані комплекси зазвичай використовують комбінації різних способів у залежності від характер об'єкту і кількості мешканців, а також відвідувачів чи персоналу.



Рис. 1. Комплекс елементів протипожежної сигналізації

Висновки. Таким чином, структура системи пожежооповіщення налаштована отримання сигналів від спеціальних датчиків, виконуючими елементами яких чутливі елементи. Згодом отримані сигнали передаються до систем оповіщення персоналу та за допомогою програмного забезпечення до пункті реагування на надзвичайну ситуацію.

УДК 621.383

ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИВІДБИВНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ ОКСИДУ ЦИНКУ ДЛЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНИХ КРЕМНІЄВИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Дяденчук А.Ф., к.т.н., доц.,
Карпиєнко О.В., здобувач СВО «Бакалавр»,
*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Ефективність фотоперетворювача сонячного елемента значною мірою залежить не лише від електричних, але й від оптичних властивостей структури. Так відбиття фотонів призводить до зменшення генерації електронно-діркової пари за рахунок високого показника заломлення напівпровідникових матеріалів. Щоб подолати цю проблему, використовується

антивідбивні покриття, якими зазвичай виступають бінарні та потрійні оксиди та їх різні легуючі системи, такі як ZnO, CdO, SnO₂, In₂O₃, Cu₂O, Ga₂O₃, SrTiO₃ тощо [1]. Крім цього останнім часом особлива увага приділяється дослідженню поруватого кремнію (PS) як антивідбивного покриття [2, 3]. Одношарове антивідбивне покриття зазвичай дозволяє мінімізувати відбиття на одній довжині хвилі. Досягти відбиття в широкому діапазоні видимого спектру дозволяють багатошарові антивідбивні покриття [4]. Хороше антивідбивне покриття є дуже важливим для роботи сонячних батарей, оскільки воно забезпечує високий фотострум за рахунок мінімізації відбивної здатності [5].

У зв'язку з цим, необхідно приділити належну увагу вибору ідеального співвідношення показників заломлення під час проектування для мінімального відбиття.

Згідно з вищезазначеним, метою дослідження є порівняння характеристик одно- та двошарових просвітлюючих покриттів сонячного елемента на основі оксиду цинку та поруватого кремнію для високоефективних кремнієвих сонячних елементів.

Основні матеріали дослідження. Коефіцієнт корисної дії сонячних елементів значною мірою залежить від відбиття світла на їх поверхні. Велике відбиття може призвести до втрати сонячної енергії за рахунок зниження або відсутності генерації електроенергії.

Відбивну здатність структури, коли падаюче світло падає нормально на поверхню кремнію, покритого шаром одного антивідбивного покриття, знайдемо за формулою [4]:

$$R = \frac{r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\theta_1}{1 + r_1^2r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\theta_1},$$

де $r_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1}$, $r_2 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$ і $\theta_1 = \frac{2\pi n_1 d_1}{\lambda}$.

У випадку з подвійним антивідбивним покриттям відбивну здатність можна розрахувати, скориставшись виразом [6]:

$$R = \frac{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 + r_1^2r_2^2r_3^2 + 2r_1r_2(1 + r_3^2) \cos 2\theta_1 + 2r_2r_3(1 + r_1^2) \cos 2\theta_2 + 2r_1r_3 \cos 2(\theta_1 + \theta_2) + 2r_1r_2^2r_3 \cos 2(\theta_1 - \theta_2)}{1 + r_1^2r_2^2 + r_1^2r_3^2 + r_2^2r_3^2 + 2r_1r_2(1 + r_3^2) \cos 2\theta_1 + 2r_2r_3(1 + r_1^2) \cos 2\theta_2 + 2r_1r_3 \cos 2(\theta_1 + \theta_2) + 2r_1r_2^2r_3 \cos 2(\theta_1 - \theta_2)},$$

де $r_3 = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3}$ і $\theta_2 = \frac{2\pi n_2 d_2}{\lambda}$.

Значення показників заломлення середовищ, використані під час розрахунків відбивної здатності, вказано в табл. 1, товщина шарів обиралася порядку 60 нм. Довжина хвилі задавалась в межах від 250 до 1200 нм.

На рис. 1 показано зміну коефіцієнта відбиття як функцію довжини хвилі. Хоча криві одношарових антивідбивних покриттів переслідують подвійне покриття у великих довжинах хвиль, але існує відмінності між цими кривими.

Таблиця 1

Матеріали антивідблискових покриттів з їх показниками заломлення

Показник заломлення, n		
ZnO	PS	Si
1,7	1,85	3,88

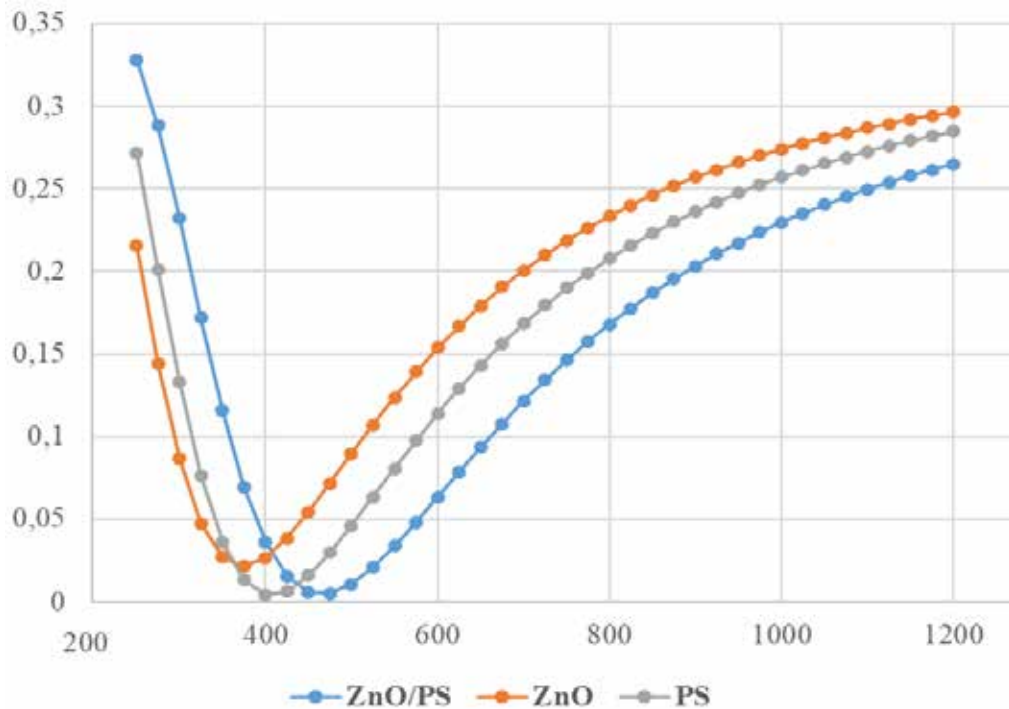


Рис. 1. Коефіцієнт відбиття запропонованої комірочки для одного та двошарового просвітлюючих покриттів ZnO, PS та ZnO/PS

Пікова енергія в сонячному спектрі становить близько 500 нм, тоді як пік відносного спектрального відгуку в кремнієвій комірці знаходиться в діапазоні довжин хвиль приблизно 800-900 нм, тому діапазон довжин хвиль найкращого антивідбиття знаходиться в діапазоні 500-700 нм [7]. З рис. 1 очевидно, що ефект двошарового покриття в заданому діапазоні довжин хвиль набуває кращих значень порівняно з одношаровими. Коефіцієнт відбиття для ZnO/PS на довжині хвилі в діапазоні 500-700 нм не перевищує 12%, в той час як для одношарових покриттів PS та ZnO в заданому діапазоні може досягати ~20%.

Таким чином, очікується значне покращення продуктивності сонячної батареї за допомогою подвійного антивідбивного покриття порівняно з випадками з одношаровим покриттям. Встановлено, що коефіцієнт відбиття для покриття ZnO/PS в діапазоні довжин хвиль найкращого відбиття не перевищує 12%, в той час як для одношарових покриттів PS та ZnO в заданому діапазоні може досягати 20%.

Список використаних джерел

1. Maqsood S., Ali Z., Ali K., Ishaq M., Sajid M., Farhan A., Rahdar A., Pandey S. Assessment of different optimized anti-reflection coatings for ZnO/Si heterojunction solar cells. *Ceramics International*. 2023. V. 49, Issue 23, Part A. Pp. 37118–37126. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.08.313>
2. Dyadenchuk A., Domina N., Oleksenko R. Simulation of Solar Element Characteristics Based on Porous Silicon. *2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES)*, Kremenchuk, Ukraine. 2022. Pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/MEES58014.2022.10005773>
3. Хрипко С. Л., Кідалов В. В. Сонячні батареї створенні на основі низько-розмірних нанокмпозитних структур. *Журнал нано- та електронної фізики*. 2016. Т. 8, № 4 (2). Р. 04071–1.
4. Sharma R., Gupta A., Viridi A. Effect of Single and Double Layer Antireflection Coating to Enhance Photovoltaic Efficiency of Silicon Solar. *J. Nano- Electron. Phys.* 2017. V. 9, No 2. Pp. 02001(4pp). [https://doi.org/10.21272/jnep.9\(2\).02001](https://doi.org/10.21272/jnep.9(2).02001)
5. Wright D. N., Marstein E. S., Holt A. Double layer anti-reflective coatings for silicon solar cells. *Conference Record of the Thirty-first IEEE Photovoltaic Specialists Conference*. 2005. Lake Buena Vista, FL, USA. Pp. 1237-1240. <https://doi.org/10.1109/PVSC.2005.1488363>
6. Double Layer Anti Reflection Coatings. URL: <https://www.pveducation.org/pvcdrom/design-of-silicon-cells/double-layer-anti-reflection-coatings> (дата звернення: 20.10.2023)
7. Kosyachenko L. A. (Ed.). Solar Cells – Silicon Wafer-Based Technologies. *InTech*. 2011. <https://doi.org/10.5772/1758>

УДК 681.564

ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ХОЛОДИЛЬНИХ УСТАНОВОК: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Барсукова Г.В., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Впровадження і підтримка ефективного холодильного устаткування є актуальною проблемою в галузі техніки та енергетики сучасного світу. Енергетичні витрати холодильних систем відіграють важливу роль у споживанні енергії та, відповідно, викидах парникових газів. Дослідити та проаналізувати енергетичні витрати холодильних установок з точки зору наукових аспектів, а

також розглянути можливі перспективи для їхньої оптимізації є актуальними питаннями сьогодення.

Основні матеріали дослідження. Однією з ключових характеристик холодильних установок є їхня продуктивність, що характеризується коефіцієнтом продуктивності роботи холодильної установки (рис. 1).



Рис. 1 Холодильна установка.

Коефіцієнт продуктивності (COP), що визначається як відношення виробленої холоду до спожитої електроенергії. Вищий COP свідчить про більшу ефективність системи. Енергетичні витрати головним чином виникають при компресії холодильного агента, що вимагає певної кількості енергії для створення необхідних умов охолодження. Оптимізація даних процесів та використання більш ефективних компресорів може значно зменшити споживану енергію [1].

Ще одним важливим аспектом є вибір холодильного агента. Деякі агенти мають більшу тепломісткість і нижчу температуру кипіння, що дозволяє зменшити робочий тиск і, відповідно, енергетичні витрати компресора. Однак, слід також враховувати аспекти екологічної безпеки та парниковий потенціал агента. Оскільки багато з традиційних холодильних агентів, таких як хлорфторуглеводні (ХФУ), здатні утворювати парникові гази у атмосфері, що сприяють глобальному потеплінню. Парниковий потенціал агентів оцінюється порівняно з парниковим потенціалом діоксиду вуглецю (CO_2), який має парниковий потенціал. ХФУ та інші агенти можуть мати парниковий

потенціал у сотні та тисячі разів більший, ніж CO₂. Такий високий парниковий потенціал зумовлює необхідність заміни таких агентів менш шкідливих для навколишнього середовища (пропан, аміак, гідрокарбони). Вони вже використовуються в деяких холодильних системах і представляють собою більш екологічно безпечну альтернативу традиційним холодильним агентам.

Зменшення енергетичних витрат може бути досягнуто за допомогою різних технологій, таких як ізоляція, використання регульованих компресорів, та теплообмінники. Рекуперація тепла, отриманого під час охолодження, може бути використана для опалення або підігріву води, що є ще одним способом зменшення загальних енергетичних витрат.

Науковий підхід до аналізу та оптимізації енергетичних витрат холодильних установок дозволяє вдосконалити їх функціонування та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Враховуючи зростаючу потребу в охолодженні в різних галузях, таких як продукція харчових продуктів і зберігання лікарських засобів, пошук нових рішень для зниження енергетичних витрат холодильних систем залишається актуальним завданням науки і техніки.

Список використаних джерел

1. Остапенко О.В., Зімін О.В., Подмазко І.О., Хмельнюк М.Г. Шляхи підвищення енергоефективності холодильної установки підприємства харчової промисловості. Холодильна техніка та технологія. 2016. № 52 (6). С. 4–10. doi: 10.15673/ret.v52i6.464.

УДК 631.3: 62-192.793

НАДІЙНІСТЬ ТА ДОВГОВІЧНІСТЬ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,

Іващенко С.В.¹, інж.,

Лісовський Л.В.¹, інж.,

Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Наука про надійність техніки вивчає закономірності зміни показників працездатності об'єктів з бігом часу, а також фізичну природу пошкоджень і відмов, і на цій основі розробляє методи, що забезпечують з найменшими витратами часу та засобів необхідну довговічність і безвідмовність роботи машин. У статті представлені сучасні уявлення про надійність і довговічність трібомеханічних систем сільськогосподарської техніки, розглянуто види і характеристики відмов машин, що визначаються трибологічними процесами.

Надійність машин – один з основних показників їх якості. Надійність, працездатність та довговічність трібомеханічних систем машин у значному ступені залежать від надійності та технічного стану деталей пар тертя. Специфічні особливості надійності машин наступні: процеси зміни функціональних параметрів машин випадкові; всі процеси створення та використання машин впливають на експлуатаційну надійність; фізичні закономірності, що визначають зміни характеристик машин, різноманітні та складні; у всіх закономірностях обов'язково діє фактор часу.

Якість деталей пар тертя у значному ступені визначається властивостями поверхневого шару матеріалу, з якого вона виготовлена. Поверхневі шари також протидіють зносу, корозії, тепловому та іншим видам впливів за технічної експлуатації.

