

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

*XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
117-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)*

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

*22-23 лютого 2024 року
м. Київ*

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
NATIONAL UNIVERSITY OF LIFE AND ENVIRONMENTAL
SCIENCES OF UKRAINE
INSTITUTE OF MECHANICS AND AUTOMATICS OF
AGROINDUSTRIAL PRODUCTION OF THE NATIONAL
ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE STATE
BIOTECHNOLOGICAL UNIVERSITY



PROCEEDINGS

*XI International Scientific and Technical Conference dedicated
to the 117th anniversary of the birth of
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Vice President of the UAAS
KRAMAROV
Volodymyr Savovych
(1906-1987)*

«KRAMAROV'S READINGS»

*February 22-23, 2024
Kyiv*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:

Ніколаєнко С. М. – ректор НУБіП України, академік НАПН України, голова організаційного комітету;

Кондратюк В. М. – проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;

Ружи́ло З. В. – декан факультету конструювання та дизайну НУБіП України, заступник голови організаційного комітету;

Мельник В. І. – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України, секретар організаційного комітету;

Члени організаційного комітету:

Автухов А. К. – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;

Адамчук В. В. – директор «ІМА АПВ НААН», академік НААН;

Альмейда А. – професор Політехнічного університету Браганси, (Португальська Республіка);

Аулін В. В. – професор кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;

Арак М. – директор Тартуського технічного коледжу м. Тарту (Естонська Республіка);

Бакулін Є. А. – завідувач кафедри будівництва НУБіП України;

Банний О. О. – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;

Белоєв Х. – професор Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе, академік Болгарської АН (Республіка Болгарія);

Борак К. В. – заступник директора ЖАТФК;

Братішко В. В. – декан МТФ НУБіП України;

Будяй О. В. – директор ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;

Булгаков В. М. – завідувач кафедри механіки НУБіП України, академік НААН;

Василенко М. О. – завідувач відділу «ІМА АПВ НААН»;

Васильковський О. М. – професор кафедри сільсько-господарського машинобудування ЦНТУ;

Войтюк Д. Г. – радник ректора НУБіП України, член-кореспондент НААН;

Герук С. М. – завідувач кафедри агроінженерії ЖАТФК;

Домейка Р. – декан відділення Агроінженірінгу, Університету Вітаутаса Великого, (Литовська Республіка);

Захарчук О. В. – завідувач відділу ННЦ «ІАЕ», член-кореспондент НААН;

Іванишин В. В. – ректор ЗВО «Подільський ДУ», академік НААН України;

Івановс С. – директор Улброкського наукового центру Латвійського університету природничих наук і технологій, (Латвійська Республіка);

Кангалов П. – ректор Університету «Ангел Кънчев» в м. Русе (Республіка Болгарія);

Ковалишин С. Й. – декан факультету механіки та енергетики ЛНАУ;

- Коренко М.** – професор Інституту проєктування та інженерних технологій Словацького аграрного університету в Нітрі, (Словацька Республіка);
- Кузьмінський Р. Д.** – професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. О. Д. Семковича ЛНАУ;
- Кувачов В. П.** – декан МТФ ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Кульгавий В. Ф.** – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів»;
- Кюрчев С. В.** – ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного;
- Литовченко О. В.** – директор ВСП «Ніжинський ФК НУБіП України»;
- Ловейкін В. С.** – завідувач кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України;
- Лопатько К. Г.** – завідувач кафедри технології конструкційних матеріалів і матеріалознавства НУБіП України;
- Лукач В. С.** – директор ВП «Ніжинський агротехнічний інститут» НУБіП України;
- Марус О. А.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Мельник В. І.** – провідний науковий співробітник відділу науково-технічної інформації НДЧ НУБіП України;
- Мельник В. І.** – професор кафедри оптимізації технологічних систем в рослинництві ДБУ;
- Надикто В. Т.** – професор ТДАТУ імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН;
- Науменко О. А.** – професор кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О. І. Сідашенка ДБУ;
- Новак Я.** – професор Університету природничих наук у Любліні (Республіка Польща);
- Новицький А. В.** – завідувач кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Ольт Ю.** – професор Інженерного інституту Естонського університету наук про життя (Естонська Республіка);
- Паскуці С.** – професор Департаменту агроекологічних і територіальних наук (DISAAT), університет Альдо Моро Барі (Італійська Республіка);
- Пилипака С. Ф.** – завідувач кафедри рисової геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;
- Полянський П. М.** – завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ;
- Продеус О. В.** – керівник відділу ТОВ «Манн+Хуммель Фільтрейшн Текнолоджі Україна»;
- Роговський І. Л.** – завідувач кафедри ТС та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;
- Ромасевич Ю. О.** – заступник декана факультету конструювання та дизайну НУБіП України;
- Ревенко Ю. І.** – доцент кафедри надійності техніки НУБіП України;
- Саченко В. І.** – Голова Ради Асоціації «Укрмашибуд»;
- Савченко В. М.** – доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ПНУ;

Сайчук О. В. – директор ХДФПК імені В. І. Вернадського;

Сиволапов О. В. – директор ТОВ «Індустрія техногруп»;

Фіндура П. – проректор Словацького аграрного університету в м. Німрі
(Словацька Республіка).

Хйосан Хванг – менеджер з післяпродажної підтримки, HD Hyundai Infracore
Co., Ltd. (Республіка Корея).



**КРАМАРОВ Володимир Савович
(1906-1987)**

доктор технічних наук, професор, віцепрезидент УАСГН

Народився 5 грудня 1906 р. у м. Біла Церква у сім'ї бідняка.

У 1924 р. став студентом Білоцерківського політехнікуму.

З відкриттям у Київському сільськогосподарському інституті факультету механізації та електрифікації сільського господарства був переведений до вказаного інституту. Тут у 1929 р. він здобув фах інженера-механіка.

1929-1930 рр. – завідувач ремонтної майстерні, інженер-механізатор зернорадгоспу (с. Петропавлівка) Дніпропетровського зернотресту. У 1930 р. був переведений до Москви в Ремонтне управління Зернотресту.

1931-1932 рр. – асистент кафедри механізації сільського господарства, 1932-1949 рр. – завідувач кафедри ремонту тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин Московського інституту механізації та електрифікації сільського господарства, яка була створена з ініціативи та за участі В. С. Крамарова. Тут ним була розроблена програма дисципліни «Ремонт тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин», яка знайшла впровадження в навчальному процесі інших сільськогосподарських інститутів, захищені кандидатська та докторська дисертаційні роботи. Згодом в інституті була створена й лабораторія ремонту машин.

1949-1950 рр. – старший науковий співробітник Всесоюзного інституту механізації сільського господарства (м. Москва), де очолював розроблення та 4 видання типової технології ремонту тракторів КД-35, технологічних карт

розбирання та збирання тракторів, теоретичних основ технологічних процесів ремонтного виробництва та інженерної методики їх проєктування.

1950-1954 рр. – професор, завідувач кафедри ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин (1951 р.), заступник директора з навчальної роботи, з навчальної та наукової роботи (1953 р.), з навчальної роботи (1954 р.) Київського сільськогосподарського інституту (КСГІ); 1954-1956 рр. – проректор з навчальної роботи Української ордена Трудового Червоного Прапора сільськогосподарської академії (УСГА) (перейменованого КСГІ), 1956-1959 рр. – ректор навчальної частини Української академії сільськогосподарських наук (УАСГН).

1959-1971 рр. – директор Українського науково-дослідного інституту механізації і електрифікації сільського господарства;

1968-1976 рр. – завідувач, 1976-1986 рр. – професор-консультант кафедри ремонту тракторів, автомобілів і сільськогосподарських машин УСГА.

Був обраний членом-кореспондентом ВАСГНІЛ, віцепрезидентом УАСГН (1957-1959 рр.).

Опублікував понад 110 наукових праць, під його керівництвом підготовлено і захищено 2 докторські та 32 кандидатські дисертації.

Неодноразово обирався до партійних та керівних виборних органів, зокрема, його було обрано членом Московського районного комітету партії, депутатом обласної Ради народних депутатів міста Києва від Тимірязєвського та Боженківського виборчих округів.

Він нагороджений трьома орденами Трудового Червоного Прапора, орденом «Знак Пошани», Почесною Грамотою Президії Верховної Ради УРСР, Грамотою Міністерства сільського господарства УРСР, Почесною Грамотою ЦК ЛКСМУ – за успішну науково-педагогічну роботу, медалями «За доблесний труд у період Великої Вітчизняної війни», золотою та срібною медалями ВДНГ.

Помер 6 травня 1987 року.

**Секція 1 «Надійність і ремонтування
технічних систем»**

УДК 631.3-77

ЕВОЛЮЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ РЕМОНТУ І ОБСЛУГОВУВАННЯ (ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ) ТЕХНІКИ АПК

О. А. НАУМЕНКО канд. техн. наук, професор
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: ol.naumenko20@gmail.com

В передвоєнний період технічний сервіс в агропромисловому комплексі набував стрімкого розвитку, об'єми робіт значно збільшувалися за рахунок зростання і оновлення парку машин та обладнання, а враховуючи що така тенденція збережеться ще на довгу перспективу, він стає найбільш перспективним бізнесом на ринку сільськогосподарської техніки.

На відміну від країн Європи розвиток системи надання сервісних послуг в аграрній галузі України проходив складним шляхом під впливом політичних, економічних, технічних, технологічних факторів.

Кожна фаза організаційних змін була відповіддю на виклики часу, реформи форм господарювання, підвищення складності і наукоємності виробництва, радикальних корегувань економічних відносин.

Інженерна служба АПК пройшла шлях від дрібних кустарних майстерень, першої (1928 р.) машинно-тракторної станції (МТС) в Березівському р-ні Одеської обл. до потужної мережі ремонтних підприємств яка забезпечувала проведення капітальних ремонтів усіх марок тракторів, зернозбиральних, кукурудзозбиральних, силосних, картоплюзбиральних комбайнів, а також автомобілів і спецтехніки – екскаваторів, бульдозерів, автокранів, кормороздавачів та інших машин [1].