Працездатність машин в першу чергу залежить від швидкості зміни параметрів їх технічного стану, стабільності та тривалості збереження цих параметрів в заданих допустимих межах. Перевищення хоча б одним параметром граничного значення означає порушення справності і працездатності машини. В ринкових умовах проблема підвищення якості, надійності, довговічності і ефективності сільськогосподарської техніки особливо актуальна.

Сільськогосподарська галузь гостро має потребу у високопродуктивних, надійних і економічних вітчизняних машинах, що дозволяють інтенсифікувати технологічні процеси виробництва та зростаючим вимогам системи «людина – машина – середовище». Надійність, довговічність і працездатність механічних систем сільськогосподарської техніки у значному ступені залежать від надійності і ефективності, технічного стану їх вузлів та пар тертя.

Мета дослідження розвиток і вдосконалення теоретичних основ надійності та довговічності технічних та біоенергетичних систем природокористування.

Основні матеріали дослідження. Сільськогосподарські машини складаються з великої кількості спеціальних деталей, збірних одиниць і робочих органів. Укрупнювання їх можливо класифікувати на сім груп:

1. Ходова частина;
2. Несуча система;

3. Механізми приводу та трансмісія;
4. Транспортуючі робочі органи (шнеки, транспортери, лапи і т.ін.);
5. Регулюючі робочі органи (леміші плугів, молотки кормодробарок, лапи культиватора, диски борін, сошники, фрези, ріжучі ножі, підкопуючі лапи);
6. Системи керування та підйому;
7. Деталі та збірні одиниці загального призначення (ланцюги, зубчасті редуктори, зірочки, муфти, карданні передачі).

Згідно теорії систем, структура системи характеризується елементами або деталями, їх необхідними властивостями, та їхніми взаємозв'язками. [1]. Трібомеханічна система визначається як ціле, функціональне призначення якої поєднано з взаємодіючими поверхнями у відносному русі. Найпростіша структура трібомеханічної системи складається з двох твердих тіл 1 та 2, що обмінюються механічними входами і виходами крізь поверхню розділу у ділянці їх контакту [2, стор.42].

Практично кожна машина або механізм являються фрикційними системами, тобто складаються з механічних підсистем та системи матеріальних точок, фізико хімічної та термодинамічної систем. У більшості випадків, надійність і довговічність пар тертя визначає техніко-економічні і екологічні показники всього механізму або машини, надійність та безпеку їх експлуатації, а у підсумку – їх конкурентоздатність.

Відомо, що надійність, як властивість механічної системи зберігати в часі працездатний стан, лімітується технічним станом її елементів – деталей та вузлів найбільш навантажених збірних одиниць, робочих органів, пристроїв і механізмів. Це зв'язано з тим, що ведучі процеси втрати їх працездатності – руйнування або недопустима пластична деформація; множинна - і мало циклова об'ємна втома; безліч видів поверхневого руйнування деталей при терті, являються причиною відмов практично 100% технічних систем, що призводять до значних економічних втрат [3].

Дослідження процесів взаємодії робочих органів сільськогосподарських машин з матеріалами, що відбуваються за безпосереднього контакту двох тіл (робочий орган – середовище), частіше всього зводиться до визначення енергоємності і якості обробки. Ці завдання полягають у обґрунтуванні раціональних геометричних параметрів робочих органів, що повинні створювати мінімальну енергоємність та мати сталий технічний стан. [4].

Підвищення ресурсу і надійності пар тертя та робочих органів механічних систем сільськогосподарської техніки, в багатьох випадках визначається їх сумісністю, під якою розуміється здатність системи реалізувати оптимальний стан за вибраними критеріями, і в заданому діапазоні умов технічної експлуатації.

Будь-яке рухливе спряження деталей агрегатів сільськогосподарської техніки треба представляти як сукупність окремих елементів, котрі є обов'язково у складі механічної системи з певним співвідношенням між ними, і представляють її структуру. (рис.1). Як бачимо зі схеми представленої на рисунку 1 технічної системи, входні характеристики, як правило, є зовнішні впливи, перетворюються у системі з ціллю реалізації свого функціонального призначення.

Ефективність будь-якої технічної системи можливо оцінити величиною втрат, котрі доцільно розділити на дві групи:

Втрати енергії на тертя, котрі приблизно можливо оцінити коефіцієнтом тертя:

$$f_{\text{тер}} = \frac{F_{\text{тер}}}{N} \quad (1)$$

Втрати матеріалу в результаті структурних змін і руйнування поверхонь тертя, величину котрих треба визначати інтенсивністю зношування:

$$J = \frac{\Delta h}{\Delta S} \quad (2)$$

де Δh – лінійний знос трибоелементів спряження, мкм;

ΔS – шлях тертя, м.

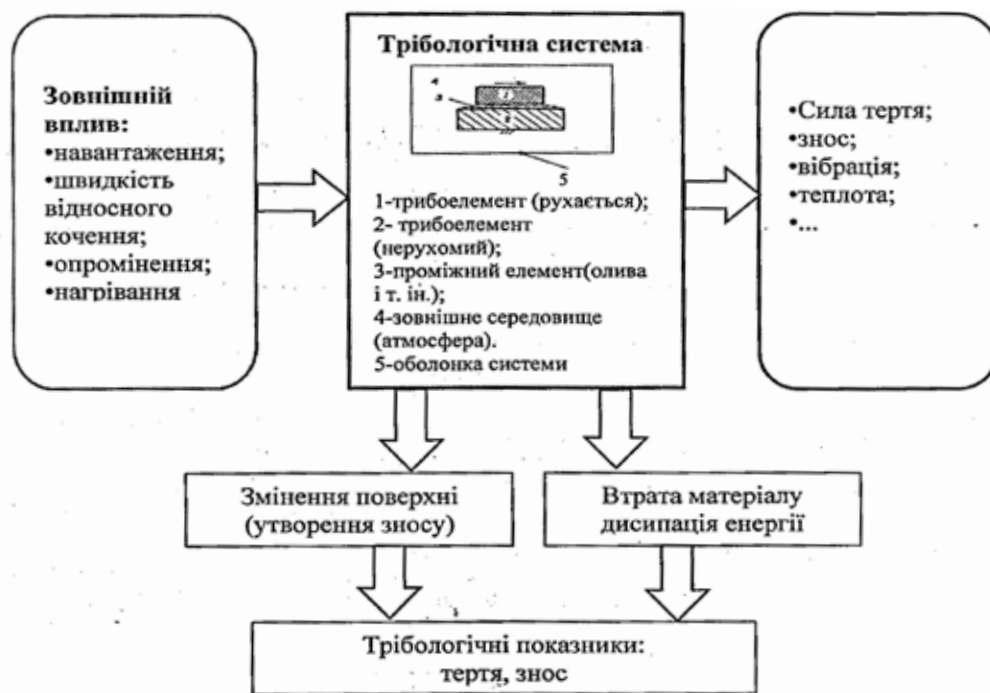


Рис. 1. Механічно – біоенергетична система

Головними елементами механічної системи являються поверхневі шари деталей і пар тертя. Відповідно основним положенням молекулярно-механічної теорії тертя та втомної теорії зносу у процесі спрацювання спряжених деталей в їх поверхневих шарах можливо

відилити три основних групи реакцій пасивації твердих тіл: взаємодія з активними елементами середовища; взаємодія з матеріалами контртіла; внутрішня перебудова структури поверхневих шарів.

В результаті взаємодії активованих поверхневих шарів металу з активними елементами середовища – пасиваторами (киснем, сіркою, фосфором, хлором, азотом та інш.) утворюються нові однофазні або гетерофазні тонкоплівкові об'єкти, що отримали назву вторинних структур [5, ст.73]. Утворення вторинних структур відбувається у певному діапазоні режимів тертя за наявності динамічної рівноваги процесів активації і пасивації, та являється необхідною умовою для реалізації явища структурного пристосування матеріалів при терті.

Механохімічні процеси формування вторинних структур на поверхнях тертя обумовлені зовнішніми механічними впливами, природою матеріалів тертя та складом робочих середовищ. Розміри, геометрія розташування, внутрішня будова, хімічний і фазовий склади вторинних структур можуть бути різними. [5, ст.73].

Формування спрацьованої поверхні деталей і робочих органів машин відбувається в результаті підсумування різних за інтенсивністю та видами елементарних руйнувань, зміни механічних та фізико-хімічних властивостей поверхні деталі під впливом зовнішніх факторів. Розглядаючи причини механічних відмов треба виділити наступні головні фактори: 1) порушення правил технічної експлуатації; 2) втома; 3) надмірна деформація; 4) зношування; 5) корозія; 6) засмічення; 7) дефекти конструкції, виробничі недоліки та дефекти збірки.

Кожний елемент системи характеризується певними власними властивостями, котрі впливають на її структуру та формують властивості самої технічної системи (агрегатні властивості). Надійна робота сільськогосподарської техніки залежить від багаточисленних об'єктивних і суб'єктивних факторів, які знаходяться у надто складній залежності.

Об'єктивні фактори – це впливи зовнішнього середовища, механічні та інші зовнішні впливи (знос, старіння, зруйнування від втоми, локальне навантаження і таке інше). Суб'єктивні фактори - це фактори, котрі в основному залежать від людини: вибір елементів, що входять у виріб; вибір схеми і конструктивного рішення при проектуванні; вибір режимів нормальної експлуатації; організація технічного сервісу та ремонту машин.

Залежність надійності і довговічності машин від багаточисленних та різних факторів призводить до того, що поява відмов, а також зміна характеристик надійності становлять випадковий, стохастичний характер. Методи досліджень надійності засновані на тому, що відмова – випадкова подія, і для її попередження необхідно знати фізичні причини та закономірності утворення і її розвитку.

Результати досліджень дозволяють розробити комплекс заходів по забезпеченню працездатності деталей і спряжень механічних систем

сільськогосподарської техніки на стадіях конструювання (К), виробництва (В) та експлуатації (Е); вибрати матеріали, що забезпечуватимуть задану довговічність деталей; обґрунтувати методи виготовлення деталей і режими їх обробки, а також періодичність проведення управлінських впливів в експлуатації, спрямованих на підтримку працездатності машини.

Робочі органи сільськогосподарської техніки постійно взаємодіють з оброблюваними матеріалами (компоненти кормів, продукти рослинництва, ґрунти, гноївка і ін.), а також зазнають навантаження, що мають особливості, виконуваних ними технологічних операцій, і знаходяться під постійним впливом зовнішнього середовища (абразивні частинки ґрунту, волога, кислі соки рослин), що призводить до їх інтенсивного спрацювання. Враховуючи об'єктивні причини зносу деталей і робочих органів машин, наявність на більшості їх ріжучої крайки, і необхідність збереження заданих геометрії та розмірів на протязі всього терміну їх служби, можливо стверджувати, що зміцнення їх робочих граней, захист від небезпечних впливів оброблюваного матеріалу та факторів зовнішнього середовища завжди є актуальними завданнями.

При розробці механічних систем, найважливішими, з точки зору надійності і довговічності, являються вимоги простоти і раціональної компоновки основних вузлів, технологічності та ремонтпридатності конструкції. В процесах зношування, в тому, корозійного, ерозійного і кавітаційного руйнувань важливе значення мають стан і властивості тонкого поверхневого шару деталей машин, від котрого залежить характер утворених вторинних структур, та розвиток явища структурного пристосування матеріалів в процесі експлуатації [6].

Висновки. Надійність технічних систем і довговічність робочих органів сільськогосподарської техніки може бути забезпечена шляхом вибору зносостійких матеріалів та інноваційних технологій, допустимих характеристик навантаження і середовища, розробкою оптимальних регламентів технічної експлуатації та досягнення високої якості технічного обслуговування і ремонту.

Надійність і довговічність механічних систем сільськогосподарської техніки визначається в основному збереженням розмірів їх елементів, якості поверхонь тертя, поверхневою міцністю третьових спряжень. Контактна взаємодія деталей, що відбувається при терті, являється причиною погіршення експлуатаційних властивостей вузлів і агрегатів машин. Одним із основних факторів, що впливає на особливості зношування деталей і робочих органів, є форма (геометрія) їх робочих поверхонь, тобто конструктивний параметр. Авторами встановлено взаємозв'язок між зносом деталей і елементів технологічного обладнання машин АПК, та їх геометричних параметрів і властивостей міцності конструкційних матеріалів.

Список використаних джерел

1. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: Навч.посіб. Держ.агроєколог.ун-т. Житомир, 2008. 420 с.
2. Чихос Х Системный анализ в трибонике. М.: «МИР», 1982. 351 с.
3. Анцупов А.В. Развитие теории прогнозирования надежности деталей машин // А.В. Анцупов., В.П. Анцупов. Магнитогорск, МГТУ; Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. 2014. №2. С.26–32.
4. Поверхностная прочность материалов при трении / Б.И. Костецкий, И.Г. Носовский, А.К. Караулов и др. Киев: Техніка, 1976. 292 с.
5. Костецкий Б.И. Задачи трибологии в машиностроении. Вестник машиностроения. 1989. №9. С.9–14.
6. Костецкий Б.И. Самоорганизация технических трибосистем. Надежность и долговечность машин и сооружений. К.: Наук.думка. 1989. №15. С.46–52.

УДК 681.121

АНАЛІЗ ВИТРАТ ГАЗУ В ТЕПЛОМЕРЕЖУ АТ «СУМИГАЗ»

Скиба М.А., здобувач СВО,

Барсукова Г.В., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Актуальність запровадження і безперебійної роботи ефективного електротехнічного пристрою в галузі техніки та енергетики сучасного світу є очевидною. Велике значення мають витрати газу в тепломережу, пов'язані з неефективними та ірраціональними витратами, оскільки вони впливають на загальне споживання енергії та викиди газів. Актуальність дослідження та аналізу витрат модульних котлів з погляду наукових аспектів, а також розгляд можливих перспектив для їхньої оптимізації, наголошується як одне із важливих завдань у сучасному світі.

Основні матеріали дослідження. Основними об'єктами дослідження є пристрої для виміру газових витрат. Однією з важливих властивостей цих пристроїв є їх ефективність [1]. Ця ефективність вимірюється кількістю газу, яку пристрій може точно виміряти протягом певного періоду часу, і її значення є ключовим фактором для точного обліку газових витрат (рис. 1).

Враховуючи постійні зміни у вимогах до газових систем і звичайному використанні цих пристроїв у промисловості та нафтогазовому секторі, розвиток та вдосконалення їхньої ефективності залишаються актуальною задачею для дослідників і інженерів.

Сучасна промисловість та нафтогазовий сектор вимагають надійних та точних пристроїв для виміру газових витрат з метою забезпечення ефективного функціонування та оптимізації процесів виробництва [2].

Дослідження характеристик цих пристроїв та пошук способів їх покращення стають актуальними завданнями у сучасній технічній та науковій спільноті. В даній роботі розглядаються основні параметри та характеристики пристроїв для виміру газових витрат, включаючи їхню точність, динамічний діапазон, стійкість до зовнішніх впливів та інші ключові параметри. Далі розглядаються різні підходи до покращення цих пристроїв, включаючи використання новітніх матеріалів, розробку більш точних методів вимірювання та вдосконалення системи калібрування [3].



Рис. 1 Пристрій для виміру газових витрат

Таке дослідження має велике практичне значення для промислових підприємств та нафтогазового сектору, оскільки високоточність та надійність вимірювань газових витрат є важливими аспектами для забезпечення безперебійного функціонування технологічних процесів та забезпечення якості продукції. Результати даного дослідження внесуть вагомий внесок до підвищення продуктивності та конкурентоспроможності підприємств у цих галузях та сприятиме сталому розвитку і зменшенню впливу на навколишнє середовище.

Дане дослідження впровадить та вдосконалить використання пристроїв для виміру газових витрат для забезпечення надійності та точності вимірів, що є критичним для оптимізації виробничих процесів та зменшення витрат виробництва.

Список використаних джерел

1. Андрішин М. П., Канівський С. О., Карпаш О. М., Марчук Я. С., Петришин І. С., Руднік А. А., Середюк О. Є., Чеховський С. А. Вимірювання витрати та кількості газу: довідник ПП«Сімик», 2004. 160 с.
2. Якість газу. [Електронний ресурс]. URL: <http://utg.ua/utg/business-info/yakst-gazu.html>
3. Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом // Навч. посібник. К.: Логос, 2002. 198 с.

УДК 631.31.631.363:62-192

ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНОЇ ТЕХНІКИ І КОРМОПРИГОТУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Денисенко М.І.¹, к.т.н.,
Іващенко С.В.¹, інж.,
Лісовський Л.В.¹, інж.,
Дев'ятко О.С.², к.т.н.

¹*Відокремлений структурний підрозділ «Немішаївський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України» Київська обл., Бучанський р-н, смт. Немішаєве, Україна.*

²*Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна.*

Постановка проблеми. Надійність і довговічність ґрунтообробної техніки і машин для приготування кормів у значному ступені визначаються зносостійкістю їх робочих органів. Довговічність більшості деталей машин визначають опір їх зношуванню, і головним чином у сполученні зі впливом абразивних часток. Характерною особливістю ґрунтообробних, посівних та садильних машин є їх короткочасне використання у виробничому процесі (15-36 днів на рік) та вплив в процесі роботи динамічних навантажень, і абразивного середовища, що сприяють передчасному виходу машин з ладу.

Робота ґрунтообробних машин зі спрацьованими лемешами та іншими деталями призводять до перевитрати пального, особливо під час обробки сухого ґрунту або з підвищеною вологістю, що суттєво збільшують тяговий опір комбінованих агрегатів. Дані дослідження підтверджують ефективність використання наплавочних методів зміцнення деталей, що зменшують швидкість зношування поверхні на ділянці найбільшої інтенсивності тертя контактної шару ґрунту за рахунок нанесення покриття деформуючої дії. [1.2]

Молотки кормодробарок виготовляють з марганцевистої сталі 65Г, в залежності від матеріалу і методу зміцнення вони працюють від 72 до 280 годин на одну робочу грань.

Інтенсифікація процесів сільськогосподарського виробництва визначає підвищені вимоги до матеріалів, з яких виготовляють робочі органи ґрунтообробної техніки і машин для приготування кормів. Насамперед всього вони повинні бути високоміцними і мати високу зносостійкість. У більшості випадків проблема підвищеного спрацювання утворюється від того, що поверхня деталі зазнає контактної навантаження, і зруйнується від корозії. Відома велика кількість як металевих, так і неметалевих матеріалів, що використовуються для захисту від зносу, а також різних технологічних методів забезпечення зносостійкості покриттів (наплавлення, напилювання, порошкові матеріали і т. ін.) [3].

Забезпечення довговічності ґрунтообробної техніки і машин для приготування кормів шляхом точкового зміцнення, дугового точкового зварення (ДТЗ) порошковим самозахисним дротом – плавким електродом ПП-АН170 (ПП-АН170М) їх робочих органів. [4]

Основні матеріали. Вдосконалений спосіб крапкового зміцнення дозволяє зменшити витрати на виготовлення робочих органів за рахунок суміщення операцій отримання заглиблень в основному металі та зміцнення дільниць твердим сплавом (рис.1, рис.2), а зносостійкість досягаємо за рахунок виконання наплавлених дільниць зі зменшеним перерізом по товщині деталі і часткового суміщення між собою крапок зміцнення. Суть крапкового зміцнення полягає у наступному: під впливом електричної дуги відбувається вкраплення твердого сплаву (порошковий дріт) на певну глибину і по відповідній експоненті. При крапковому зміцненні особливо значення набуває визначення моменту дійсного збудження дуги. Пояснюється це тим, що при зваренні плавким електродом, дуга не завжди починає горіти з першого дотику, і це чинить суттєвий вплив на розміри крапок шва. Наплавлені крапки виконують також частково суміщеними між собою на величину до 1/5 діаметрів їх основ, що забезпечує зношування основного металу від заданої сторони і за рахунок цього утворення самозагострювання і, відповідно, зниження зносу.

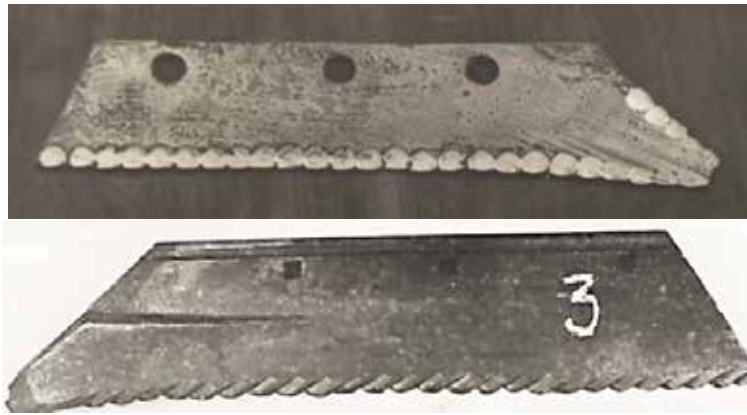
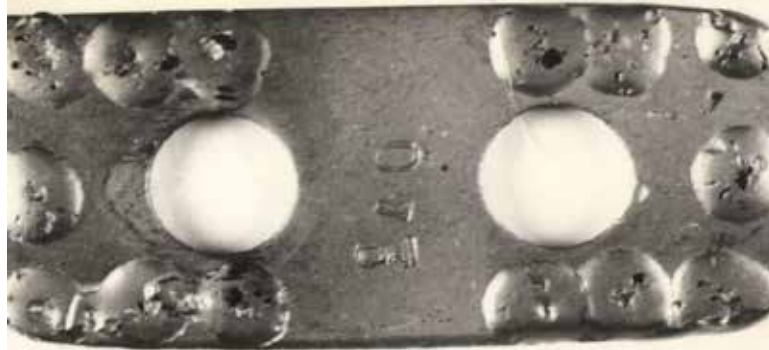


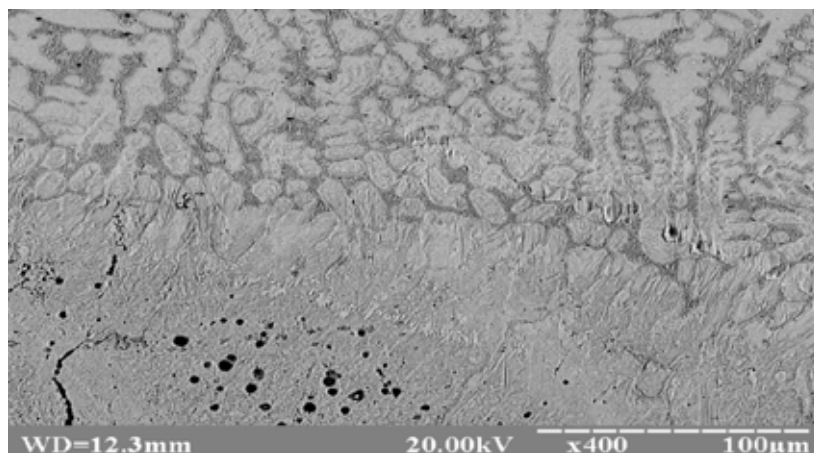
Рис. 1. Леміш плугу після наробітку 49,1 га; дугове крапкове зварювання порошковим дротом - плавким електродом ПП-АН170 (ПП-АН170М)

Дуже помітно, що утворюється пилкоподібний профіль (рис.1), який зберігається протягом усього терміну експлуатації, забезпечуючи ефективне різання навіть при спрацьованих лезах. Для наплавлення використовували самозахисний дріт марки ПП-Нп80Х20Р3Т С 2; 3,2(ПП-АН170), після зміцнення твердість 60-65 HRC_e ; ПП-Нп150Х15Р3Т2 С 2; 3,2 (ПП-АН170М), твердість 50-58 HRC_e.



Наробіток

Рис. 2. Молоток дробарки ДЗ-3(ДБ-5), крапкове зміцнення робочих крайок



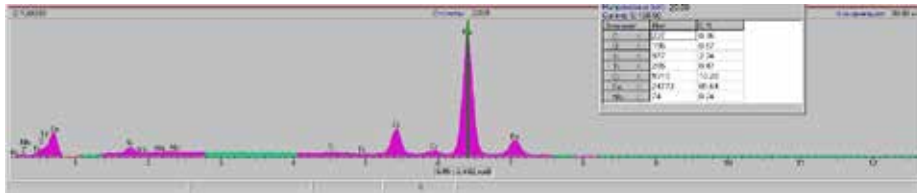


Рис. 3. Електронна фотографія та будова поверхневого шару крапкового покриття на сталі 65Г (порошковий дріт ПП-АН170)

Основний метал має (рис.3) ферито-перлитно-бейнітну структуру з різною величиною зерна. В основному металі і в зоні термічного впливу багато сульфідних включень. У зразку на лінії сплавлення спостерігається перемішування металу покриття з основним металом. Твердість наплавленого покриття висока, суттєве підвищення твердості спостерігається поблизу лінії сплавлення. На лінії сплавлення не утворюється кристалізаційних прошарків, а бачимо плавний перехід від металу наплавлення до основного металу. В основному металі присутнє велика кількість рядкових сульфідів.

Висновки. Крапкове зміцнення порошковим дротом плавким електродом ПП-АН170 (ПП-АН170М) робочих органів ґрунтообробних машин і машин для приготування кормів у порівнянні з серійними елементами підвищує їх технічний ресурс і довговічність у 2-3 рази. Твердість наплавленого металу: HRC 59-68.

Крапкове зміцнення можливо здійснювати як в малих майстернях сільськогосподарських підприємств, так і у польових умовах за наявності джерела живлення. Найбільш ефективним способом підвищення довговічності деталей, що працюють в абразивному середовищі, являється нанесення на робочу поверхню, біметалевого шару. У цьому випадку основний метал забезпечує міцність, а наплавлений твердий сплав – абразивну зносостійкість. Формування наплавленої крапки більш якісне, шлакова кірка практично не утворюється, витрати порошкового дроту на 1 кг наплавленого металу: 1,15 – 1,25 кг.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки [Текст]: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.02.04 / В.В.Аулін - Хмельницький національний університет. Хмельницький., 2015.6 с.
2. Севернев М.М. Износ и коррозия сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев, Н.Н. Подлекарев, В.Ш. Сохадзе, В.О. Китиков. Минск: Белорус. Навук, 2011. 333 с.
3. Денисенко М.І. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин з використанням точкового зміцнення / М.І. Денисенко, В.І. Рубльов: збірник наукових праць Кіровоградського

національного технічного університету. Кіровоград.2011. Вип.24(2). С.28.

4. Денисенко М.І. Молоток дробарки. Патент на винахід. №77014; 16.10.2006, Бюл.№10, 2006 р.

УДК 631.637

ЕНЕРГЕТИЧНІ ВИТРАТИ ПІД ЧАС ПЕРЕДПОСІВНОЇ ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Барсукова Г.В., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

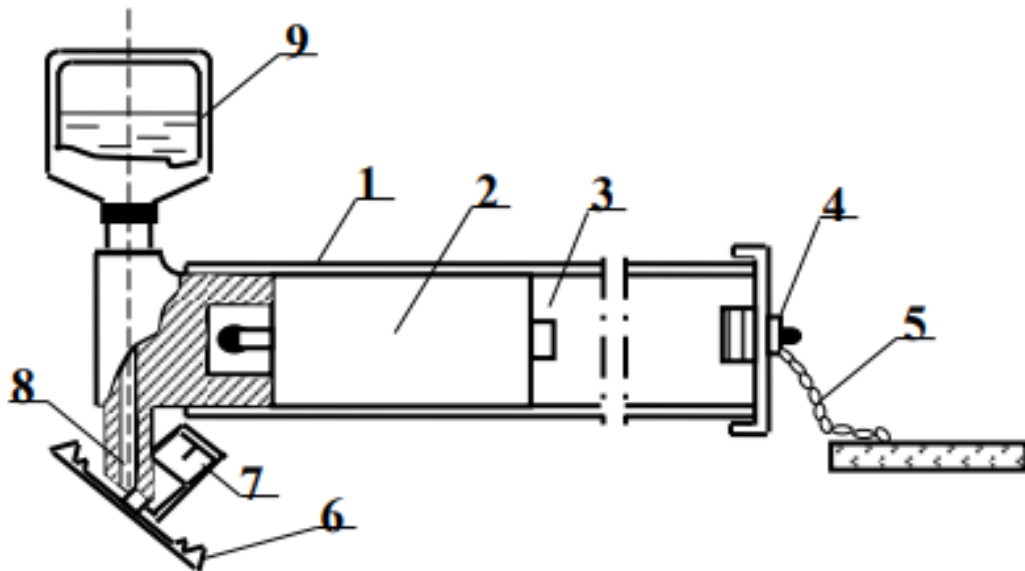
Постановка проблеми. В сучасному сільському господарстві, де висока продуктивність та врожайність є важливими факторами, ефективне використання ресурсів є необхідністю. Питання енергетичних витрат у сільському господарстві стають ключовими в контексті підвищення виробництва та одночасного зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Передпосівна хімічна обробка насіння є важливим етапом в цьому процесі та вимагає уваги щодо енергетичної ефективності.