Серед фахівців постійно виникають дискусії, в який період технічне забезпечення сільського господарства було кращим і по якому шляху розвиватися в подальшому, тобто яку концепцію прийняти за стратегію розвитку [2] [3].

Тому нами була поставлена задача виконати аналіз еволюції концепції надання сервісних послуг за весь період існування такої діяльності.

Мета: Дослідити еволюцію концепцій ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки в Україні протягом 20-го та 21-го століть, визначити ключові фактори та оцінити вплив еволюції концепцій на ефективність та екологічність сільського господарства в Україні, зробити прогноз щодо подальшого розвитку технічного сервісу в АПК України .

Завдання: Провести історичний огляд розвитку ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки в Україні; визначити ключові фактори впливу на процеси змін: політичні, економічні, техніко-технологічні; зробити прогнозний аналіз подальшого розвитку системи ремонту і технічного обслуговування сільськогосподарської техніки в Україні, з урахуванням очікуваних змін і кращих світових практик.

Методи дослідження: аналіз літературних джерел і звітів служби статистики, опитування експертів, статистичний аналіз, моделювання

Практична значущість: Результати дослідження можуть бути використані для: обґрунтування державної політики щодо розвитку сервісної діяльності для потреб АПК, покращення підготовки інженерних кадрів для сільськогосподарського сектору, розробки нових напрямків розвитку ремонтно-обслуговуючої бази для сільськогосподарської техніки

В процесі виконання роботи досліджувались: Історичні періоди (роки 20 і 21 століття); Організаційна форма надання послуг; Структура ремонтно-обслуговуючої бази; Виробничий процес; Технологічні методи надання послуг [3],[4].

Було встановлено що служба технічного сервісу машин АПК протягом свого існування пережила декілька концепцій діяльності:

- виробничо- ремонтна
- ремонтно-обслуговуюча
- ремонтно-обслуговуюча і товарно -постачальницька
- постачальницько-сервісна
- реформування і зародження сервісної
- сервісна.

За результатами досліджень були виділені першочергові напрямки розвитку системи сервісних послуг сільськогосподарських технічних засобів:

1. Відбудова і технічне оснащення об'єктів сервісної РОБ до передвоєнного стану, державна підтримка розвитку інфраструктури сервісних підприємств у відповідності з регіональними особливостями..

2. Розвиток інфраструктури, стимулювання створення мережі сервісних центрів, що забезпечують доступ до якісного обслуговування по всій території країни. Оснащення сервісних центрів сучасним обладнанням та інструментами

3. Співпраця з виробниками техніки для розробки та впровадження нових сервісних програм. Участь у спільних проектах з розвитку сервісного обслуговування. Використання модульних конструкцій, що дозволяє швидко та легко замінювати несправні вузли та агрегати

4. Навчання та підвищення кваліфікації фахівців з сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки. Розробка програм навчання, що враховують сучасні тенденції розвитку сервісу

5. Впровадження систем моніторингу та діагностики, які дозволяють віддалено відстежувати стан техніки та прогнозувати поломки. Застосування штучного інтелекту для аналізу даних та прийняття рішень щодо обслуговування. Використання мобільних додатків для замовлення запчастин, запису на сервіс та отримання консультацій.

Еволюція ремонтно- обслуговуючої бази сільськогосподарської техніки в Україні проходить складним шляхом. Не зважаючи численні виклики, існує перспектива розвитку та модернізації служби технічного сервісу машин АПК яка має постійно адаптуватися до змін, щоб залишатися конкурентоспроможною та відповідати потребам господарств .Завдяки

впровадженню нових технологій та підходів сервісне обслуговування може стати важливим фактором підвищення ефективності та конкурентоспроможності сільськогосподарського виробництва.

Список використаних джерел

1. Нариси з історії виробничої діяльності Держкомсільгосптехніки УРСР та НАК «Укргролізінг». // В.Ф.Шпак, Є.Ф. Томін, В.В. Мостовий : Київ, «Укргролізінг», 2006, 350 с.
2. Організаційні форми технологічного сервісу і прогноз їх розвитку в ринкових умовах ведення господарства в агропропромисловому комплексі України. К., 2001. ННЦ ІМЕСГ, 2001- 170с.
3. Технологічна та функціональна структура сервісного виробництва / О. А. Науменко, І. В. Науменко // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : ХНТУСГ, 2013. - Вип. 132: Техн. системи і технології у тваринництві. - С. 121-125. -
4. Науменко О. А., Беловод О. І. Розвиток інфраструктури технічного сервісу машин АПК / Сучасні проблеми землеробської механіки : збірник тез доповідей XIX міжнар. наук. конф. (м. Житомир, 16-18 жовтня 2022 р.). Київ Житомир, 2022 р. С. 255-258

УДК 658.7

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ УДОСКОНАЛЕНИМ ЛОГІСТИЧНИМ СЕРВІСОМ

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,
С. В. ЛИСЕНКО, канд. техн. наук, доц.,
С. Ю. ТИЩЕНКО, аспірант,
Д. П. КОСЯКЕВИЧ, аспірант,

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м.
Кропивницький
E-mail: AulinVV@gmail.com*

Логістичний сервіс розглядається як управління потоком послуг, які є найважливішою складовою стадій логістичного ланцюга і можуть бути надані постачальником та провайдером.

В роботі розглянуто основні методи логістичного сервісу: метод системного аналізу; метод Делфі; метод дерева цілей; метод мережевого планування та управління; програмно-цільовий метод; метод моделювання.

Методи системного аналізу використовуються при плануванні розподілу ресурсів між окремими видами логістичної діяльності. Вони дають можливість

розподілу ресурсів по всьому ланцюгу постачань. Вирішення питань дозволяє використовувати всі ресурси організації в різних масштабах.

Метод Делфі на відміну методу сценаріїв передбачає попереднє ознайомлення експертів з логістики постачання із ситуацією за допомогою будь-якої моделі. Метод Делфі – можна назвати багаторівневою процедурою анкетування. Даний метод не складний у застосуванні, саме тому може підходити у малому та середньому бізнесі під час прийняття рішень. Мабуть, єдиним значним недоліком цього методу можна назвати велику витрату часу. Цей метод не підходить для термінових проектів. Зазначимо, що у багатьох країнах (наприклад, у Японії) даний метод вважається одним із основних для прийняття якісних управлінських рішень.

В аналізі систем логістики ланцюгів постачання основна форма моделі, яка має бути вдосконалена та насичена даними експертними оцінками, – дерево цілей. Експертам логістики ланцюгів постачання пропонується проаналізувати структуру логістичних моделей загалом, розробити пропозиції щодо включення до них неврахованих зв'язків. І тут використовується також метод анкетування. Результати всіх опитувань доводяться до відома всіх логістичних експертів, що дає можливість їм далі коригувати свою думку на основі отриманої інформації.

Метод мережевого планування та управління застосовується для вдосконалення процесу планування робіт щодо логістики ланцюгів постачання, що надходять у вигляді замовлень і завдань.

Програмно-цільовий метод ефективний у вирішенні науково-технологічних, економічних, соціальних, екологічних та завдань. Чітка постановка мети та вироблення комплексу заходів логістики постачань дозволяють досягти її у встановлені терміни.

За допомогою методу математичного програмування вирішуються питання, пов'язані із побудовою шляхів, потоків ланцюгів постачання, зменшенням витрат.

Економіко-математичне моделювання в логістичній системі дозволяє аналізувати складні виробничо-економічні структури, ґрунтуючись на розроблених моделях, приймаючи управлінські рішення та прогножуючи розвиток логістичного сервісу ланцюгів постачання.

Метод моделювання ґрунтується на створенні логічних моделей реальних процесів логістики.

В результаті з'являється можливість зосередити всі зусилля підприємства, фірми, компанії на невеликій групі важливих об'єктів, що впливають на кінцевий результат, побудувати відповідно логістику постачання, управління запасами, продажів у торгівлі.

Кожен із методів має свої переваги та недоліки. Саме тому керівник підприємства, фірми, компанії повинен при прийнятті рішення (виборі методу прийняття рішення) бути добре знайомим з методом, яким він збирається скористатися або детально вивчити новий метод. Методи застосовуються з урахуванням таких даних: обсягу підприємства; цілі, прийняття рішення; періоду часу; можливостей компанії та ін.

Зазначимо, що ці методи можна також використовувати і при оцінці ризику. Величезну роль при оцінці та при прийнятті рішення відіграє інформація, її якість: своєчасність, повнота, достовірність. Показано, що саме інформація є фундаментом у логістичній діяльності та від перерахованих факторів залежить якість виконання послуги, а також своєчасність логістичного сервісу ланцюгів постачання.

Основний критерій, що дозволяє оцінити сервісну систему як від постачальника, так і від отримувача послуг, – рівень обслуговування або рівень логістичних послуг.

Рівень логістичного сервісу є кількісною характеристикою, що відповідає фактичним значенням якісного показника та кількості логістичного сервісу оптимальними чи теоретично можливими значеннями цих показників.

Розглянуто особливості логістичного сервісу в агропромисловому виробництві (АПВ).

Розглянуто логістичний сервіс як методом управління потоками послуг, що включають ланцюги постачання сільськогосподарської продукції. Для покращення якості сервісної діяльності організаціями використовується рейтингова оцінка. Рейтингова оцінка логістичного сервісу відіграє величезну роль логістичної діяльності підприємства АПВ. Насамперед тому, що контроль (рейтинг) дає можливість підвищити якість та надійність ланцюгів постачання у АПВ. Будь-який аналіз (оцінка) допомагають виявити і виправити допущені помилки, знизити витрати, розробити ефективну стратегію. Все це сприяє зростанню довіри клієнта, а також є добрим стимулом для подальшого розвитку.

Показано, що ланцюг логістичних поставок є складною системою. Будь-яка організація, пов'язана із закупівлею та переміщенням товару, включена до цієї системи. Необхідний високий рівень контролю для виконання всіх намічених завдань у цьому ланцюзі, а також для досягнення високої якості виконання.