Основні матеріали дослідження. Під час передпосівної хімічної обробки насіння використовуються різноманітні обробні речовини, такі як інсектициди, фунгіциди, регулятори росту та добрива [1]. Ефективним методом передпосівної обробки насіння є електростатичний, що здійснюється за допомогою електростатичного ручного розпилювача (рис. 1).

У пристрої для електростатичного розпилення пестицидів, заряд частинок надається при зіткненні з обертаючим металевим диском, який підключений до джерела електричного потенціалу, іншими словами, до електричної системи живлення, яка працює на основі гальванічних елементів [2].

Однак процедура передпосівної обробки включає в себе декілька етапів, включаючи підготовку обробної суміші, змішування з насінням та подальше нанесення на насіння. Кожен з цих етапів вимагає енергетичних витрат.

По-перше, енергія витрачається на виробництво та транспортування хімічних речовин, що використовуються під час обробки насіння. Виробництво добрив та хімічних засобів може вимагати значних кількостей енергії, зокрема на видобуток сировини, її переробку та транспортування до кінцевого користувача.



1 – порожниста ручка з електроізоляційного матеріалу; 2 – генератор високої напруги; 3 – батарея; 4 – вимикач; 5 – заземлюючий пристрій; 6 – диск; 7 – двигуна; 8 – форсунка; 9 – сміть для пестициду.

Рис. 1. Електростатичний ручний розпилювач

По-друге, механічні процеси, пов'язані з змішуванням хімічних речовин і насіння, вимагають робочої потужності та енергетичних ресурсів. Сучасні сільськогосподарські машини та устаткування, такі як оприскувачі та примісники для обробки насіння, мають свої енергетичні витрати, пов'язані з рухом та обробкою матеріалів.

По-третє, транспортування насіння з пункту обробки до полів також вимагає енергетичних ресурсів. Це стосується не тільки фізичного пересування насіння, але і забезпечення його збереження та транспортування при відповідних температурах та вологості, що вимагає електричної енергії для холодильних систем та інфраструктури.

Наукові дослідження та технологічні інновації в галузі сільського господарства спрямовані на оптимізацію енергетичних витрат під час передпосівної хімічної обробки насіння. Це включає в себе розробку більш енергоефективних машин і процесів, використання альтернативних джерел енергії та підвищення ефективності виробництва хімічних речовин. Важливо балансувати використання енергії для збільшення врожайності з мінімізацією негативного впливу на навколишнє середовище.

Список використаних джерел

1. Волков С.І., Воропін П.І., Воронін О.П. Передпосівна обробка насіння полями УВЧ // Вісник Полтавського державного сільськогосподарського інституту. 1999. №3. С. 20.
2. Гулевський В. Б., Богатирьов Ю. О, Кузнецов І. О. До питання удосконалення пристроїв передпосівної обробки насіння. Енергетика і автоматика. 2014. № 3. С. 29–31.

УДК 621.314

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Сайко О.М., здобувач СВО,

Барсукова Г. В., к.т.н., доц.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Актуальність дослідження в напрямку альтернативних джерел енергії зараз є однією з пріоритетних завдань як в Україні так і поза її межами. Зараз, через важкий стан в країні, наявність автономного джерела живлення може бути одним з ключових цілей організацій, підприємств та виробництва [1].

Зазвичай наявність альтернативного джерела енергії не покриває всі потреби, але зменшити залежність від загальної мережі та забезпечити хоча б базові потреби вона може.

Основні матеріали дослідження. У ролі виробничого приміщення було обрано гаражне приміщення площею 100 м².

Схема за якою працює система:

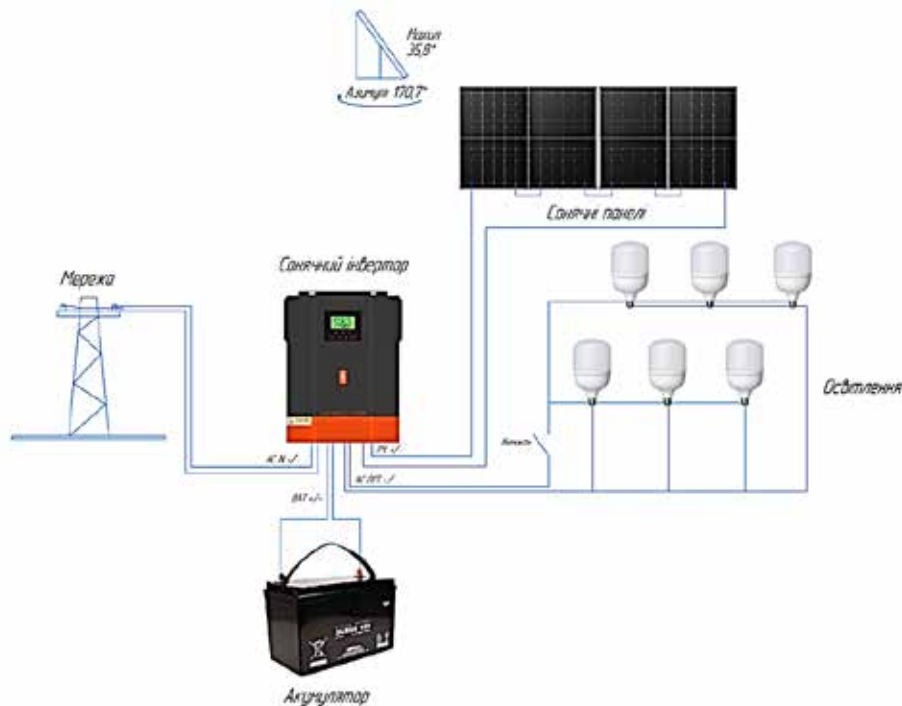


Рис. 1. Схема пристрою

В основі схеми сонячний інвертор який керує розподілом електроенергії. В денний час енергія надходить від сонячних панелей.

У разі відсутності сонячної енергії, споживання відбувається за рахунок акумулятора. У випадку коли акумулятора не вистачає, споживання здійснюється за рахунок мережі.

Враховуючи показники сонячної радіації на місцевості, кут нахилу, азимут спрямування, було визначено річну кількість електроенергії яку може надати така установка в розмірі 2122,4 кВт*год, з розрахунку що використовується 4 сонячні панелі потужністю 430 Вт.

Річний економічний ефект складає 5603,14 грн.

Таблиця. 1

Кількість виробленої електроенергії помісячно

Місяць	кВт*год
Січень	36,3
Лютий	90,1
Березень	174,5
Квітень	223,7
Травень	290,1
Червень	266,7
Липень	221,6
Серпень	312,7
Вересень	214,5
Жовтень	174,9
Листопад	93,9
Грудень	23,6
Загалом	2122,4

Найбільш ефективною така система буде весною, літом та осінню. Взимку, через малий сонячний день, показники значно менші.

Для збільшення ефективності системи в зимню пору року, можна змінити кут нахилу панелі на $+15^\circ$ взимку, це зможе ще більше зменшити залежність системи від мережі взимку.

Також перевагою такої системи є досить легке розширення потужності. Наприклад: якщо потрібна більше автономність від акумуляторів, можна збільшити ємність підключивши паралельно до існуючого потрібну їх кількість.

Також є можливість розширення видобутку, можна під'єднати додатково сонячні панелі в систему, але для цього потрібно буде замінити сонячний інвертор на більш потужний, таке розширення зазвичай буде залежати від номінальної потужності сонячного інвертора.

Список використаних джерел

1. Лежнюк П.Д. Відновлювані джерела енергії в розподільних електричних мережах: монографія / П.Д. Лежнюк, О.А. Ковальчук, О.В. Нікіторович, В.В. Кулик. Вінниця: ВНТУ, 2014. 204 с. ISBN 978-966-641-577-9.

УДК [631.17:620.9]:636

ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК УКРАЇНИ

Болтянський Б.В., к.т.н.,

Комар А.С., інженер

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Постановка проблеми. Неefективне використання енергетичних ресурсів, споживання та експорт легкодоступної нафти і нафтопродуктів, неeкономне використання електроенергії підприємствами АПК чи домогосподарствами населення змушують серйозно замислитись над проблемою енерго- та ресурсозбереження в країні.

Енергетичний сектор економіки України потребує особливої уваги як з боку держави, так й суб'єктів господарювання. Важливим є використання альтернативних джерел енергії, пошук нових шляхів, способів постачання її державі. Енергосистема України навіть за наявності палива не може в достатній мірі забезпечити споживачів тими обсягами енергії, які вони потребують [1].

Закони України «Про енергозбереження», «Про енергетику» та «Про енергопостачання», законодавчі акти Верховної ради України хоча і торкаються проблеми енергетики, проте на практиці особливих позитивних зрушень не виявляють.

Пошуки нових шляхів видобутку енергетичних ресурсів та збереження енергії розглядаються у працях таких вчених як О.П. Романюка, О.Є. Перфілоса, С.М. Срібнюка тощо. Хоча праці вище названих дослідників є важливим внеском у розв'язання енергетичної проблеми, проте значна частина з них містять лише теоретичні значення. На практиці через брак коштів, кризу платежів, необґрунтовану амортизаційну політику, вони, на жаль, не були втілені в життя, а спроби їх реалізації не мали позитивного завершення [2,3].

Основні матеріали дослідження. Рівень розвитку енергетики має визначальний вплив на стан економіки в країні в цілому. Метою даного дослідження є визначення основних проблем енерго- та ресурсозбереження аграрного сектору економіки України як найбільш потужного споживача паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР).

Основним завдання паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) є забезпечення економіки та соціальної сфери життя різними видами палива. Головною проблемою є те, що він увесь час був невід'ємною складовою економічного сектору Радянського союзу. Тому на сучасному етапі розвитку економіки незалежної України потрібна докорінна його перебудова. Паливно-енергетичний комплекс держави

є надзвичайно енергозатратним, адже більша половина тепла втрачається при транспортуванні. Україна на сьогоднішній день є однією з перших країн у світі за показником споживання енергоносіїв на одиницю продукції. За статистичними даними Україна кожного року споживає енергоносіїв на суму 12 млрд. доларів. Протягом наступних років темпи споживання інтенсивно зростають.

Для того, щоб вирішити питання енерго- та ресурсозбереження, необхідно:

- по-перше, прийняти такий законодавчий акт як закон України «Про енергоефективність», тобто дещо корегувати закон «Про енергозбереження»;

- по-друге, необхідно внести зміни до закону «Про оподаткування прибутку підприємств»;

- по-третє, насамперед вдосконалення потребує закон «Про комерційний облік ресурсів, передача яких здійснюється мережами».

У сучасних умовах держава має унікальне географічне та геополітичне значення та виступає транспортером ПЕР.

Отже для забезпечення максимально ефективного розвитку аграрного сектору економіки та підвищення якості життя населення до світових стандартів слід вирішити такі проблеми як [1-5]:

- недостатній рівень забезпечення власними ПЕР і значна кількість імпортованих ресурсів;

- необхідність створення стратегічних запасів для забезпечення енергетичної незалежності України;

- високий рівень зношеності енергетичної інфраструктури та необхідність модернізації та реконструкції основних фондів АПК;

- недостатній рівень використання альтернативних видів палива та джерел енергії;

- високий рівень витрат енергоресурсів при їх виробництві, транспортуванні та споживанні, впровадження новітніх технологій, раціоналізація структури суспільного виробництва.

Для вирішення перелічених вище проблем слід сформулювати якісну стратегію щодо їх подолання, реформувати ПЕК відповідно до ринкових умов господарювання.

Перші кроки до зміни та модернізації були зроблені з прийняттям «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» [1,2]. Ця подія мала позитивне значення у регулювання енергетики України, адже до її прийняття не було чіткого плану щодо розвитку та функціонування енергетичної галузі. У ній розкрито багато цілей та завдань, напрямків проведення «перебудови».

Окремим розділом виділяють «Пріоритетні напрями та обсяги енергозбереження, потенціал розвитку відновлюваних джерел енергії». Згідно з ним фактор енерго- та ресурсозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективно функціонування національної економіки.

Відповідно до прийнятої стратегії на даний час основним фактором зниження енергоємності продукції (послуг) в усіх галузях економіки, зокрема в АПК, є формування ефективно діючої системи державного управління сферою енергозбереження. Це дозволить, в першу чергу, удосконалити структуру кінцевого споживання енергоресурсів, зокрема за рахунок подальшого розширення та поглиблення електрифікації в усіх сферах економіки шляхом заміщення дефіцитних видів палива з одночасним підвищенням ефективності виробництва [1-3].

Ще однією проблемою, яку неможливо не згадати є обмеженість власного потенціалу інвестиційних ресурсів комплексу. Оцінюючи ситуацію, яка характерна сучасному етапу розвитку відновлення основних фондів може бути здійснене лише через 40 років. Це спричинене негативними чинниками, які зменшують ефективність вкладення коштів.

Для вирішення даної проблеми слід здійснити ряд заходів:

- сформувати конкурентну структуру ринків, яка сприятиме розвитку інвестиційної діяльності більше ніж монополія;
- прискорити темпи економічного розвитку ПЕК за рахунок енерго- та ресурсозбереження, створення системи моніторингу та стратегічного планування у ПЕК України;
- удосконалити систему управління галузевих енергетичних ринків у різних напрямках.

Висновки. Впровадження таких заходів повинне сприяти додатковому інвестуванню держави в АПК, зміцненню енергетичної безпеки країни. На основі здійснених заходів будуть впроваджуватись новітні, екологічно чисті технології, Україна підвищить свій імідж на світовій арені і буде надійним партнером.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Перфілосо О.Є. Проблеми та перспективи відродження вітчизняної електроенергетики в контексті реалізації «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року». *Актуальні проблеми економіки*. 2009. №11. С. 30–39.
3. Болтянський Б.В., Болтянська Л.О. Альтернативні напрями енергозбереження в домогосподарствах населення. *Ефективність функціонування сільськогосподарських підприємств. Проблематика 2023: «Функціонування сільськогосподарських підприємств на засадах циркулярної економіки»: матеріали XII Міжнар. наук.-практ. інтернет конференції*. ЛНУП, Дубляни, Львів: Галицька видавнича спілка. 2023. С. 26–30.

4. Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431–433.

5. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, т. 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

УДК 621.18.001.2

ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОДУЛЬНИХ КОТЛІВ

Скиба М.А., здобувач СВО,

Барсукова Г.В., к.т.н.

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Покращення морально застарілого обладнання для підприємства завжди було актуальним питанням. Вагомий вплив мають вибір факторів таких як: коректний тиск газу, (який подають до котла), чистота газу, відбір води правильної жорсткості. Поєднання цих заходів і технологічних інновацій може допомогти значно покращити ефективність та зменшити споживання палива модульними котлами, що в свою чергу призведе до зменшення витрат та позитивного впливу на навколишнє середовище.

Основні матеріали дослідження. Предметом нашого дослідження є котельня зі змінними модулями. Однією з ключових характеристик цієї котельні є її продуктивність і високий ККД. Ефективність вимірюється обсягом площі яку обігривають. З урахуванням постійних змін у вимогах до модульних котлів і поширеному їх використанні у повсякденному житті та промисловості є потреба в покращенні. Ця постійна потреба в інноваціях та покращеннях відкриває перед нами безмежні горизонти можливостей. Науковці та інженери впроваджують передові технології та методи дослідження, спрямовані на досягнення ще більшої ефективності та функціональності пристроїв для вимірювання газових потоків [1].

Серед позитивних сторін у впровадженні модульних котлів можемо виділити наступні:

· Низька вага обладнання і маленька площа для установки. Модульний котел можна встановити в будь-якому місці, включаючи внутрішні приміщення, на поверсі або навіть на горищі. Вага обладнання надто мала, щоб вимагати перебудовування структури покрівлі або стелі в приміщенні.

- Низький рівень шуму. Модульні котли використовують "повітряне килимове горіння" з природнім попереднім змішуванням, що робить рівень шуму менше 55 децибелів. Вони не потребують вентилятора та не створюють низькочастотного шуму.

- Постійна ефективність незалежно від навантаження. Система FÉG-VESTALE завжди працює на номінальній ефективності, навіть якщо включено не всі елементарні котли (рис. 1). Це забезпечує постійний і оптимальний рівень ефективності, навіть у перехідний період між сезонами або влітку, коли потрібна тільки гаряча вода.



Рис. 1. Модульний котел.

- Постійна працездатність. Модульний котел завжди готовий до експлуатації, за винятком випадків відключення газу або електроенергії.

- Низькі експлуатаційні витрати. Технічне обслуговування та ремонт системи FÉG-VESTALE вимагають мало часу і призводять до низьких витрат.

Таким чином, модульна котельня – це інноваційне рішення для опалення та гарячого водопостачання, яке виправдовує свою популярність завдяки низці найважливіших переваг. Вона надає гнучкість у регулюванні та масштабуванні, що дозволяє легко адаптувати її до різних потреб та розмірів будівель. Висока ефективність, економія витрат на паливо та енергію, простота встановлення та обслуговування роблять її вигідним вибором. Модульні котельні також відзначаються надійністю та можливістю інтегрувати різні джерела енергії, сприяючи зменшенню викидів та збільшенню стійкості до коливань цін на паливо. Загалом, модульні котельні є сучасним та універсальним рішенням для забезпечення ефективного опалення та гарячого водопостачання у будь-якому типі будівлі.

Список використаних джерел

1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 09.01.1998 № 4, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 10.02.1998 за № 93/2533.

УДК 621.01 (075.8)

ТИПИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКУПЕРАТИВНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ ДЛЯ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Скляр О. Г., к.т.н.,

Тат'яненко В.О., здобувач СВО «Магістр»

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Стратегічні напрями розвитку енергетики в Україні передбачають широке використання нетрадиційних джерел енергії, у тому числі й енергії органічної біомаси (гній, послід, вичавки сільськогосподарських продуктів, відходи полеводства та ін.).

З проблемою утилізації відходів тісно змикається інша, яка все більше загострюється, охорона навколишнього середовища. Вона також потребує інтенсивної та раціональної переробки відходів тваринництва. Концентрація птахівництва та тваринництва, як відомо, пов'язана із проблемою утилізації відходів ферм [1]. Сучасна біотехнологія передбачає будь-які перетворення субстрату на кормовий продукт і навпаки. Доцільність здійснення таких процесів визначають головним чином санітарно-епідеміологічні та меншою мірою технічні фактори.

Останні роки розроблено та поступово впроваджуються в господарствах біологічні реактори нового покоління. Прискорення процесу біохімічних перетворень досягається в них за рахунок інтенсивного відведення газоподібних продуктів при зниженому тиску та зворотно-поступального перемішування біомаси. Але їх випробування показали, що продуктивність біогазових установок перебуває у функціональній залежності від температури процесу. Щоб отримати необхідну для процесу зброджування температуру та підтримувати її на постійному рівні, слід передусім підігрівати до потрібної температури біомасу, що подається в камеру.

У біогазовій установці з «класичною» схемою енергопостачання витрати товарного біогазу на власні потреби сягають 80-90%, а іноді навіть 100%. При цьому на підігрів свіжих порцій маси витрачається

80-90% енергії від загальних витрат [2,3].

Проведені вченими дослідження фізико-механічних властивостей гною показують, що специфічні особливості оброблюваної маси при вологості 93% зумовлюють неньютоновський характер його течії у поєднанні з великими значеннями в'язкості. Структура гною та таксонометрична залежність, що пред'являється, між різними видами мікроорганізмів обмежує застосування різних типів рекуператорів і конструкцій біореакторів, а також методів перемішування та підвищених швидкостей руху гною при анаеробному зброджуванні.

Деякі автори вважають, що механічне перемішування біомаси, що зброджується, негативно впливає на нормальне культивування метанових бактерій. Аналогічний вплив має наявність кисню у вихідній біомасі, що змішується зі зброджуваною, по всьому об'єму реактора, тому що при цьому починає виявлятися його інгібуюча дія [2].

Ці особливості процесу слід враховувати при підборі теплообмінників-утилізаторів теплоти переробленої біомаси. Найбільшого застосування у сільському господарстві та у хімічній технології отримали кожухотрубні теплообмінники. Апарати такого типу мають переваги у питомій поверхні теплообміну (поверхня теплообміну на одиницю об'єму), яка дорівнює 10 ... 40 м/м³ [4].

Однак застосування їх з метою зниження теплових втрат у біогазовій установці зменшує надійність установки, ускладнює її виготовлення. Факторами, що обмежують застосування кожухотрубних теплообмінників, є підвищена в'язкість гною та труднощі очищення міжтрубного простору.

Занурювальні теплообмінники, які зазвичай виконуються у вигляді змієвиків, застосовуються для нагрівання та випаровування рідин. Теплообмінники такого типу прості за виконанням і характеризуються можливістю виготовлення з будь-якого корозійностійкого матеріалу. При їх експлуатації утруднено очищення труб, коефіцієнт теплопередачі у цих теплообмінників порівняно низький. Зважаючи на великий опір змієвиків швидкість рідин у них приймають 0,3...0,8 м/с.

Теплообмінники «труба в трубі» застосовуються лише при невеликих об'ємних витратах теплоносія та невеликих поверхнях теплообміну. Завдяки невеликому поперечному перерізу труб у цих теплообмінниках досяжні високі швидкості теплоносіїв (для рідин 1...1,5 м/с). Однак вони дуже громіздкі, утруднене очищення міжтрубного простору, поверхня теплообміну на одиницю об'єму складає лише від 4 до 15 м/м³. Відносна витрата металу на одиницю теплоти, що передається, дорівнює від 1,5 до 4,5.

Зрошувальні теплообмінники, що складаються з прямих, розташованих один над одним горизонтальних труб, зрошуваних зовні теплоносієм, використовують як холодильники і конденсатори. кородуючих теплоносіїв (кислоти, тощо). Вони прості за конструкцією,

легкодоступні для зовнішнього огляду; коефіцієнт теплопередачі у них більший, ніж у змійовиків. Однак за нестачі теплоносія нижні труби залишаються незмоченими і майже не беруть участь у теплообміні. Неможливо здійснити чисту протитечію.

Застосування типових теплообмінників для утилізації теплоти гною, який перероблено в біогазовій установці має такі складності:

1) утруднена їх експлуатація через неньютоновський характер рідин;

2) потрібно автономне обладнання, що перекачує;

3) технологічно обмежений час завантаження метантенка визначає великі обсяги теплообмінних апаратів. Останнє призводить до тривалого знаходження гною в цих апаратах і як слідство - до великих амортизаційних витрат, що суттєво знижує ефективність їх застосування. Для зменшення габаритів рекуператора необхідно максимально інтенсифікувати процес теплообміну - у межах, що допускаються технологічним режимом зброджування. В силу вищенаведених специфічних властивостей гною (висока в'язкість, схильність до адгезії) теплообмінну поверхню рекуператора у біогазових установках слід виконувати гладкою.

Необхідною умовою інтенсивного перебігу метанового зброджування є також вільний обмін речовин на поверхнях розділу фаз (шарів), які повинні періодично переміщатися в метантенке в режимі ідеального витіснення за рахунок перепаду тиску біогазу (без перемішування шарів біомаси між собою) [4]. При цьому у метанті створюються різні зони, для кожної з яких є свого роду адаптована метаногенна асоціація. Ці умови повинні враховуватись при конструктивному оформленні процесу рекуперації теплоти зброженої біомаси.

Отже, основними напрямками вдосконалення біогазової установки в плані підвищення її енергетичної ефективності є:

- рекуперація скидної теплоти переробленої біомаси;

- підвищення інтенсивності процесів зброджування та теплообміну в рекуператорі.

Список використаних джерел

1. Григоренко С. М. Конверсії вторинної сировини в повноцінну продукцію сільського господарства. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі*: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 284–290.

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

3. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Формування витрат енергоносіїв на виробництво тваринницької продукції. *Науковий вісник ТДАТУ*.

Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.

4. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.

УДК 536.21

КОЕФІЦІЄНТ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ОДНОШАРОВОЇ ТА БАГАТОШАРОВОЇ СТИНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Сіренко Ю.В., PhD, доц.,

Калнагуз О.М., ст. викл.,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Постановка проблеми. Коефіцієнт теплопровідності λ - фізичний параметр речовини в законі Фур'є, характеризує здатність даної речовини проводити теплоту, яка проходить за одиницю часу, крізь стінку товщиною l м, при перепаді температури на товщині стінки 1°C або 1 Кельвін. Чим $\lambda > 1$ тим λ теплопровідність, вона залежить від структури речовини, її щільності, вологості, тиску і температури. Речовини, у яких $\lambda < 0,2 \text{ Вт/м}\cdot^\circ\text{C}$ називаються теплоізоляторами. А обернена величина $(\delta/\lambda)F$, ($^\circ\text{C}/\text{Вт}$) - *термічним опором стінки* (позначається буквою R), чим більше значення опору, тим потужніше опір теплопередачі. Користуючись поняттям термічного опору, формула для визначення теплового потоку матиме вигляд: $Q=(\Delta t/R)F$. Ці два основних показника, які визначають енергоефективність стінки [1].

У більшості випадків діє правило: чим щільніше матеріал, тим коефіцієнт його теплопровідності вище, тобто тепло від нагрітої кімнати цегляного будинку буде йти швидше, ніж тепло кімнати дерев'яного будинку, якщо ширина стін буде однаковою. Пов'язано це з властивостями повітря. Саме повітря має низьку теплопровідність і тому матеріали з великою кількістю повітряних пір є кращими теплоізоляційними матеріалами.

Основні матеріали дослідження.

Відповідно до вітчизняних норм, є пені значення термічного опору для кожного типу конструкції. Для суцільних конструкції мінімальне значення складає: перша зона по температурі – $3,3 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C} / \text{Вт}$, друга температурна зона – $2,8 \text{ м}^2\cdot^\circ\text{C} / \text{Вт}$ (Миколаївська, Запорізька, Херсонська, Одеська обл., всі інші перша зона) згідно ДБН В.2.6-31:2016 «Теплова ізоляція будівель». Для визначення

енергоефективності будинку з силікатної цегли 50 см товщиною, необхідно її розділити на коефіцієнт теплопровідності цегли $\lambda = 0,87 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$ і отримаємо значення термічного опору стінки $R = 0,50/0,87 = 0,575 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, при нормі $R = 2,8\text{-}3,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$, що свідчить про низький показник енергоефективності.

Коефіцієнт теплопровідності також впливає на теплостійкість матеріалу стінки, на тепловіддачу та теплосприйняття (спроможність матеріалу поглинати отримане тепло і віддавати його), на щільність та теплоємність матеріалу (відповідають за кількість накопиченого тепла в стінці). Теплостійкість відповідає за стабільність температури в приміщенні без стабільної роботи систем опалення, з спроможністю утримувати накопичувати, тримати та віддавати тепло приміщенню. Чим вище показник теплостійкості, тим краще тримається стабільно температура без різкого падіння. У багатошарових конструкціях використовують певний порядок розташування несучих та огорожувальних шарів, для досягнення максимальної ефективності.

Відомо, що теплопровідність будь-яких матеріалів збільшується при збільшенні вологості. Зокрема попадання вологи в пінопласт - знижує його теплозахисні властивості у кілька разів.

Коефіцієнт теплопровідності води при температурі повітря $+20 \text{ °C}$ $\lambda = 0,6 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.

Коефіцієнт теплопровідності повітря при температурі $+20 \text{ °C}$ $\lambda = 0,0257 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$.

Висновок. Коефіцієнт теплопровідності води приблизно в 20 разів більше аналогічного параметра повітря. Саме тому властивості практично будь-якого утеплювача сходять нанівець при попаданні в нього вологи. Якщо різкий спад температури після вологої погоди, відбудеться замерзання вологи у верхньому шарі. Це ще більше підвищує в ньому теплопровідність матеріалу. Отже, стіни стають крижаними. Далі, опалення таких будинків, до нормальної температури, вимагатиме значних енергетичних витрат.

Список використаних джерел.

1. Теорія теплопровідності: підручник: підручник. для студ. спец. 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» / А. В. Гільчук, А. А. Халатов, Т. В. Доник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 131 с.

2. Миронов О.С., Брижа М.Р., Бойко В.Б., Золотовська О.В. Теплотехніка: основи термодинаміки, теорія теплообміну, використання тепла в сільському господарстві. Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2011. 424 с.

3. Теплотехніка: підручник / Б. Х. Драганов, О. С. Бессараб, А. А. Долінський, В. О. Лазоренко, А. В. Міщенко, О. В. Шеліманова; за ред. Б. Х. Драганова; 2-е вид., перероб. і доп. К. : ІНКІОС, 2005. 400 с.

УДК 631.364:621.311.243

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГЕЛІОСУШАРКИ З ТЕПЛОВИМ АКУМУЛЯТОРОМ ТА ПЛОСКИМ ДЗЕРКАЛЬНИМ КОНЦЕНТРАТОРОМ

Болтянський Б.В.¹, к.т.н.,

Сиротюк С.В.², к.т.н.,

Коробка С.В.², к.т.н.

¹Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

²Львівський національний університет природокористування, м. Дубляни, Україна.

Постановка проблеми. Сьогодні існує багато високотемпературних автоматизованих апаратів для сушіння сільськогосподарської продукції, зокрема фруктів [1]. Проте їх застосування є нерентабельним за невеликих об'ємів переробки свіжозібраних фруктів в умовах особистих селянських і фермерських господарств (ОСФГ), що пов'язано з великими інвестиційними вкладеннями, високими енерговитратами. Недоліками цих сушильних установок є:

– забруднення фруктів і довкілля токсичними продуктами горіння палива;

– нерівномірність нагрівання фруктової маси і висока швидкість сушіння, що призводить до пересушування, деформації і розтріскування матеріалу;

– великі витрати енергоносіїв [2].

У зв'язку з цим, для процесу сушіння фруктів доцільним є застосування сушильних установок на основі сонячної енергії. На даний час сушильні апарати такого типу ще не мають масового використання в умовах ОСФГ. Це зумовлює актуальність вибору оптимальної конструкції сушарки, ефективного використання якої в умовах ОСФГ можливе лише на підставі обґрунтування її раціональних конструктивно-технологічних параметрів [3].

Основні матеріали дослідження. Метою даного дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу сушіння фруктів на підставі розробки конструкції геліосушарки, що забезпечить зменшення затрат енергоресурсів для умов ОСФГ.

Основною вимогою до роботи сонячних енергетичних установок є максимальне використання потенціалу сонячної енергії. Стосовно геліосушарок це означає, що визначальними є технічні рішення, покликані забезпечувати максимальну поточну енергетичну освітленість сприймаючої поверхні і роботу повітряного колектора у режимі максимальної теплопродуктивності. До цих заходів відноситься

і додаткове радіаційне опромінення сушильної камери.

Для раціонального використання генерованої енергії впродовж мінімального дводобового циклу сушіння потрібні засоби вирівнювання добової нерівномірності надходження сонячної енергії. До них, насамперед, відносяться пристрої слідкування за Сонцем або альтернативний їм варіант – плоский дзеркальний концентратор для посилення енергетичної освітленості стаціонарного повітряного колектора вранці та ввечері. Для забезпечення неперервності процесу сушіння вночі чи на випадок тривалої хмарності необхідно передбачати проміжне резервування надлишкової теплової потужності [5,6].

Традиційні повітряні колектори, призначені для тепlopостачання, поділяють на плоскі або трубчасті, які відрізняються конструктивним виконанням сприймаючої поверхні і конфігурацією теплообмінника. Проте лише у деяких найпростіших конструкціях вдається отримати аналітичні залежності для розрахунку теплопродуктивності або ККД. До того ж такі колектори переважно використовують як нагрівальні елементи тунельних сушарок, які не знайшли використання у господарствах через громіздкість конструкції та необхідність механізмів переміщення фруктів у потоці повітря.

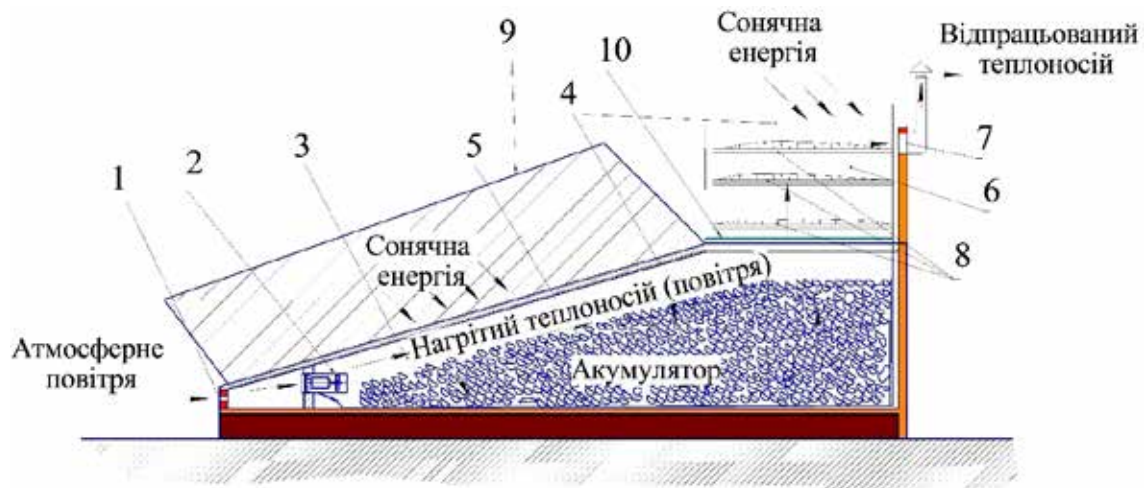
Побутові геліосушарки з малим об'ємом сушильної камери, де решета з висушуваним матеріалом укладають на стелажах лише у декілька ярусів, відзначаються незначним градієнтом температури і вологості вдовж потоку. Завдяки цьому висушування фруктів відбувається практично одночасно, а поточне обслуговування зводиться лише до епізодичного перекладання решет. Така геліосушарка зазвичай працює у циклічному режимі, який за безхмарної погоди зазвичай не перевищує двох діб. До того ж стелажна конструкція блочної конструкції значно компактніша, її легко транспортувати та запобігати природним коливанням потоку сонячної енергії за допомогою плоского дзеркального концентратора та теплового акумулятора. При малих габаритах сушильної камери і відповідно меншій теплоємності конструктивних елементів, а також короткого шляху теплоносія значно зменшуються побічні тепловтрати, у тому числі через огороження у нічний час. Компактність компоновки елементів геліосушарки у свою чергу зменшує матеріалоємність.

Пропонується конструкція геліосушарки у складі повітряного колектора з плоским дзеркальним концентратором, вертикальної сушильної камери та насипного теплового акумулятора для вирівнювання температурного режиму сушіння [4]. Конструктивно-технологічна схема геліосушарки наведена на рисунку 1.

Повітряний колектор розміром $1 \times 1,5$ м встановлюється під оптимальним для сезону кутом нахилу до горизонту і стаціонарно орієнтується у південному напрямку. Плоский дзеркальний концентратор повертається навколо осі, паралельній довшій стороні

повітряного колектора. Ручною зміною кута нахилу в інтервалі від 0 до 120° відбиті промені додатково освітлюють сприймаючу поверхню повітряного колектора зранку до полудня. Після полудня пристрій повороту перевстановлюється на протилежній боковій кромці колектора.

Повітряний колектор виготовлений за класичним щілинним варіантом і складається з дерев'яної рами перерізом брусів 50×50 мм, одношарового прозорого покриття та адсорбера – мідного листа, покритого селективною фарбою товщиною 4,5 мкм. Повітря продувається через щілину між тильною частиною мідної підкладки повітряного колектора та жерстяним днищем з дахового профілю, яке одночасно служить верхнім покриттям теплового акумулятора. Виступи профілю розташовані поперек потоку повітря для його турбулізації з метою підвищення ефективності тепловіддачі адсорбера. На схилах виступів прорізано щілини для виходу частини нагрітого повітря у бік кам'яної засипки теплового акумулятора.



1 – вхідний канал; 2 – вентилятор; 3 – повітропровід; 4 – повітряний колектор; 5 – теплоакумулюючий матеріал (на основі гальки); 6 – сушильна камера; 7 – витяжний канал; 8 – решета; 9 – плоский дзеркальний концентратор; 10 – заслінка

Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема геліосушарки з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором

У сушильну камеру повітря надходить двома потоками – високотемпературним безпосередньо з протилежного кінця повітряного колектора, та низькотемпературним – крізь прорізи у днищі і теплового акумулятора. Співвідношення між прямим і відгалуженим потоками, а значить і температурою теплоносія на вході у сушильну камеру, регулюється заслінкою.

Сушильна камера у вигляді вертикальної шахти квадратного перерізу внутрішнім розміром 1×1 м з пазами для встановлення трьох

квадратних решіт з насипаними фруктами. Передня стінка і покрівля виконані світлопрозорими для можливої інтенсифікації процесу радіаційним опроміненням. Бокові і задня стінки сушильної камери теплоізовані, а їх внутрішню поверхню оббито алюмінієвою світловідбиваючою фольгою. Вночі і в негоду для зменшення тепловтрат світлопрозорі поверхні закривають теплоізоляційними плитами з пінопласту.

У темний період доби основним джерелом теплової енергії є насипний тепловий акумулятор з природної річкової гальки середнім розміром 20 см. Заряджання відбувається вдень відгалуженим від основного потоком нагрітого повітря. На швидкість заряджання і кінцеву температуру всередині теплового акумулятора можна впливати зміною перекриття основного потоку на виході повітряного колектора. За повністю закритої заслінки подача теплоносія у сушильну камеру відбувається тільки крізь шар теплоакумулюючого матеріалу. Привід вентилятора живиться постійним струмом напругою 12 В, тому в реальних умовах сезону фруктосушіння геліосушарка може працювати в автономному режимі з електроживленням від сонячної батареї.

Висновки. Запропоновано конструкцію геліосушарки з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором, що забезпечує раціональне зниження енерговитрат в процесі сушіння фруктів.

Використання геліосушарок з тепловим акумулятором та плоским дзеркальним концентратором для сушіння фруктів є доцільним і ефективним в умовах ОСФГ, що призведе до збільшення обсягів виробленої високоякісної висушеної продукції при мінімальних енергозатратах за рахунок сонячної енергії.

Список використаних джерел

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

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

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

4. Геліосушарка з тепловим акумулятором: пат. № UA 97139 U Україна: МПК A23L3/00 / Коробка С.В.; заявник та патентовласник Коробка С.В. – № UA 97139 U; заявл. 26.12.2014; опубл. 25.02.2015. Бюл. № 4. 3 с.

5. Syrotyuk S., Boyarchuk V., Syrotyuk V., Korobka S., Syrotyuk H., Boltianskyi B. Peculiarities of modeling heat pumps in the labview environment. *Інформаційні технології в енергетиці та агропромисловому комплексі: матеріали XI Міжнар. наук. конференції*. ЛНУП: За заг. ред. В.В. Снітинського. Львів: ЛНУП, 2022. С. 16–18.

6. Syrotyuk S., Syrotyuk V., Boltianskyi B. Hybrid system of power supply with application of wind and solar energy // ТЕКА. *Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*. 2017. Vol. 17. No. 4. P. 37–44.

УДК 628.35

АНАЛІЗ ТА ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ УСТАНОВОК БІОГАЗОВИХ СТАНЦІЙ

Скляр Р. В., к.т.н.,

Жердев О.С., здобувач СВО «Магістр»

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.*

Когенераційні установки на біогазі тваринницьких або птахівницьких відходів мають значний потенціал як для виробництва енергії, так і для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище через переробку та використання відходів. Когенерація – це енергоефективний процес, що передбачає одночасне виробництво електричної та теплової енергії [1]. Когенерація дозволяє максимально використовувати весь потенціал власної генерації енергії та підвищити загальний ККД електростанції до 90% і більше.

На відміну від великих централізованих електростанцій, що також використовують комбіноване виробництво електрики та тепла (ТЕЦ), когенерація – метод, який застосовується на об'єктах розподіленої енергетики (міні-ТЕЦ) – власних електростанціях на підприємствах, інфраструктурних та житлових об'єктах. Тепло, яке виробляється в процесі отримання електроенергії централізованими станціями, не доходить до споживачів та викидається в атмосферу. Було б розумно використовувати цю енергію ефективно, але через великі відстані зробити це технічно складно і комерційно не вигідно. Когенераційні установки фізично розміщуються безпосередньо на об'єкті, тому немає втрат під час передачі.

Когенерація дозволяє ефективніше використовувати енергоресурси. Так, тепло, яке утворюється під час виробництва електроенергії, застосовується на об'єкті, наприклад, для опалення чи

виробництва пари. А якщо порівнювати її із використанням двох окремих джерел отримання електрики та тепла, то економія енергії палива при використанні єдиної когенераційної системи становитиме близько 40% [2]. Когенерація в Україні порівняно із купівлею електроенергії із загальної енергомережі забезпечує економію коштів на енергоресурси до 40%.

Утилізація великих обсягів органічних відходів дозволяє використовувати передові способи отримання електроенергії з біопалива. Завдання ефективно вирішує когенераційна установка на біогазі, здатна працювати у тому числі на неочищеній та/або бідній паливній суміші.

Якщо розглядати всі способи виробництва електроенергії, то на користь когенераційних установок свідчить також те, що їхнє використання підпадає під дію Закону України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії». Згідно з ним, власники когенераційних установок можуть продавати електроенергію локальним електричним мережам паралельно з основним постачальником за «зеленим» тарифом – пільговими цінами, встановленими до 2030 року. Це дає можливість виробникам енергії отримувати додатковий дохід на постійній основі або в моменти, коли обладнання не задіяне для основної діяльності, а також покращуватиме екологічний стан свого підприємства.

Газопоршнева електростанція (міні-ТЕЦ) складається з двигуна, генератора, системи керування та теплообмінників, які використовуються для виробництва необхідної теплової енергії.

Принцип роботи когенераційної установки: газоподібне паливо (природний газ, біогаз, шахтний метан тощо) надходить на газопоршневий двигун для подальшого згоряння та приведення в рух поршневої групи. Ця механічна енергія передається через вал на генератор, що у свою чергу виробляє електроенергію.

При виробленні електричної енергії в когенераційній установці паралельно виділяється тепло - це тепло від газів, масла і антифризу, що відходять, які охолоджують двигун. Тепло відводиться за допомогою комплекту теплообмінників для підігріву мережевої води та утилізатора вихлопних газів для підігріву мережної води або виробництва пари. Отже, у процесі когенерації тепла енергія використовується максимально ефективно.

Електроенергія, що виробляється, може бути використана на власні потреби або продана в централізовану мережу за комерційною ціною. Теплова енергія використовується на потреби підприємства або може бути продана абонентам.