Таким чином, в основі основних завдань та побудови ланцюга постачань у АПВ лежить управлінське рішення. Виходячи з поточної ситуації та напряду, слід вміти підібрати такий метод для вирішення проблеми, щоб він відповідав певним критеріям (наявність інформації, часовий діапазон, компетентність) та виявився ефективним.

RELIABILITY OF LOGISTICS SYSTEMS IN MACHINE-BUILDING ENTERPRISES: KEY ASPECTS AND CHALLENGES

V. I. MELNYK, PhD in Economics, Associate Professor,
V.I. MELNYK, PhD in Agriculture,
A. A. TARASENKO, Master's student,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Machine-building enterprises occupy a pivotal position within the global economy, serving as essential suppliers to diverse industrial sectors. The assurance of logistic system reliability within these companies is paramount, not only for maintaining continuous production but also for achieving customer satisfaction. The importance of this subject is underscored by its fundamental aspects and the prevailing challenges, including the optimization of raw material and component supply chains, the efficiency of transportation processes, the implementation of effective warehouse management practices, and the integration of advanced logistics management technologies.

The dependability of logistics systems in procuring raw materials and components constitutes a critical precondition for preventing interruptions in production. Machine-building enterprises must meticulously plan and administer their supply chains to guarantee the timely and precise availability of necessary materials, alongside proficient management of potential risks and the formulation of contingency strategies. This systematic approach is essential for sustaining operational continuity and optimizing production efficiency.

Warehouse management significantly influences the reliability of logistics systems through the facilitation of rapid access to requisite components and finished goods. The adoption of strategic inventory planning, meticulous organization of warehouse space, and the integration of automation technologies are fundamental in mitigating delays and minimizing losses. Such measures are vital for maintaining an efficient, responsive supply chain that supports uninterrupted production and distribution processes.

Efficient transportation logistics plays a crucial role in bolstering the reliability of logistics systems within machine-building companies. Optimal selection of routes, diversification of transportation modes, and the deployment of cargo tracking technologies to oversee movement are essential strategies. These measures ensure timely and secure delivery of materials and products, underpinning the operational efficacy of logistics frameworks.

The implementation of contemporary information systems and software dedicated to logistics process management significantly enhances system reliability. This encompasses inventory management systems, transportation management solutions, and tracking systems, among others. Such technological advancements facilitate improved oversight, efficiency, and coordination of logistics operations, thereby reinforcing the robustness of the logistics framework.

Despite the implementation of various measures, it is imperative to establish contingency plans for addressing unpredictable events, including supply chain disruptions, transportation accidents, or emergencies. The practice of effective risk management plays a pivotal role in preserving the reliability of logistics systems under any circumstances, ensuring operational resilience and continuity.

The reliability of logistics systems within machine-building companies is paramount for operational success and customer satisfaction. Through the optimization of sourcing strategies, warehouse management, transportation processes, technological integration, and risk management, these enterprises can attain industry-leading standards of efficiency and reliability. This comprehensive approach ensures a robust logistics framework, essential for maintaining competitive advantage and fostering customer trust.

The adoption of a logistics-oriented approach to management and the implementation of logistics systems within enterprises enable significant enhancements, including improved planning accuracy, effective management of material, financial, and informational flows, and the evaluation of the enterprise's efficiency and reliability, along with its services. Additionally, it facilitates the monitoring of both macro and micro environmental factors. This holistic strategy not only optimizes operational processes but also strengthens the overall performance and adaptability of the enterprise in a dynamic business landscape.

Despite these advantages, numerous challenges exist, the nature and magnitude of which differ based on the enterprise's size, operational specifics, and geographical location. Situations of uncertainty and risks of various types and impacts diminish the reliability of both the enterprise and its logistics system. This variability necessitates tailored strategies to mitigate risks and enhance system resilience, ensuring sustained operational efficacy and reliability amidst diverse conditions.

The primary goal of logistics is to maximize profitability through the optimization of logistics expenses. The logistics system plays a crucial role in orchestrating the coordination among all its functional units. Its effective implementation can lead to significant reductions in logistics costs by up to 25%, transportation expenses by up to 20%, and loading and unloading costs by up to 30%. Furthermore, it can enhance the turnover rate of material resources by up to 40%. This efficiency underscores the strategic value of logistics in streamlining operations and improving the financial performance of an enterprise.

The foundation of logistics systems' efficiency is predicated on their reliability, which necessitates the management of planning processes across all system components under varying operational conditions. To guarantee the logistics system's reliability, a comprehensive evaluation of all constituent elements is imperative, with an emphasis on identifying key indicators of efficiency and reliability. This meticulous assessment ensures that the logistics system operates optimally, bolstering the overall performance and dependability of the enterprise.

The specialized economic literature offers a fragmented view of logistics activity indicators, encompassing warehouse operations and logistics services. Consequently, researchers adopt varied methodologies for assessing the reliability of

an enterprise's logistics system, with some focusing on specific components and others employing a set of general methods that provide a broad overview of performance. While the financial reliability of an enterprise can be evaluated using readily available data, assessing the reliability of the logistics system demands the development of a bespoke methodology. This approach should encompass all unique attributes and influencing factors of the logistics system to ensure a comprehensive and accurate assessment.

УДК 531.8-034

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ У ВАКУУМНИХ СИСТЕМАХ

З. В. РУЖИЛО к.т.н., доц.,

О. Ю. МРАЧКОВСЬКИЙ аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вакуумні системи працюють, як правило, в контактi з агресивними середовищами, підлягають дії підвищених вібраційних навантажень, тощо. Саме тому до матеріалів, що використовують для виготовлення вакуумних систем взагалі та вакуумних насосів зокрема висувають підвищені вимоги.

Матеріали, які використовуються у вакуумній техніці, розділяються на наступні групи в залежності від призначення: конструкційні, спеціальні та технологічні. До конструкційних відносяться матеріали, які використовуються для виготовлення вакуумних систем та елементів, включаючи засоби отримання вакууму. Для цієї мети широко застосовують чавун, вуглецеві сталі, леговані сталі та сплави, жаростійкі та корозійно-стійкі сплави, титан, кольорові метали, скло, кераміку. Елементи конструкцій, які використовуються як обтискачі, ущільнювачі та ізолятори, виготовляють зі спеціальних матеріалів: вакуумної гуми, фторопласта, графіту, тугоплавких металів. Легкоплавкі метали та сплави використовують як ущільнювачі для рухливих та роз'ємних з'єднань фланцевого та клапанного типів, високовакуумних елементів та систем [2].

Широкого поширення використання скло та кераміка отримали як конструкційні матеріали через їхню здатність до формоутворення, відмінні електроізоляційні властивості та низьку газопроникність, хімічну стійкість. Зі скла виготовляють вакуумні трубопроводи, оглядові вікна, оболонки робочих вакуумних камер і інші елементи, а з кераміки - ізолятори, електричні вакуумні вводи, а також деякі деталі ущільнювальних клапанних пар та інші.

Вакуумна гума отримала широке застосування, особливо в техніці низького вакууму. Відмінні еластичні властивості роблять її невід'ємним матеріалом для вакуумних ущільнювачів. Її також використовують як мембрани для гнучких перегородок у вакуумі. Гумові вакуумні шланги використовують як вакуумопроводи для форвакуумних систем. Це найбільш поширений матеріал і

як вакуумний ущільнювач. Для створення вакуумних ущільнень широко використовують герметизуючі речовини, а для нероз'ємних вакуумних з'єднань вакуумні цементи та клеї.

У вакуумній техніці чавун широко використовується головним чином для виготовлення литих корпусних деталей, що працюють при низькому та середньому вакуумі. Ці деталі повинні мати достатню вакуумну щільність, тому їх виготовляють литтям під тиском [2].

Вуглецеві конструкційні сталі широко використовуються для виготовлення елементів та вузлів вакуумних систем, які працюють при тиску $\geq 10^{-4}$ Па та нормальній температурі. Для уникнення корозії поверхні сталевих деталей, що знаходяться в контакті з розрідженим газом, хромують або нікелюють; на поверхні великогабаритних корпусів вакуумних камер іноді застосовують стійкий шар алюмінію (наносять плазмовим методом). Леговані сталі після термічної обробки мають кращі механічні властивості, ніж вуглецеві. Основні легуючі елементи хром, нікель, кремній та марганець. Вольфрам, молібден, ванадій, титан, бор та інші легуючі елементи вводять у сталь у поєднанні з хромом, нікелем та марганцем. Сталі, що містять більше 12% хрому, відносяться до корозійностійких. Хромисті корозійностійкі сталі трьох типів використовуються в вакуумній техніці: з вмістом хрому 13, 17 та 27%. Хромисті сталі широко використовуються у вакуумній техніці.

Титан і його сплави широко застосовуються в високовакуумній техніці, оскільки вони мають високу міцність, щільність, термостійкість та корозійну стійкість при температурі до 773 градусів. Технічний титан добре обробляється під тиском, зварюється в середовищі аргону, але погано обробляється різанням. Тугоплавкі матеріали - це метали з температурою плавлення, яка перевищує 1973 градуси. У вакуумній техніці в якості конструкційних матеріалів використовують вольфрам, молібден та їх сплави. Вольфрам, як правило, застосовують у вигляді дроту для нагрівання чи інших призначень: в вакуумних пристроях, термічному обладнанні, насосах. Однією з найважливіших властивостей вольфраму для вакуумної техніки є його взаємодія з газами.

Кольорові метали і сплави з кольорових металів і сплавів в вакуумній техніці найширше застосовують як алюмінієві литі сплави, а також сплави алюмінію з марганцем чи магнієм, які часто використовуються як конструкційні матеріали для виготовлення вакуумних камер, корпусів вакуумної запірної арматури, вакуумних трубопроводів та ін. [1].

Висновок. Перспектива розвитку вакуумної техніки полягає в постійному вдосконаленні матеріалів та технологій для досягнення вищої ефективності, надійності та стійкості в різноманітних умовах. З використанням нових інноваційних матеріалів та розробкою більш продуктивних методів виробництва, вакуумна техніка може стати ще більш універсальною та ефективною. В перспективі, можна очікувати подальше вдосконалення в області технологічних матеріалів, наприклад, розвиток нових легких та міцних композитних матеріалів для конструкційних елементів. Також можливе вдосконалення спеціальних матеріалів, таких як вакуумна гума, для поліпшення

їхніх еластичних властивостей та тривалої служби. Додатково, важливим напрямком розвитку є вдосконалення технологій зварювання, та обробки матеріалів, що дозволить підвищити точність та якість виготовлених вакуумних систем. Розробка нових методів герметизації та створення нероз'ємних з'єднань також може сприяти покращенню функціональності та довговічності вакуумних пристроїв. Узагальнюючи, подальший розвиток вакуумної техніки зорієнтований на вдосконалення матеріалів та технологій з метою забезпечення високої продуктивності та надійності у широкому спектрі застосувань.

Список використаних джерел

1. Науково-методичні рекомендації з багатокритеріального виробничого контролю доїльних установок. Шевченко І. А., Алієв Е. Б. За редакцією доктора технічних наук, член-кореспондента НААН України, професора І. А. Шевченка. Національна академія аграрних наук України, інститут механізації тваринництва, Запоріжжя. 2013. С. 85-91.

2. Алієв Е. Б., Тісліченко О. С., Грицун А. В. Обґрунтування конструкційної схеми комплексу устаткування контролю вакуумметричних параметрів доїльного обладнання. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2011, Випуск 9. Вінниця, 2011. С. 40- 47.

УДК 658.27:339.13:631.12

JEL Classification Q 01; D 24; P 42

ІНВЕСТИЦІЙНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

О. В. ЗАХАРЧУК, доктор економічних наук, професор,
ННЦ «Інститут аграрної економіки», м. Київ,
E-mail: zahar-s@ukr.net

Динаміка основних показників капіталізації сільського господарства показує, що первісна (переоцінена) вартість основних засобів сільського господарства, мисливства та надання пов'язаних із ними послуг, за нашими оцінками та на підставі розрахунків державної служби статистики, на початок 2022 р. становила близько 600,0 млрд грн. (21,7 млрд дол.), або майже 6% загальної вартості основних засобів національної економіки України. Порівняно з відповідним показником 2021 р. вартість капіталізації збільшилася на 70 млрд грн, або на 15%, що є позитивним результатом зростання інвестицій (2,3 млрд. дол) у згадану галузь.

Лише за перше півріччя 2022 року за нашими оцінками з урахуванням втрат, пов'язаних із військовими діями росії на території України було

пошкоджено та втрачено основних виробничих засобів сільськогосподарських підприємств на 90-100 млрд. грн, що становить 15,0-17,0 % від їх загальної вартості. У 2022 році рівень капіталізації сільського господарства зменшиться майже на половину до 12,0-12,5 млрд дол. Основні причини: інфляція, відтік інвестицій через ризики викликані війною, знищене та втрачене майно на окупованих територіях.

Інвестиційні процеси у сільському господарстві України останній час вирізнялися нестабільним характером та періодичними кризами (2013–2014 і 2019–2020 рр.). У 2010–2020 рр. – середньорічний темп проросту інвестицій склав лише 11,5%. У 2021 р. інвестиційно-інноваційна діяльність аграрних виробників активізувалася і вийшла на результат більше 2,3 млрд дол. США, що є одним з найкращих результатів за роки незалежності України. Протягом 2016–2021 рр. загальні розміри капітальних інвестицій на гектар угідь становили від 70 до 100 дол. США. А лише за умов капіталовкладень від 150 дол. США/га можна говорити, що країна розвивається у напрямку інноваційно-інвестиційної модернізації. У 2022 році прогнозується зменшення інвестицій до 1,2 млрд. дол.

Частка інвестицій в вартості основних виробничих засобів сільського господарства, починаючи з 2017 року (19,0%) стрімко зменшувалася і в 2021 році становила лише 10,6% від вартості основного капіталу. Нині понад 90,8% усіх інвестицій – це власні кошти підприємств та організацій, 8,5% кредити банків та позики, частка держави становить лише – 0,4%.

В умовах широкомасштабної війни Російської Федерації проти України, слід очікувати на чергову найбільш глибоку інвестиційну кризу в сільському господарстві. Нестабільна динаміка вкладень і порівняно низька інвестиційна активність зумовили не лише недостатні темпи відтворення капіталу, а й рішення інвесторів вкладати кошти у порівняно проекти малої капіталомісткі, що посилює процес де капіталізації сільського господарства.

Своєчасне оновлення основних виробничих засобів, обладнання, сільськогосподарських машин гарантує стійкий економічний розвиток аграрного сектора. Тому роль інвестиційного забезпечення є важливою, оскільки інвестиційні ресурси дозволяють впроваджувати передові технології, новітню техніку, нові високопродуктивні сорти рослин та породи тварин, інноваційні форми організації праці та управління виробництвом. Нововведення, інновації, нові технології та організаційні рішення дають змогу підприємствам швидше вийти з кризових ситуацій, забезпечити високу конкурентоспроможність продукції та підприємств.

У 2022-2023 рр., в умовах широкомасштабної війни Російської Федерації проти України, слід очікувати на чергову найбільш глибоку інвестиційну кризу в сільському господарстві. На підконтрольних територіях товаровиробники будуть спрямовувати свої інвестиційні ресурси переважно на просте відтворення основного капіталу, збереження наявних виробничих потужностей і в приріст оборотного капіталу. Нестабільна динаміка вкладень і порівняно низька інвестиційна активність зумовили не лише недостатні темпи

відтворення капіталу, а й рішення інвесторів вкладати кошти у порівняно малокапіталомісткі проекти, що посилює процес декапіталізації сільського господарства.

Зростання світових цін на продовольство буде компенсувати лише частину втрат доходів виробників та підвищуватиме рівень інвестиційної привабливості сільського господарства і харчової промисловості України. Ураховуючи це, національному агробізнесу, навіть в умовах війни, доцільно максимально використовувати можливості активізації інвестиційно-інноваційної діяльності. З цією метою необхідні загальнодержавні й регіональні та місцеві заходи щодо покращення інвестиційного забезпечення розвитку агробізнесу.

Для покращення ситуації у повоєнний час доцільно:

- запровадити підтримку інвестування малого і середнього бізнесу, особливо на депресивних і постраждалих від війни територіях шляхом відмови від преференцій великому агробізнесу та забезпечити підтримку малих підприємств через програми часткової компенсації вартості сільськогосподарської техніки та обладнання вітчизняного виробництва, допомоги на створення нового фермерського господарства з розрахунку на 1 га сільськогосподарських угідь, кредитної підтримки інвестиційних проектів малих та середніх сільськогосподарських товаровиробників у розмірі 50–70% кредитної ставки уповноваженого комерційного банку;

- вжити заходів створення в Україні спільних підприємств з провідними виробниками техніки, або будівництво ними власних виробничих потужностей на території України за прикладом держав ОЕСР через запровадження механізму формування сільськогосподарської політики, спрямованої на забезпечення інвестиційного розвитку сільського господарства та сільських територій;

- забезпечити державну підтримку капіталооснащення аграрного виробництва, яке передбачено законом України «Про стимулювання розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу», на купівлю окремих видів техніки, конкурентоспроможність яких значно нижча порівняно з іноземними аналогами, наприклад трактори, косарки та інші види техніки, а також для малих підприємств площею до 500 гектарів;

- здійснювати виважену протекціоністську політику для мінімізації імпорту тих видів техніки, виробництво яких налагоджене в Україні в достатніх обсягах шляхом митного регулювання, державного фінансування програм розвитку сучасних технологій виробництва техніки, створення сприятливого інвестиційного клімату для організації на території України спільних підприємств з провідними виробниками техніки (податкові пільги, зменшення бюрократичних процедур, боротьба з корупцією тощо);

- удосконалити основні положення державної підтримки сільськогосподарського машинобудування з виробництва міні-техніки на основі регулювання техніко-технологічної модернізації, яке здійснюватиметься через наступні інструменти: лізинг, проектне фінансування, реалізацію

виваженої податкової політики, бюджетні субсидії і дотації на інвестиції, ефективну кредитну політику та впровадження технічних регламентів;

- запровадити практику оцінки та переоцінки капіталізації сільського господарства у воєнний і післявоєнний час, що надасть можливість оцінити загальний фінансово-економічний стан аграрного сектору і дозволить визначити пріоритети державної інвестиційної та амортизаційної політики у галузях сільського господарства;

- створити сприятливий інвестиційний клімат для приватних інвестицій, зокрема й іноземних, для відбудови сільськогосподарських підприємств в післявоєнний період, шляхом першочергової підтримки і сприяння інвестиціям малого агробізнесу, а також відповідальним інвестиціям з дотриманням принципів інклюзивності у підходах до збалансування економічних взаємовідносин між учасниками інвестиційних проектів та на основі показників ефективності капіталу.

Список використаних джерел

1. Захарчук О. В., Вишневецька О. В., Нечитайло В. В., Іоніцой Є. Ю. Методичні та практичні аспекти підвищення капіталізації агробізнесу. Економіка АПК. 2021. № 9. С. 41–51.

2. Стратегія конкурентоспроможного розвитку інвестиційного та матеріально-технічного забезпечення сільського господарства: наукове видання / за заг. ред. О.В. Захарчука Київ : ННЦ «ІАЕ», 2023. 105 с.

3. Navrotskyi, Ya., Zakharchuk, O., Vyshnevetska, O., Glinkowska-Krauze, B., & Kuchmieiev, O. The agricultural machinery market for crop production and prospects for its development in the postwar period. Scientific Horizons, 2023, 26(9), 153-166. doi: 10.48077/scihor9.2023.153.

THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE NATIONAL GEOSPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF MODERN LAND LEGISLATION

V. I. MELNYK, PhD in Economics, Associate Professor,

O. V. SAVENKO, Master's student,

E. KUKHARENKO, Master's student,

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Ukraine is diligently enhancing its geospatial data infrastructure as part of its efforts to modernize land legislation, mirroring a broader global trend. This initiative is pivotal not merely as a testament to technological advancement but also serves a strategic function in facilitating efficient land management, advancing sustainable development, and ensuring adherence to legal standards. The significance of Ukraine's National Geospatial Data Infrastructure (NGDI) within this framework is

evident through its contribution to information accessibility, bolstering decision-making processes related to land relations, promoting legal integrity and certainty, and fostering innovation.