На світовому ринку існує кілька провідних виробників когенераційних установок, які використовують двигуни для виробництва електроенергії та теплоенергії з біогазу. Деякі з найбільш відомих виробників цих установок на двигунах внутрішнього згоряння

наступні[3]:

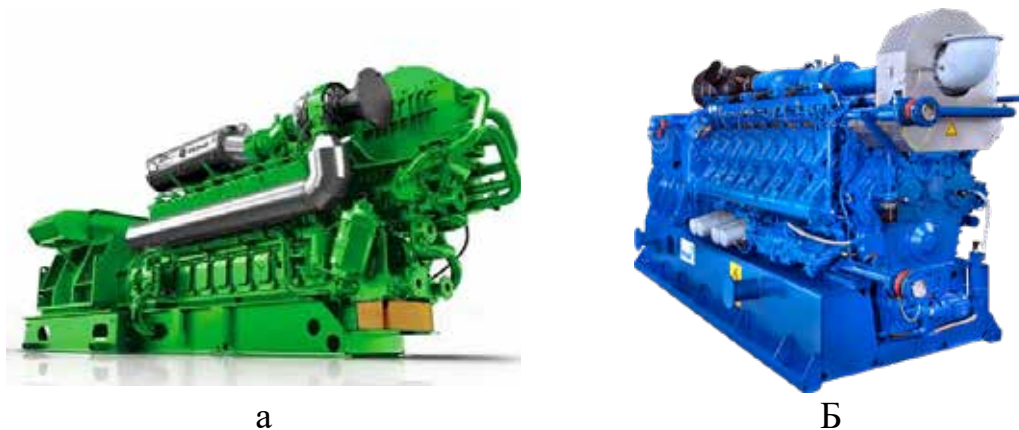
1) Jenbacher (GE Jenbacher): GE Jenbacher, яка належить General Electric, виробляє газові двигуни для використання у когенераційних установках, особливо популярні їх двигуни серії Jenbacher JMC (Jenbacher Modular Concept).

2) Caterpillar Energy Solutions (раніше MWM): Caterpillar Energy Solutions, колишня MWM (Motoren Werke Mannheim), є виробником газових двигунів, які також використовуються у когенераційних системах. Їх продукція включає газові двигуни серії TCG.

3) Cummins: Cummins пропонують газові двигуни серії QSK.

4) MAN Energy Solutions: MAN Energy Solutions виробляє газові двигуни та обладнання для когенераційних установок, які використовуються у виробництві електроенергії та теплоенергії.

Однак отримання електроенергії та тепла – не єдине можливе використання газопоршневих двигунів. Такі компанії як Jenbacher (рис. 1, а) і Caterpillar Energy Solutions (рис. 1, б) пропонують на ринку когенераційні установки з можливістю отримання холоду (тригенерації) та виробництва CO₂ для тепличних комплексів. Найбільший в Україні та світі біогазовий комплекс із 18 когенераційними установками Jenbacher загальною потужністю 26,1МВт ефективно функціонує в с.м.т. Теофіполь Хмельницької області.



а – двигун Jenbacher; б - двигун TCG 2020.

Рис. 1. Типи газових двигунів для когенераційних установок

Когенераційні установки на базі двигунів внутрішнього згоряння відрізняються за декількома основними критеріями ефективності, які важливі для підприємств і організацій, що розглядають вибір технології для виробництва енергії з біогазу тваринницьких або птахівницьких відходів [4]:

1) ефективність перетворення - визначається відношенням виробленої корисної енергії (електричної та теплової) до потенційної енергії, яка міститься у вхідному біогазі;

2) надійність і тривалість роботи - такі виробники як Jenbacher,

Caterpillar, Cummins та MAN, зазвичай мають досить надійні рішення, які відповідають високим стандартам у цій сфері;

3) ефективність утилізації тепла - когенераційні установки також оцінюються за їх здатність використовувати тепло, що виробляється під час генерації електроенергії, для опалення чи інших промислових потреб. Цей аспект дозволяє подвоїти вигоди від установки, збільшуючи загальну ефективність.

4) гнучкість у роботі та адаптабельність - когенераційні установки повинні бути гнучкими у використанні та здатними адаптуватися до змінних умов. Здатність працювати ефективно при різних навантаженнях та умовах сприяє оптимізації використання біогазу.

5) екологічні показники - крім ефективності, важливими є екологічні аспекти. Когенераційні установки, які мають низькі рівні викидів, забруднення середовища та враховують принципи сталого розвитку, отримують більше уваги з боку підприємств.

Когенераційні установки на базі двигунів внутрішнього згорання мають свої переваги і недоліки, які важливо враховувати при їх використанні.

Переваги використання когенераційних установок:

1) ефективне використання енергії: когенераційні установки використовують біогаз для одночасного виробництва електроенергії та теплоенергії, що підвищує загальну ефективність використання енергії;

2) незалежність від енергопостачальників: підприємства можуть стати менш залежними від зовнішніх постачальників енергії, маючи власні установки для виробництва електроенергії та тепла;

3) зниження витрат: завдяки виробництву власної енергії з відходів можливе зменшення витрат на електроенергію та тепло, що дозволяє заощадити кошти;

4) екологічна ефективність: зменшення викидів парникових газів, оскільки використання біогазу сприяє скороченню емісій в атмосферу.

Але водночас є і недоліки:

1) високі витрати на установку: побудова когенераційних установок може вимагати значних витрат на обладнання та інфраструктуру;

2) потреба у спеціалізованому обслуговуванні: вимагає регулярного обслуговування та технічної підтримки для забезпечення ефективності та безперебійної роботи;

3) залежність від доступності сировини: ефективність установок залежить від постачання біогазу з тваринницьких або птахівницьких відходів;

4) потенційний шум та вібрація: деякі моделі двигунів можуть бути досить шумними та вібраційними, що потребує врахування під час розміщення установки.

Запропоновані наступні шляхи вирішення недоліків, пов'язаних з когенераційними установками на базі двигунів внутрішнього згорання

(таблиця 1).

Застосування цих методів може допомогти підприємствам максимізувати переваги когенераційних установок на базі двигунів внутрішнього згоряння, одночасно мінімізуючи недоліки і підвищуючи їхню ефективність та надійність.

Таблиця 1

Шляхи вирішення недоліків, пов'язаних з когенераційними установками на базі двигунів внутрішнього згоряння

Назва недоліку	Метод його вирішення	Реалізація
Високі витрати на установку	Оптимізація обладнання	Обрання ефективних, але в той же час більш доступних технологій та обладнання
	Енергоефективність	Інвестування в високоефективні моделі установок може знизити загальні експлуатаційні витрати через зменшення споживання ресурсів
Регулярне обслуговування та технічна підтримка	Догляд та обслуговування	Регулярна перевірка, обслуговування та догляд за установками
	Служба підтримки клієнтів	Звернення до виробників чи третіх фахівців для отримання технічної підтримки та консультацій
Забезпечення постачання сировини	Диверсифікація джерел сировини	Пошук альтернативних джерел біогазу, таких як інші відходи або біомаса
	Управління виробництвом сировини	ефективне управління органічними відходами може покращити виробництво біогазу та забезпечити стабільне постачання
Зменшення шуму та вібрацій	Звукоізоляція та амортизація	використання спеціальних матеріалів для зменшення шуму та амортизації вібрацій
	Дотримання стандартів	дотримання встановлених стандартів та правил щодо розташування та експлуатації установок

Список використаних джерел

1. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Формування витрат енергоносіїв на виробництво тваринницької продукції. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 1.

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

3. Войтов В. А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 100–109.

4. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Технологічні аспекти виробництва біогазу. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф.* Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 35–39.

УДК 631.347.3.003.13

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

Драган П.А., здобувач СВО 21ГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.,

Паляничка Н.О., к.т.н., доц

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми Останнім часом значна увага приділяється проблемі забруднення води відходами переробних виробництв та їх впливу на якість води і навколишнє середовище. Обговорюються різні методи очищення, в тому числі фізичні, хімічні, біологічні та мембранні, для видалення забруднюючих речовин і придатності води для використання в технологічних процесах. Проведемо аналіз використання нових, високоефективних та економічно вигідних технологій, таких як фотокаталітична, ультразвукова та електрохімічна обробка.

Основні матеріали дослідження Однією з основних проблем є забруднення води відходами переробної промисловості, які можуть містити токсичні речовини, важкі метали та інші забруднювачі. Це може мати негативний вплив на якість води та здоров'я людей, а також створювати екологічні проблеми [1]. Розробка та застосування ефективних методів очищення, таких як фізико-хімічні, біологічні та мембранні методи, може зменшити вміст забруднювачів у воді та зробити її придатною для використання в технічних процесах. Крім того, ефективне використання водних ресурсів та зменшення втрат води в процесі переробки також є викликом. Розробка водозберігаючих систем, таких як системи замкненого циклу та рециркуляції, може зменшити споживання води та підвищити ефективність технологічних процесів [2].

Існує три методи ефективного очищення води з низьким споживанням ресурсів [1,3]:

1. фізико-хімічні методи: коагуляція, флокуляція, відстоювання,

фільтрація та адсорбція. Ці методи використовуються для видалення твердих частинок, колоїдів, органічних речовин і деяких металів. Вони ефективні і широко використовуються в переробній промисловості.

2. біологічні методи: до них відносяться активне очищення стічних вод, біологічна фільтрація та ротаційні контактні процеси. Ці методи засновані на використанні мікроорганізмів, які біологічно розкладають забруднюючі речовини у воді. Вони ефективні для видалення біологічних забруднень та органічних речовин.

3. мембранні технології: до них відносяться зворотний осмос, нанофільтрація та ультрафільтрація. Ці методи використовуються для видалення розчинених твердих речовин, бактерій, вірусів і солей шляхом пропускання води через мембрани різної пористості. Таким чином отримують чисту воду високої якості. На додаток до цих методів можна розглянути використання сучасних технологій, таких як фотокаталітична, ультразвукова та електрохімічна обробка, які характеризуються високою ефективністю та мінімальним споживанням ресурсів.

Аналіз показав, що фізичні, хімічні та біологічні методи очищення води широко використовуються та є ефективними в переробній промисловості. Однак при постійному вдосконаленні та впровадженні сучасних технологій можна досягти ще більшої ефективності, зменшити споживання ресурсів та покращити якість очищеної води. Вдосконалення методів водопідготовки має вирішальне значення для переробної промисловості. Це забезпечить високу якість води для переробки, зменшить негативний вплив на навколишнє середовище та підвищить стійкість виробництва. Подальше вдосконалення методів водопідготовки може передбачати впровадження нових технологій, використання відновлюваних джерел енергії та інтеграцію інноваційних методів водо підготовки [3]. Це призведе до більш сталого та екологічно безпечного використання водних ресурсів у переробній промисловості.

Висновки. Проаналізовано методи очищення води, що використовуються в технологічних процесах переробної промисловості. Розглянуто поширені проблеми забруднення джерел і необхідність сталого та ефективного використання водних ресурсів. Проаналізовано напрямки розвитку та вдосконалення технологій водопідготовки для забезпечення якості води, зменшення негативного впливу на довкілля та підвищення ефективності управління водними ресурсами.

Список використаних джерел

1. Smith, J. та ін. Передові технології очищення води для переробної промисловості. *Журнал промислового інженерії та хімії*. 2018. 42(3) 112–128 с.

2. Johnson, A, Brown, K. Методи очищення води: комплексний огляд. *Журнал екології*. 2019.65(5), 321–345 с.

3. Ковальов О.О., Самойчук К.О., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Петриченко С.В., Верхованцева В.О., Колодій О.С. Вступ до фаху: Конспект лекцій для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» ТДАТУ. Мелітополь, 2021. 180 с.

УДК 631.861:579.222.2

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ЛІНІЇ ГРАНУЛЮВАННЯ ПОСЛІДУ ПЕРЕПЕЛІВ

Скляр О. Г., к.т.н.,

Скляр Р. В., к.т.н.,

Комар А.С., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Гранулювання перепелиного посліду - це один із сучасних методів переробки життєдіяльності птахів. В результаті виходить спресована гранула, в якій макро, мікроелементи та органічні речовини містяться в оптимальній кількості та якості [1]. Така гранула використовується як органічне добрива для будь-якого виду рослини та ґрунту. Гранули, виготовлені з пташиного посліду є дуже цінним органічним добривом. Так як вони легкокорозчинні та містять багато поживних речовин і дуже добре сприймаються рослинами.

Переробка перепелиного посліду у добриво у вигляді гранул дозволяє отримати добриво вищої якості, ніж компост розсипчастий. Переваги грануляції посліду [2]:

- вирішує проблему зберігання та утилізації;
- гарантовано відсутні шкідливі мікроорганізми;
- гранули можуть вноситися у ґрунт сільськогосподарською технікою;
- містять в оптимальній кількості всі мінеральні речовини;
- екологічно чистий та не токсичний для людини продукт;
- тривалий термін зберігання.

Внесення гранульованих добрив із посліду в ґрунт [3]:

- забезпечує збалансоване харчування всіх сільськогосподарських культур та створює умови для одержання екологічно чистої продукції;

- збільшує врожайність на 20...35%, покращує якість урожаю;

- скорочує термін дозрівання врожаю на 10...15 днів;
- збільшує вміст урожаю сухих речовин;
- покращує склад та властивості ґрунтів: відновлює гумусний шар та оптимальну кислотність ґрунтів, забезпечує посилене зростання корисної мікрофлори та пригнічує зростання шкідливого, покращує структуру ґрунту та підвищує його родючість на тривалий (до 3 років) термін;
- підвищує стійкість сільськогосподарських культур до несприятливих факторів середовища та захворювань.

Стандартний комплект обладнання з виробництва органічних добрив складається з ферментаційної системи, системи сушіння, дезодоратора та системи видалення пилу, системи подрібнення, дозування, змішування, гранулювання, перевірного та пакувального пристрою для готової продукції.

Утилізація відходів птахівництва складається з кількох етапів [4,5]:

1. Оперативне накопичення, компостування та обробка сировини.
2. Сушіння та подрібнення. Оскільки пташиний послід має підвищену вологість, масу необхідно просушити в сушильному комплексі до вологості 12-14% та подрібнити до потрібної фракції. Такий комплекс складається з сушильного барабана та теплогенератора, що постачає гаряче повітря.
3. Гранулювання перепелиного посліду. За допомогою транспортера просушений та подрібнений матеріал передається у приймальний бункер гранулятора, звідки надходить до змішувача, а потім — до пресової камери. Там під впливом великого тиску та високої температури формуються тверді гранули, які мають вигляд циліндрів певної довжини та діаметра.
4. Охолодження. Щоб гранули зберегли свою форму, їх потрібно охолодити до температури навколишнього середовища. На виході з гранулятора продукт транспортером переміщується до охолоджувальної колони. Там за рахунок циркуляції холодного повітря температура грануляту знижується. З колони виходить готовий продукт, готовий до фасування.
5. Упаковка. Фасування продукту може виконуватись у роздрібну упаковку. Необхідна кількість продукту відміряється ваговим дозатором. Гранульовані добрива з відходів птахівництва невибагливі у зберіганні, необхідно тільки забезпечити сухе місце, що добре провітрюється.