The National Spatial Data Infrastructure (NSDI) plays a crucial role in providing access to a wide array of geospatial data, encompassing cadastral details, delineations of land plots, land utilization patterns, environmental constraints, and more. By making this information readily available, the NSDI significantly enhances the efficiency of land resource utilization and fosters transparency in management practices. Consequently, land legislation that is formulated on the foundation of this accessible, comprehensive data is inherently more logical and efficacious.

The National Institute of Geospatial Data and Utilization (NIGDU) supplies critical data that underpins analysis and decision-making within the domain of land relations. It is instrumental in addressing disputes related to land ownership, usage, and conservation, and plays a vital role in the planning of territories and development of infrastructure. Utilizing this data, land management strategies are devised to align with the stipulations of contemporary legislation, ensuring that policy and practice meet current legal and regulatory standards.

The establishment of the National Institute of Geospatial Data and Utilization (NIGDU) significantly aids in the development of a comprehensive digital cadastre, serving as the foundational element for land rights registration. This framework ensures legal certainty in the acquisition, ownership, and transfer of land rights, thereby enhancing transparency and security in land transactions. Furthermore, the Geospatial Policy Authority (GPA) leverages this infrastructure to identify and deter unlawful activities within the sphere of land relations, effectively mitigating instances of corruption and the misappropriation of land resources.

The advancement of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) catalyzes innovation in the realm of land relations, facilitating the integration of novel technologies and management approaches. The application of geospatial analytical instruments and Geographic Information Systems (GIS) enhances the optimization of land management procedures and bolsters the efficacy of land legislation. This technological infusion not only streamlines administrative processes but also elevates the precision and reliability of land-related decision-making, thereby contributing to more informed and sustainable land use policies.

The National Geospatial Data Infrastructure (NGDI) is an intricate assembly of interrelated components that encompass organizational frameworks, hardware and software systems, foundational and thematic geospatial datasets, metadata, services, as well as standards and technical regulations. This comprehensive infrastructure is crucial for the processing, storage, utilization, and dissemination of geospatial data and metadata. Moreover, it facilitates a range of operations pertaining to these datasets, ensuring that geospatial information is effectively managed and leveraged to support various applications, from urban planning and environmental management to emergency response and national security. The integration of these components within the NGDI enables a seamless flow of geospatial information across different

levels of government, private sector entities, and the public, thereby enhancing decision-making processes and policy formulation.

The establishment of a National Geospatial Data Infrastructure (NGDI) necessitates the development of a sophisticated network of geoportals, orchestrated through specialized geoinformation services. This intricate network serves to integrate a federation of database systems, which, although potentially geographically decentralized, are unified in their objective to constitute a cohesive system. This initiative is pivotal in facilitating seamless access and exchange of geospatial data, underpinning a broad spectrum of applications from urban planning to environmental management, thereby enhancing the efficacy and efficiency of spatial data utilization across various sectors.

The National Spatial Data Infrastructure (NSDI) comprises several critical components, including the national official geoportal, which facilitates the publication and accessibility of geospatial data and metadata. Additionally, a network of geoportals integrates database systems containing geospatial information, which, despite their geographical dispersion, operate as a singular, cohesive network. Moreover, metadata plays a crucial role by providing essential reference information about datasets or services. This structured framework is instrumental in ensuring the systematic management and dissemination of geospatial information, thereby supporting a wide array of applications and enhancing decision-making processes across various sectors.

The national geoportal offers unrestricted access to geospatial data and metadata, eliminating the necessity for registration or authorization for users. To facilitate this, a search service enables the location of geospatial data and metadata via the geoportal search page and the CSW metadata catalogue interface. Additionally, a metadata viewer is accessible through the geoportal webpage and the CSW metadata catalogue interface, enhancing user interaction with the data. Furthermore, the geoportal website provides users the capability to engage with geospatial data through electronic maps, utilizing interactive electronic maps and interfaces provided by the WMS mapping web service and/or the WMTS mapping tile geoinformation service. This comprehensive access framework underscores the geoportal's commitment to enhancing the accessibility and usability of geospatial information for a wide range of applications.

Both official and unofficial cartographic resources may serve as foundational maps within the geoportal framework. Specifically, the geoportal is capable of showcasing a variety of base maps, including: the orthophoto map of Ukraine; an overview map of Ukraine; the Planet Scope orthophoto map; and various regulatory and technical documents. This flexibility in the selection of base maps ensures a comprehensive and multifaceted view of geospatial information, catering to diverse user needs and applications.

The foundational legal framework for the National Geospatial Data Infrastructure in Ukraine is established by a series of pivotal documents, including: The Law of Ukraine "On the National Geospatial Data Infrastructure"; the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 9 September 2020, No. 812, "On the

Establishment of the Council for the National Geospatial Data Infrastructure"; the Procedure for the Functioning of the National Geospatial Data Infrastructure, sanctioned by the Resolution of the Cabinet of Ministers on 26 May 2021, No. 532; and the Order of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine dated 10 November 2021, No. 347, officially registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 12 January 2022, No. 21/37357, "On Approval of Technical Requirements for Geospatial Data Infrastructure". These documents collectively constitute the legal basis for the operation, management, and development of the National Geospatial Data Infrastructure, ensuring its alignment with national objectives and international best practices.

The document in question sets forth the technical standards for metadata pertaining to geospatial datasets and geoinformation services within the framework of the National Geospatial Data Infrastructure. It articulates the technical specifications for geospatial data of the national infrastructure, along with the technical criteria for geoinformation services provided by geoportals within this framework. Furthermore, it outlines the requisite technical protocols and methodologies to guarantee interoperability and compatibility among geospatial datasets and geoinformation services. This regulatory guidance is crucial for upholding the integrity, accessibility, and effectiveness of the geospatial information ecosystem, ensuring that it meets both current and future needs of diverse stakeholders.

Ukraine's key geographic information standards are DSTU ISO 19101:2009, the "Geographic Information - Reference Model," and DSTU 8774:2018, "Geographic Information - Rules for Modelling Geospatial Data." These standards ensure consistency and quality in geospatial data handling and modeling.

Geographic information plays a crucial role in contemporary geoinformation technologies, with the evolution of national geospatial data infrastructures necessitating advancements in digital mapping. This evolution signifies a shift from conventional cartographic methodologies to contemporary geoinformation strategies. Standardization within this domain typically adheres to international benchmarks, notably the ISO 19100 series formulated by ISO/TC211, alongside the stipulations set forth by the Open Geospatial Consortium (OGC). These standards and requirements are pivotal in ensuring interoperability, quality, and efficiency in the handling and exchange of geospatial data.

The National Geospatial Data Infrastructure (NGDI) of Ukraine is instrumental in bolstering contemporary land legislation. Its progression facilitates the provision of critical information, underpins decision-making processes, upholds legal frameworks and certainty, and fosters innovation within the realm of land relations. Through the NGDI, Ukraine is empowered to execute its land legislation efficiently, thereby advancing sustainable development and equitable land relations. This infrastructure's impact is profound, ensuring that stakeholders have the necessary tools and data to navigate the complexities of land management and policy implementation effectively.

УДК 631.363-049.32

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua

В останні десятиріччя відмічається актуальність досліджень в напрямку точного тваринництва, який розпочав формуватись і поширюватись в світі з моменту його формування в 2003 році [1]. Тваринницька галузь в багатьох країнах Америки, Європи та Азії ефективно розвивається, а науково-практичні дослідження процесів приготування, транспортування, роздавання та дозування кормових сумішей причіпними і самохідними засобами стають визначальними в технологіях годівлі рогатої худоби та птиці [2].

В останні роки, у зв'язку з жорстокою конкуренцією, що склалася на світовому ринку з виробництва засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК), значно зросли вимоги, що ставляться до змішувачів-кормороздавачів у сфері ефективності використання та надійності [2]. Виробники вказаних машин використовують прогресивні конструктивні рішення, нові матеріали і сучасні технології виготовлення. В умовах тваринницького виробництва західноєвропейських країн та країн Азії, пройшли апробацію фермські комбайни Sam 5 490/95 фірми Seko (Італія), Solomix 2 12VL3 фірми TRIOLIET (Нідерланди), PROFILE 12.2 DS фірми KUHN (Франція), Roto-mix 354-12 фірми Roto-mix (США), 12 St фірми De Laval (Швеція) [5]. Однак в науковій і технічній літературі ще недостатньо інформації про робочі характеристики представлених засобів, дослідження технологічних процесів завантаження складових кормів, змішування, транспортування та роздавання як фермськими комбайнами так і причіпними засобами, технологій відновлення працездатності в умовах ремонтних підприємств [3, 4, 7].

Недостатньо представлені проблемні питання забезпечення надійності ЗПРК, також потребують вивчення та реалізації керівні матеріали на використання зазначених машин. Закордонні та українські змішувачі-кормороздавачі мають рекомендовані інструкції на експлуатацію, але вони дуже часто розрізняються не лише в діапазоні особливостей приготування кормових сумішей, але й послідовності завантаження компонентів кормів, часу змішування, фактичного рівня надійності [5].

Виходячи із зазначеного, основними передумовами досліджень є: велика гамма машин та модифікацій; багатоопераційність машин; ускладнення конструкції та робочих органів; підвищена продуктивність, потужність та робоча швидкість; збільшення кількості органів управління та засобів відображення інформації; зростання навантаження на оператора.

Мета досліджень: оцінка кількісних показників надійності змішувачів-кормороздавачів в умовах експлуатації та розробка заходів щодо її підвищення.

В процесі проведення досліджень виконано спостереження за роботою змішувачів-кормороздавачів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS фірми KUHN (Франція) [6] зі встановленням якісних і кількісних показників надійності. В якості основних кількісних показників надійності змішувачів-кормороздавачів були отримані значення напрацювання на відмову та час відновлення працездатності змішувачів-кормороздавачів. В процесі проведення досліджень оцінена надійність 25 змішувачів-кормороздавачів «PROFILE 12.2-14.2» які експлуатувались на тваринницьких підприємствах України протягом 2015-2022 рр.

Відмови змішувачів-кормороздавачів «PROFILE 12.2-14.2» розподілені за наступними підсистемами: механізм подрібнення-змішування; механізм вивантаження кормової суміші; ходова система; рама; органи керування. Користуючись довідковими таблицями, встановлена мінімальна кількість об'єктів, які були встановлені на випробування, $N_{min}=21$. Для встановлення експлуатаційної надійності було прийнято $N=25$ змішувачів-кормороздавачів. Також було встановлено час проведення спостережень – 4880 мото-год. Зазначену величину визначено в припущенні, що розподіл відмов підпорядковується закону нормального розподілу, при $\gamma=0,9$ та $\delta=15$.

Дослідженнями було встановлено, що більшість відмов відносяться до механізму подрібнення-змішування: зношування та пошкодження ножів; зношування та деформування шнеку з ножами; зношування корпусу бункеру; підтікання оливи з редуктора; замикання електрообладнання.

Після обробки інформації про показники безвідмовності встановлено, що отриманий масив експериментальних даних характеризується наступними показниками: середнє напрацювання на відмову, $\bar{t} = 3152,0$ мото-год.; середнє квадратичне відхилення, $\zeta = 902,6$ мото-год.; коефіцієнт варіації, $v = 0,40$; описується законом нормального розподілу.

Після обробки інформації про показники ремонтпридатності встановлено, що отриманий масив експериментальних даних характеризується наступними показниками: середній час усунення відмов, $\bar{t} = 24,0$ год.; середнє квадратичне відхилення, $\zeta = 12,93$ год.; коефіцієнт варіації, $v = 0,49$; описується законом нормального розподілу.

Дослідженнями встановлено, що надійність механізму подрібнення-змішування лімітують ножі, комплекти шнеків з ножами та корпус бункера. На кожен шнек встановлюється відповідна кількість ножів, згідно з конструкцією засобу PROFILE 12.2 DS або ж PROFILE 14.2 DS. Ножі механізму подрібнення-змішування встановлюються за двома варіантами. Ніж малий А5362450 містить 7 зубців і встановлюється на нижніх, а ніж великий А5303620 містить 9 зубців і закріплюється на верхніх витках шнека механізму подрібнення-змішування. Кількість ножів, що встановлюються на одному шнекові, відповідно становлять, малих – 6 ножів, а великих – 2 ножі.

В процесі досліджень експлуатаційної надійності змішувачів-кормороздавачів «PROFILE 12.2-14.2» було встановлено, що окремі відмови були викликані відсутністю в нормативній документації відповідних рекомендацій, які були використані операторами машин та персоналу сервісної служби. В керівних матеріалах на використання відсутня інформація: про фактичні значення показників надійності, які рекомендує завод-виготовлювач; про критерії граничного стану робочих органів машин, включаючи ножі та елементи шнеку; про розподіл відмов за групами складності.

За результатами досліджень визначені основні напрями подальших досліджень забезпечення надійності змішувачів-кормороздавачів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS: розробка аналітичних способів оцінки та забезпечення показників надійності ЗПК як складних технічних систем [3]; введення до комплексу робіт з технічного обслуговування і ремонту операцію з оцінки технічного стану та відновлення працездатності бункера; формування положень та рекомендацій з оптимального управління технічним станом машин; розробка методик з підготовки персоналу складних багатоопераційних машин.

Список використаних джерел

1. Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across animal productions. *Sensors*, 22(12), article number 4319. doi: [10.3390/s22124319](https://doi.org/10.3390/s22124319).
2. Novitskiy A. V., Banniy, O. O, Novitskiy Yu. A., Antal, M. V. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), 101–110. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101>.
3. Novitskiy A.V., Banniy, A. A. (2016). Logic and probabilistic modeling of reliability of complex agricultural machinery. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture* – 2016. Vol. 18. No 3. 191–199. <http://repository.vsau.org/getfile.php/20927.pdf>.
4. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.
5. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.
6. Operator's manual. Mixer feeder wagon. PROFILE 12.2 - 13.2 DS. (2019). Retrieved from. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/an112bgb_a_profiie_12.2-13.2.pdf.
7. Revenko Ivan, Khmelovskiy Vasyl, Revenko Yulii, Rebenko Victor, Potapova Svitlana (2023). Justification of parameters affecting increase of hammer crusher productivity. *Engineering for rural development*. 24-26.05.2023 Jelgava. 714-720.

УДК 631.314.2

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КОМБІНОВАНОГО КУЛЬТИВАТОРА VÄDERSTAD TOPDOWN

М. О. ВАСИЛЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу

Д. О. БУСЛАЄВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

О. Є. КАЛІНІН, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Ю. А. КОНОНОВ, провідний інженер

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

E-mail: nnc-imesg.0930@ukr.net

Одним із важливих заходів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва є зменшення витрат на придбання запасних частин, в тому числі дискових робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown.

За результатами вимірювань зношених дискових робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown визначено їх величини зношення та частоту розподілу за діаметром диска (рис. 1) та масою зношення (рис. 2).

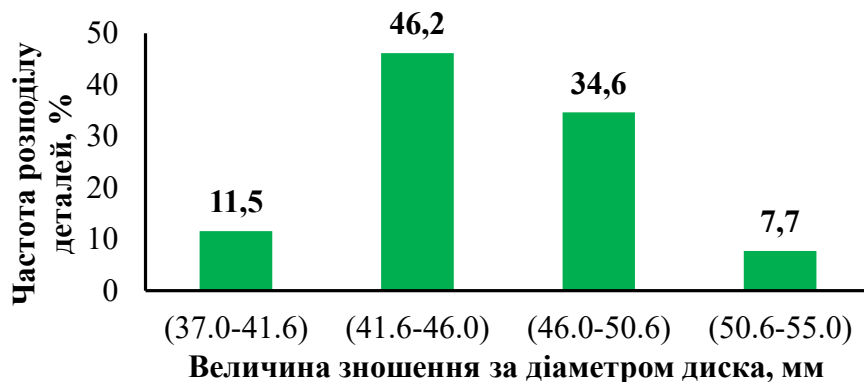


Рис. 1. Частота розподілу кількісних показників зношених дискових робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown за їх діаметром

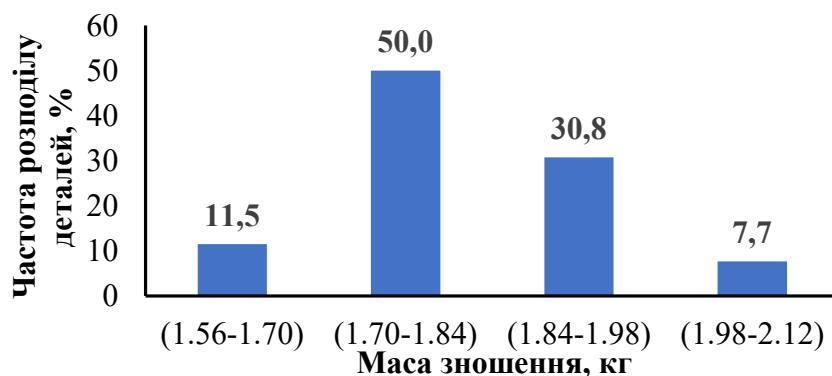


Рис. 2. Частота розподілу кількісних показників зношених дискових робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown за масою зношення

Встановлено, що величина зношення за діаметром дисків комбінованого культиватора Väderstad TopDown варіюється в межах від 37,0 до 55,0 мм. При цьому маса зношеного матеріалу дисків становить 1,56–2,12 кг, що становить 6,7% від маси нової деталі.

В ІМА АПВ НААН розроблено технологічний процес відновлення і зміцнення дисків робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown шляхом обрізування зубчастої зношеної частини, виготовлення ремонтних елементів, які відповідають геометричним параметрам нового котка культиватора та приварюванням їх до обрізаної частини диска. Поверхню приварених ремонтних елементів додатково наплавляють зносостійким матеріалом, наприклад, самозахисним порошковим дротом ПП-Нп-180Х9 (рис. 3).

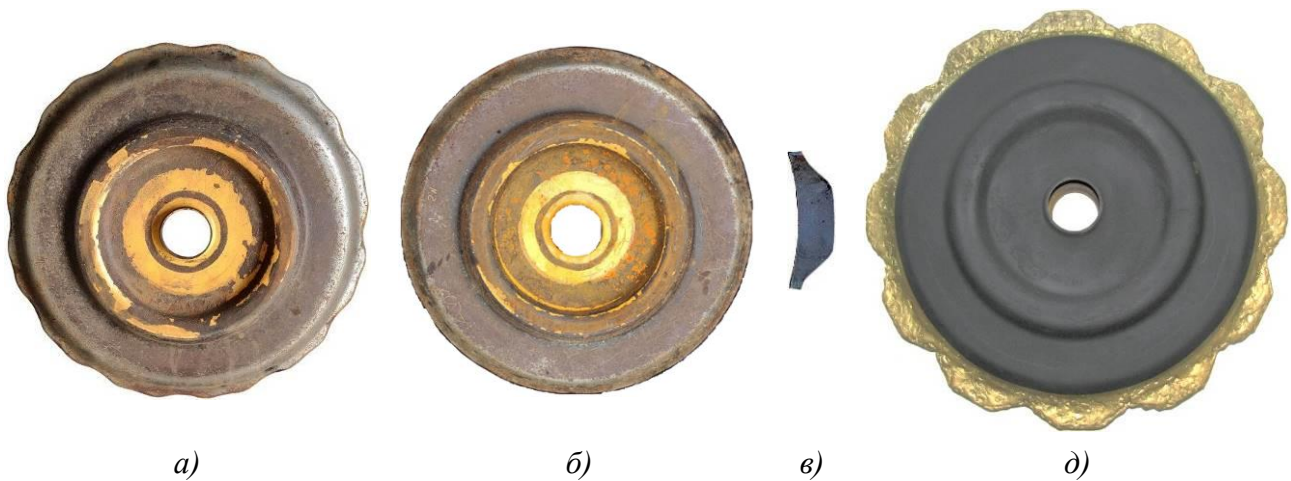


Рис. 3. Загальний вигляд процесу відновлення і зміцнення дисків робочих органів комбінованого культиватора Väderstad TopDown:

- а) – зношений коток; б) – обрізаний коток в) – ремонтний елемент;
д) – відновлений і зміцнений коток

Відновлення і зміцнення дисків комбінованого культиватора Väderstad TopDown за розробленим технологічним процесом дозволяє зменшити витрати на їх придбання на 30–50%.