На світовому ринку існує багато виробників обладнання для переробки органічних матеріалів у гранули для органічного добрива. Деякі з них знають власну надійність, якістю та ефективністю обладнання:

1) Andritz AG (раніше Sprout-Bauer) - виробник грануляторів, сушильних систем та обладнання для переробки органічних матеріалів у гранули для добрива.

2) Muench-Edelstahl GmbH - спеціалізується на виробництві грануляторів, дробильних машин та інших засобів для переробки органічних матеріалів.

3) Cimbria - виробляють обладнання для обробки зерна, але також мають рішення для переробки органічних матеріалів у гранулах, таких як гранулятори та сушильні системи.

4) Amandus Kahl GmbH & Co. KG - пелетні преси та лінії для виробництва пелет органічних матеріалів, включаючи системи сушіння та охолодження.

5) Vecoplan AG - спеціалізується на системах роздління та переробки відходів, включаючи органічні матеріали для подальшої обробки в гранулах.

При виборі обладнання для переробки посліду перепелиної ферми в гранули для органічного добрива кілька ключових параметрів можуть бути вирішальними:

1) обсяг та продуктивність обладнання має відповідати розміру підприємства та об'єму продукції, який потрібно переробити.

2) обладнання повинно мати відповідну технологію для перетворення посліду в гранули органічного добрива. Це може включати дроблення, гранулювання та сушіння.

3) важливо враховувати витрати енергії на роботу обладнання.

4) обладнання повинно забезпечувати високу якість гранул, що відповідає стандартам для використання як органічне добриво.

5) можливість автоматизації процесу та контролю за ним є підвищення ефективності та зниження людського впливу на виробничий процес.

Список використаних джерел

1. Войтов В. А. Аналіз технологій утилізації відходів птахівництва за кордоном. *Праці ТДАТУ*. Мелітополь, 2019. Вип. 19. Т. 4. С. 100–109.

2. Комар А. С. Переваги перепелиного посліду у вигляді гранул. *Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання»*. МОН України, НУБІП. К.: Видавничий центр НУБІП України, 2023. С. 287–290.

3. Скляр Р. В., Фісак К. О. Обґрунтування доцільності використання гранульованого посліду. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції*. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С. 278–281.

4. Skliar O. H., Skliar R. V. Methodological approaches to the optimization of machine technologies of animal waste disposal. *The 8th International scientific and practical conference «Scientific research in the*

modern world» (June 1-3, 2023) Perfect Publishing, Toronto, Canada. 2023. P. 194–198.

5. Скляр О. Г., Скляр Р. В., Комар А. С. Огляд способів переробки посліду птиці. *Збірник тез доповідей XXIII Міжнародної наукової конференції «Сучасні проблеми землеробської механіки»*. МОН України, НУБіП України, ЖАТФК. Київ. Житомир. 2022. С. 130–133.

УДК 631

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ GREEN DEAL В УКРАЇНІ

Константинов Д., здобувач СВО 21ГМ групи,

Ковальов О.О., к.т.н., ст.викл.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Зелений курс (Green Deal) – це план дій, спрямований на боротьбу зі зміною клімату та розвиток сталої енергетики в Європейському Союзі. Ідея Зеленого курсу полягає в перетворенні Європи на перший у світі вуглецево-нейтральний регіон до 2050 року, з метою скорочення викидів парникових газів та зменшення впливу на зміну клімату.

Основні матеріали дослідження Програма Green Deal, є амбітною ініціативою, однак її реалізація прогнозовано зіткнеться з викликами та проблемами, основні з яких включають:

1. Фінансування: Однією з найбільших проблем Green Deal є забезпечення достатнього фінансування для реалізації амбіційних цілей програми. Це вимагає значних інвестицій у відновлювану енергетику, підвищення енергоефективності, екологічні технології та розвиток інфраструктури [1]. Необхідно розробити механізми фінансування, такі як публічно-приватні партнерства та залучення інвестиційного капіталу, щоб забезпечити успіх програми, однак не всі охочі інвестувати свої капітали у країну яка на сьогоднішній день знаходиться у воєнному стані. Однак при достатньому заохоченні та поштовху до розвитку зеленої енергетики з точки зору законодавчих ініціатив, можливо дасть більшу привабливість для капіталовкладень.

2. Програма Green deal декларує високі результати, але її реалізація пов'язана з великими витратами матеріальних ресурсів, її реалізація, може негативно впливати на малий та середній бізнес. Однією з вимог Green deal є скорочення використання пестицидів на 50% до 2030 року. Основними перевагами пестицидів є: простота у виробництві та доступність у ціні [1]. Якщо на заміну їм прийде більш дорогий аналог,

для фермерів це буде означати збільшення капіталовкладень, що буде відображатись на збільшенні вартості продуктів – для населення. Прогнозованими результатами впровадження Green Deal буде зниження розмірів реального споживчого кошику та ускладнення життя.

Ще один пункт який порушить соціальний баланс це розвиток електромобілів та повний перехід на них. Для 80% населення України в яких є авто, це машини дешевого класу 1990+ років, електроавтомобілі важливі, але не для теперішньої України.

Хоча Green Deal є внутрішньою ініціативою Європейського Союзу, співпраця з іншими країнами та глобальними партнерами є необхідною. Розробка спільних стандартів, обмін технологіями та спільні зусилля важливі для ефективності боротьби зі зміною клімату. Та співпраця з народом необхідна щоб влаштувати якісь швидкі необхідні збори і не чекати на допомогу Євросоюзу та інших країн, чи щоб люди приходили на волонтерську допомогу цього проекту, людям потрібно піднести це так щоб вони зрозуміли «Так це потрібно нам і потрібно країні». Але не у самої компанії є основні проблеми в країні а ще є проблеми країни щодо компанії:

1. Green Deal передбачає перехід до енергетичної системи з низьким викидом вуглецю. Україна, як країна з розвиненим вуглеводневим сектором, може зіткнутися з викликами у впровадженні енергоефективних та відновлюваних джерел енергії, а також з необхідністю модернізації своєї енергетичної інфраструктури [1].

2. Перехід до стійкого розвитку може вимагати перекваліфікації робочої сили та забезпечення нових зелених робочих місць. Україна повинна розвивати програми підготовки та підтримки для робітників, які можуть бути залучені в зелені сектори економіки.

3. Для успішної реалізації Green Deal, Україна повинна впроваджувати необхідні реформи, включаючи енергетичну, екологічну та регуляторну політику. Це може вимагати значних зусиль для адаптації законодавства, створення сприятливих умов для залучення інвестицій до зеленого сектора та впровадження інновацій.

На додаток до труднощів, які вже згадувалися, існує кілька додаткових проблем, які можуть виникнути в контексті реалізації плану Green Deal в Україні. Перехід до стійкого розвитку передбачає поширення зеленої інфраструктури, такої як вітрові та сонячні електростанції, зарядні станції для електромобілів, енергоефективні будівлі тощо. Однак, це може вимагати значних інвестицій і технологічних знань.

Висновки. Незважаючи на ці проблеми, Green Deal є важливим кроком у напрямку стійкого розвитку та боротьби зі зміною клімату. Рух до досягнення поставлених цілей буде потребувати постійних зусиль, співпраці та інноваційних рішень, при яких населення буде відчувати мінімальний вплив у перехідний період. Це важливе рішення

при успішній реалізації якого до нас будуть ставитись уже не як до країни можливостей, а як до стійкої та сильної держави.

Список використаних джерел

1. К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум. 2020. ТДАТУ. Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press». 250 с.

СЕКЦІЯ 6. ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК

УДК 378.14

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ АПК

Дереза О.О., к.т.н.,
Крестов В.Г., здобувач СВО
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна.

Постановка проблеми. Подальший розвиток системи аграрної освіти України та удосконалення підготовки кадрів для АПК неможливо проводити без інформаційних технологій і систем.

Сучасними елементами розвитку агропромислового комплексу є вдосконалення засобів виробництва, методів організації виробництва, перехід до екологічної стандартизації, нових видів автоматизації й інформаційного забезпечення технологічних процесів.

Основні проблеми агропромислового комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення тощо.

Для ефективного управління сільськогосподарським виробництвом потрібно мати величезні обсяги різноманітної інформації, тому для інформаційного забезпечення використовують сучасні інформаційні системи.

Основні матеріали дослідження. Одним із напрямків розвитку України є розвиток сільського господарства, інтеграція в світовий ринок із доведенням до рівня європейських та світових стандартів якості не тільки кінцевого продукту, а й організації процесу виробництва.

Застосування інформаційних технологій підвищує продуктивність й ефективність управлінської праці, дозволяючи по новому вирішувати багато завдань. Наприклад, інформаційні технології дозволяють зберігати величезну кількість даних (які людина просто не може запам'ятати), аналізувати їх і на основі результату, пропонувати найбільш ефективні рішення певних задач, які б мінімізували витрати і максимізували прибутки аграрних підприємств [1].

Сучасний рівень розвитку інформаційних технологій став можливий завдяки наявності розподіленої комп'ютерної техніки, відповідного програмного забезпечення, розвинутих комунікацій, діалогового режиму спілкування користувача з ЕОМ.

Специфічні особливості щодо управління розвитком сільськогосподарських підприємств обумовлені тим, що життєвий цикл продукції сільського господарства не відповідає узагальненому технологічному процесу життєвого циклу продукту промислового підприємства. Діяльність безпосередньо сільгоспвиробників пов'язана із високим ступенем ризику, особливо природного характеру. Тому однією з основних вимог до виробників є високий професійний рівень відповідних фахівців, їх компетентності, в поєднанні із забезпеченням якісним інформаційним ресурсом [2].

Для ефективного управління сільськогосподарським виробництвом потрібно мати величезні обсяги різноманітної інформації.

Для цього використовують різноманітні інформаційні системи:

- моніторингу стану аграрних ресурсів;
- забезпечення контролю якості сільськогосподарської продукції;
- керування технологічними об'єктами й/або процесами;
- підготовки й обліку виробничої діяльності підприємства;
- планування й аналізу виробничої діяльності підприємства;
- інформаційно-довідкові системи;
- засоби математичного моделювання, кореляційно-регресійне моделювання, імітаційне моделювання, створення оптимізаційних моделей.

Впровадження діджитал-технологій і хмарних платформ має низку переваг в агротехнічному бізнесі:

- значне підвищення продуктивності сільського господарства;
- автоматизовані розрахунки для точного планування зернових операцій;
- полегшений контроль збирання врожаю;
- оптимізоване управління логістичними маршрутами;
- прийняття управлінських рішень на основі даних із глибокими звітами.

В умовах ринкових відносин поява товаровиробників з різними формами власності, падіння платоспроможності господарств обумовило удосконалення та реконструкцію раніше існуючої системи технічного сервісу. До заходів з удосконалення технологічних процесів слід віднести організацію робочих місць, максимально забезпечити наявність паралельних операцій в технологічному процесі, проводити відновлення працездатного стану агрегатів на спеціалізованих підприємствах, які оснащені необхідним технологічним обладнанням [3].

Існує багато спеціалізованих інформаційних систем різноманітної спрямованості та рівня деталізації, які дають можливість працювати у

хмарі.

Платформа 3D EXPERIENCE дає змогу завантажувати інформацію з різних напрямків роботи підприємств, наприклад, створити бази даних у галузі селекції, сучасних засобів хімізації, захисту рослин і забезпечення відповідного технічного стану складних машин і устаткування тощо.

Потенціал Power Platform покращує співпрацю і підвищує конкурентоспроможність. Power BI - це уніфікована платформа корпоративної бізнес-аналітики, яка містить інтуїтивно зрозумілий інтерфейс з інтелектуальною візуалізацією даних, дає змогу приймати ефективні бізнес-рішення на основі уніфікації та аналізу даних за допомогою штучного інтелекту.

Дані, підключені до хмари, приносять переваги всім. Завдяки розвитку комп'ютерних та інших інформаційно-комунікаційних технологій все більша кількість фермерів підключаються до мережі Internet. Опрацювання даних здійснюється на основі побудованої інфраструктури інформаційних технологій та математичних моделей. Тому широке використання інформаційних технологій дозволить суттєво покращити рівень підготовки фахівців АПК і завдяки цьому досягти кращих результатів в аграрному секторі.

Висновки. Таким чином, дослідження показують, що завдяки широкому використанню сучасних інформаційних технологій вдається досягти кращих результатів в аграрному секторі. Використання досягнень нових інформаційних технологій та систем інформаційного забезпечення є необхідними умовами та складовими успіху будь-якого підприємства. Тому підготовка фахівців АПК, здатних створювати й застосовувати інформаційні технології в сільському господарстві, є надзвичайно необхідною.

Список використаних джерел

1. Вовк, С. Г. Аспекти застосування систем підтримки прийняття рішень в управлінні сільгоспідприємством. *Вісник Львівського державного аграрного університету: економіка АПК*. 2007. № 14. С. 198–201.

2. Азаренков Г.Ф., Писарчук О.В. Трансформація інформаційно-аналітичного забезпечення в управлінні сільськогосподарським підприємством. *Young Scientist*, No 5 (81), May, 2020, с. 133-137. DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-5-81-29>

3. Болтянський Б. В. Удосконалення технічного сервісу машин і обладнання тваринницьких ферм на основі оцінки технологічного рівня спеціалізованих підрозділів. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 142–144.

Наукове видання

**Технічне забезпечення
інноваційних технологій в
агропромисловому комплексі**

*Матеріали
V Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції
01-24 листопада 2023 р.*

*Відповідальний за випуск: Є. І. Ігнат'єв, ст. викладач
кафедри Експлуатації та технічного сервісу машин
Таврійського державного агротехнологічного університету
імені Дмитра Моторного.*

Редактор: Є. І. Ігнат'єв.

Дизайн і верстка: А. С. Комар.

*Адреси для листування:
69600, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

E-mail: tssapk@tsatu.edu.ua

Сайт конференції: <http://www.tsatu.edu.ua/tsstt/conf/>

**Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст
представлених матеріалів**

© ТДАТУ, 2023