За результатами дослідно виробничої перевірки та впровадження технологічного процесу відновлення та зміцнення котків культиваторів встановлено, що їх ресурсні показники на рівні нових деталей при собівартості 40–50% від нової деталі.

Розроблений технологічний процес впроваджено в умовах в ТОВ «ПК «Зоря Поділля», Вінницької обл.

УДК 630.331.82

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ФОРСУНОК НА ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЛІСНИХ МАШИН

П. С. ПОПИК, кандидат технічних наук, доцент,
О. О. БАННИЙ, кандидат технічних наук, доцент.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ефективність роботи лісної техніки визначається не тільки технічним станом їх енергетичних установок, а й умовами експлуатації, рівнем завантаження та тривалістю їх роботи на невстановлених режимах. На особливу увагу, за оцінками дослідників, заслуговують універсальні трактори, які виконують понад 80% загального річного обсягу робіт, при цьому їх двигуни завантажені лише з 45...50%.

Показники ефективності використання дизельних двигунів лісної техніки визначаються рівнем експлуатаційної надійності та працездатності паливної апаратури (ПА), на частку відмов якої припадає 20...50 % загальної кількості відмов. При цьому значна частина відмов ПА відбувається через відмову дизельних форсунок [1].

Надійність дизельних форсунок обумовлена стабільністю показників довговічності та безвідмовності розпилювачів форсунок. Аналіз показує, що в залежності від умов експлуатації ресурс розпилювачів форсунок паливної апаратури становить 1500...2600 мото-годин, це в кілька разів нижче за ресурс плунжерних пар (ПП) паливного насоса високого тиску (ПНВТ) і дизелів лісних машин в цілому [3].

Низька працездатність розпилювачів форсунок ПА пояснюється, перш за все, зміною вихідних властивостей, параметрів форми і геометрії робочих поверхонь в спряженнях направляючої циліндричної та замикаючої конічної частини голки та корпусу розпилювача. Це залежить як від конструктивно-технологічних особливостей розпилювачів, так і властивостей дизельного палива, що змінюються в залежності від умов експлуатації забруднюється високодисперсними частинками дорожнього і польового пилю концентрацією 0,0002 ... 0,063%.

Відхилення характеристик паливоподачі розпилювачів форсунок паливної апаратури від номінальних під час роботи на невстановлених і перехідних режимах призводить до зменшення потужності та збільшення питомої витрати палива дизельних двигунів [2, 4].

Тому питання підвищення довговічності дизельних форсунок лісної техніки модернізацією розпилювача з метою покращення техніко-економічних показників дизельних двигунів представляє практичний інтерес і є актуальним.

Аналіз показує, що особливу значущість в даний час набуває вдосконалення конструктивно-технологічних схем роботи систем ПА, за рахунок забезпечення необхідних властивостей робочих поверхонь

прецизійних деталей з урахуванням умов, що змінюються і режимів експлуатації лісної техніки, в тому числі і модернізацією деталей розпилювачів форсунок ПА, що дозволить збільшити їхній ресурс та економічність дизельних двигунів.

Список використаних джерел

1. Карабиньош С.С., Ружило З.В., Мельник В.І. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С.С. Карабиньош, З.В. Ружило, В.І. Мельник. – К.:НУБіПУ, 2016.- 389 с.
2. Роговський Л.Л., Вечера О. М, Поліщук О. Г., Попик П. С. Ефективність способів відновлення деталей плунжерних пар паливних насосів дизельних двигунів сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 10, No 2, 115-120.
3. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. - 221 с.
4. Патент на винахід № 123882 Україна, МПК (2006): F02M 65/00, G01M 15/04 (2006.01). Пристосування для визначення технічного стану плунжерних пар паливних насосів високого тиску і регулювання форсунок дизелів / Топчій С.І., Костюк Г.В., Попик П.С., Роговський І.Л. // -№ а201907534; Заяв. 05.07.2019; Опубл. 16.06.2021, Бюл. № 24/2021.

УДК 004.5

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

П. О. МАЛЬЧЕНКО, магістр

Г. О. ІВАНОВ, канд. техн., наук, доцент,

П. М. ПОЛЯНСЬКИЙ, канд. екон, наук, доцент,

Миколаївський національний аграрний університет. м. Миколаїв, Україна

E-mail: twink1337zhaba@gmail.com, ivanovgo0708@gmail.com,

polyansky.pasha@gmail.com

Метою роботи є інформація про зовнішній вигляд застосунку, його основний функціонал, розподіл функцій по активностям та вигляд представлень для роботи з таблицями на мобільному пристрої.

The purpose of the work is information about the appearance of the application, its main functionality, the distribution of functions by activity and the type of views for working with tables on a mobile device.

Ключові слова: застосунок, основний функціонал, активності, інтерфейс, авторизація, шаблони, наповнення.

Keywords: application, basic functionality, activities, interface, authorization, templates, content.

Підвищення зручності та спрощення процесу отримання інформації щодо відвідувань та успішності студентів шляхом створення за стосунку, електронного журналу із підтримкою офлайн режиму роботи, розглянуто в роботах [1] і [2]..

Розробка інтерфейсу застосунку. При розробці зовнішнього вигляду застосунку перш за все потрібно розібратися з яких основних частин він складатиметься, визначити активності та їх наповнення. Застосунком будуть користуватися як викладачі, так і студенти, а, отже, найбільш логічним буде розподіл функціоналу на дві частини: викладацька та студентська. Функціонал також буде відрізнятися: у студентів доступ до інформації лише у форматі читання, тому інтерфейс обох частин відрізнятиметься і кольоровою палітрою.

Зустрічати будь-якого користувача буде форма авторизація для отримання інформації з бази даних. Кожен користувач має вводити логін та пароль, а також обрати групу, до якої відноситься. Виходячи з цих простих умов, активність авторизації виглядатиме наступним чином.

На сторінку авторизації також потрібно додати логотип або назву застосунку, а також його автора. Після авторизації починається робота безносе-редньо з таблицями. Залежно від користувача, наповнення активностей виглядають по-різному. Почнемо з боку викладача. У кожного викладача є групи та дисципліни, які він/вона викладають у цих групах. Обравши групу та дисципліну, переходимо до занять, що проводяться у відповідний день, місяць та рік.

Звичайно, тут же має бути можливість додати нове заняття, а також переглянути результати роботи усіх студентів групи з вибраної дисципліни за семестр. В кожному занятті є студенти, яким потрібно виставити оцінки та присутність (рис. 5). Обравши потрібного студента, викладач має можливість виставити оцінку за обране у попередніх активностях заняття, а також, за необхідності, додати коментар до роботи.

Як показує практика, такі коментарі є дуже важливими, особливо, якщо використовувати умовні скорочення. Також, у випадку проведення декількох занять з однієї і тієї ж дисципліни в один день, викладач має можливість додати додаткову інформацію про розподіл балів за кожне з занять. Такий функціонал повністю задовольняє потреби викладача у виставленні оцінок, оскільки є можливість виставляти оцінки та відвідування студентів, як і у паперовій версії журналу, а також залишати нагадування про проблемні моменти вибраного студента і надалі проводити аналіз таких моментів, аби покращувати перебіг вивчення дисципліни. По закінченню семестру, постає питання яку кількість балів набрав кожен студент, а також, як багато занять було пропущено. У відповідній активності знаходиться інформація про всіх студентів та їх результати, де, у певних випадках, є можливість безпосередньо перейти до вибраного заняття, та змінити оцінку, якщо це потрібно.

Тепер потрібно показати роботу застосунку зі сторони студента. Обравши відповідну роль, та пройшовши авторизацію, студент отримує список дисциплін, що вивчаються в цьому семестрі. Також, одразу можна переглянути

статистику за семестр та отримати рекомендації щодо пріоритетності дисциплін до найшвидшого успішного завершення. Перейшовши до активності обраної дисципліни, у студента є інформація про загальну кількість балів за семестр, а також, інформація по кожному заняттю, що було проведено з цієї дисципліни. Переглянувши активності студентів, можна побачити, що вони відображають усі основні пункти, що наявні у паперовій версії журналу, а також, присутня додаткова активність з рекомендаціями та статистичними даними, що дозволяють контролювати успішність особисто студентів та визначати сильні і слабкі сторони, що дозволить ефективніше визначати можливі сторони розвитку вузько направлених вмінь.

Розробка зовнішнього вигляду списків та табличних представлень. Завдяки можливостям баз даних, є можливість створювати вибірки даних, що будуть розподілені між декількома активностями, в той час, як на комп'ютері це було б в

табличному представленні. Питанню створення баз даних та їх під'єднання до застосунку буде приділено увагу у наступних розділах, а зараз потрібно обмовити створення шаблонів для виведення даних з баз даних. Створення шаблонів дозволяє працювати з різними наборами даних однаково, що значно полегшує процес роботи із застосунком взагалі. Звичайно, дані мають обиратися одного типу. Тому, для кожного представлення треба створити шаблони, які будуть наповнюватися даними з бази. Для зручного користування застосунком було обрано елемент *Recycler View*, що призначений покращити продуктивність, у порівнянні зі стандартним *List View*. *RecyclerView* дозволяє легко ефективно відображати великі набори даних. Ви надаєте дані та визначаєте, як виглядає кожен елемент, а бібліотека *RecyclerView* динамічно створює елементи, коли вони потрібні [3]. Як впливає з назви, *Recycler View* переробляє ці окремі елементи. Коли елемент прокручується з екрана, *Recycler View* не руйнує його вигляд.

Натомість *Recycler View* повторно використовує подання для нових елементів, які прокручуються на екрані. Це повторне використання значно покращує продуктивність, покращуючи швидкість реагування програми та зменшуючи споживання енергії. Визначивши елемент у коді, його обробкою займатиметься окремий адаптер, що визначатиме усі елементи, які входять до обраного списку і дозволить взаємодіяти з кожним окремо. Так, наприклад, ПБ студента має строковий вигляд, а присутність студента на занятті визначається *Check Box*. В самій базі даних ці поля мають різні типи, а тому і представлені у списку незалежно один від одного. Таке використання шаблонів дозволяє звернутися до усього списку, надавши йому інформацію з бази даних, а саму інформацію розподілити по простим елементам окремо і налаштувати вигляд таким чином, щоб максимальна кількість інформації була надана, в той же час її об'єм значно менший, якщо порівнювати з табличним представленням. Тобто, отримуючи повний обсяг інформації, кожна активність дозволяє працювати саме з певними елементами таблиці, що полегшує навігацію на порівняно маленьких екранах смартфонів.

Висновки. 1. При розробці зовнішнього вигляду застосунку перш за все потрібно розібратися, з яких основних частин він складатиметься, визначити активності та їх наповнення.

2. Застосунком будуть користуватися як викладачі, так і студенти, а, отже, найбільш логічним буде розподіл функціоналу на дві частини: викладацька та студентська. Функціонал також буде відрізнятися: у студентів доступ до інформації лише у форматі читання, тому інтерфейс обох частин відрізнятиметься кольоровою палітрою. Після авторизації починається робота безпосередньо з таблицями. Залежно від користувача, наповнення активностей виглядають по-різному.

3. Завдяки можливостям баз даних, є можливість створювати вибірки даних, що будуть розподілені між декількома активностями, в той час, як на комп'ютері це було б в табличному представленні.

4. Створення шаблонів дозволяє працювати з різними наборами даних однаково, що значно полегшує процес роботи із застосунком взагалі. Звичайно, дані мають обиратися одного типу. Тому, для кожного представлення треба створити шаблони, які будуть наповнюватися даними з бази. Для зручного користування застосунком було обрано елемент Recycler View, що призначений покращити продуктивність, у порівнянні зі стандартним List View.

Recycler View дозволяє легко ефективно відображати великі набори даних. Ви надаєте дані та визначаєте, як виглядає кожен елемент, а бібліотека Recycler View динамічно створює елементи, коли вони потрібні.

Список використаних джерел

1. Мальченко П.О. Створення зручного застосунку для проведення контролю успішності учнів для шкіл, та вирішення деяких проблем з уже існуючими системами для університетів / П.О. Мальченко, М.Л. Дворецький, Г.О. Іванов // Перспективна техніка і технології – 2021 : матеріали XVII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 21-23 вересня 2021 р., м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, Том 1. 2021. – С. 5–10.

2. Мальченко П.О. Застосування інформаційних технологій в освіті / П.О. Мальченко, М.Л. Дворецький, Г.О. Іванов // Перспективна техніка і технології – 2021 : матеріали XVII-ї Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 21-23 вересня 2021 р., м. Миколаїв, Миколаївський національний аграрний університет. – Миколаїв : МНАУ, Том 1. 2021. – С. 10–12.

3. RecyclerView. URL: <https://metanit.com/java/android/5.11.php> (дата звернення 27.05.21).

УДК 631.31

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ

К. В. БОРАК д.т.н., доцент,
В. Л. КУЛИКІВСЬКИЙ к.т.н., доцент,
М. М. ПИЛИПОВИЧ

Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: koss1983@meta.ua

У розвинутих країнах утрати, зумовлені тільки наслідками абразивного зношування, становлять від 1 до 4 % національного валового продукту. В агропромисловому комплексі найбільше абразивному зношуванню піддаються робочі органи, які безпосередньо взаємодіють з абразивним середовищем.

Сьогодні підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин переважно зводиться до покращення зносостійких характеристик поверхні та геометричної форми робочих органів без урахування умов і режимів експлуатації.

На даний час залишаються без належної уваги експлуатаційні способи підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів, а саме: організація зберігання (80–90 % часу ґрунтообробні машини знаходяться на зберіганні, де піддаються корозії, яка суттєво інтенсифікує процес зношування поверхні); оптимізація режимів роботи машин (експлуатація при певній вологості ґрунту з певною швидкістю в період, коли ґрунт має найнижчу абразивну здатність, що забезпечить мінімальну швидкість зношування); своєчасна очистка від поживних решток (у соках рослин наявні амінокислоти, що здатні викликати процеси на поверхні робочих органів, які інтенсифікують процес зношування); постійний нагляд за робочими органами та ін.

Вирішення проблеми підвищення довговічності й зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин на основі комплексного підходу із застосуванням технологічних і конструктивних методів підвищення зносостійкості та довговічності з урахуванням умов експлуатації та впровадження науково обґрунтованої системи їх експлуатації є, безумовно, актуальним завданням.

Встановлено, що втрата працездатного стану робочих органів ґрунтообробних машин відбувається внаслідок зміни їхніх геометричних параметрів і фізико-механічних властивостей матеріалу в процесі абразивного та ударно-абразивного зношування. Зважаючи на механізм і характер зношування робочих органів ґрунтообробних машин під час розроблення заходів із підвищення їх довговічності та зносостійкості, робочі органи доцільно розділити на три групи: дискові, лемішно-лапові й активні.

Значний внесок у вирішення проблеми підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів, які працюють в ґрунтовому середовищі,

з'ясування механізмів протікання абразивного зношування здійснили М. М. Северньов, R. C. D. Richardson, M. A. Moore, I. B. Головач, В. М. Ткачов, С. А. Сідоров, Д. П. Журавель, М. М. Тененбаум, В. С. Новіков, А. М. Михальченков, О. І. Алфьоров. Аналіз досліджень вказаних та інших авторів дав змогу виявити низку невирішених питань, зокрема встановити, що в процесі розроблення заходів із підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин дослідники сконцентрували увагу на технологічних і конструктивних методах для певного робочого органу та конкретних умовах і режимах експлуатації ґрунтообробної техніки. Такий підхід не дає можливості застосовувати розроблені заходи під час зміни типу робочого органу та/або умов і режимів експлуатації.

Застосування комплексного підходу підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин дає змогу підвищити їх довговічність в 1,84–2,51 рази, та отримувати економічний ефект у межах 13–18% від вартості нової машини (протягом експлуатації одного комплексу робочих органів).

УДК 631.358:62

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕДУЧИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ХТЗ

Я. В. ПЕРЦОВ, студент магістратури

В. А. СИВОЛАПОВ, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основними несправностями ведучих мостів є: знос поверхонь тертя деталей; підшипників, їх посадочних місць; утомне руйнування зубів шестерень, знос шліців.

Поява сторонніх шумів в ведучих мостах, надмірний нагрів окремих ділянок корпусу вказує на руйнування або заклинювання підшипників, знос зубів шестерень.

Конструкція ведучих мостів досить надійна і зазначені вище несправності зустрічаються досить рідко. Як правило, вони виникають при неправильному складанні після ремонту або порушенні правил експлуатації.

Протікання масла через стики і сальники може з'явитися в результаті підвищення тиску в картері при нагріванні. Останнє є наслідком забивання отворів в сапуні. Тому отвори в сапуні необхідно систематично прочищати.

При нормально працюючому сапуні витікання масла через роз'єми і з-під кришок виникає внаслідок руйнування прокладок. Якщо після очищення сапуна витік масла триває, замінюють ущільнення моста.

Зношені сальники кінцевих передач можуть пропускати масло до гальмівного механізму. Ознакою несправності служить зниження ефективності гальм і витікання масла з гальмівного механізму.

Зношені сальники замінюють. Для цього відгвинчують гайку кріплення фланця і спресовують його з ведучої шестерні з допомогою знімача, потім відгвинчують болти кріплення стаканів підшипників ведучої шестерні і корпуса манжети ущільнень і витягують його з розточування стакана. Після заміни сальника перед складанням перевіряють стан поверхні, що сполучається з сальником. При виявленні пошкоджень їх необхідно усунути тонким наждачним папером.

Нормальна робота головної передачі супроводжується рівномірним глухим шумом низького тону без різких ударів і стукотів. При збільшенні бічного зазору між зубами конічних шестерень головної передачі і, особливо при неправильному регулюванні бічного зазору, шум головної передачі посилюється, супроводжується дзвінками металевими ударами.

Не слід зменшувати зазор для компенсації зносу зубів, що тривалий час працювали без ненормального шуму і стукотів, за допомогою регулювання, так як це може привести до швидкого руйнування зубів.

Металевий стукіт, прослуховується в зоні корпусу підшипників ведучої шестерні головної передачі, вказує на граничний знос або руйнування конічних роликів підшипників 7614; 7313, на збільшення зазору в зачепленні зубів ведучої і веденої конічних шестерень.

Причинами постійного або переривчастого стуку також може бути вищерблення або відколи зубів на шестернях передачі, потрапляння металевих осколків від зубів, сепараторів, роликів підшипників. Крутний момент від карданного валу не передається ведучим колесам трактора.

Основна причина такої несправності - поломка зубів конічних шестерень, зріз штифтів і призонних болтів кріплення веденої шестерні до корпусу диференціала.

Призонні болти можуть зрізані з різних причин. В процесі експлуатації слабшає посадка болтів, внаслідок недостатньої затяжки при складанні на заводі-виробнику, на ремонтному підприємстві або при неточному розвертуванні отворів, при установці болтів і штифтів із сталі низької якості.

Скрегіт в зоні головної передачі і диференціала при поворотах трактора, відсутність блокування коліс вказують на граничний знос деталей, поломку шліців або руйнування дисків тертя механізму блокування диференціала.

При зрізі шліців півосі, поломці ведених або ведучих дисків тертя, їх граничний знос по товщині диференціал коліс не блокується, що погіршує його прохідність і тягові властивості.

Поломка одного або декількох дисків тертя веде до інтенсивного зношування торців напівосьових шестерень і фланців диференціала. Це призводить до збільшення зазорів в зубчастому зачепленні сателітів і напівосьових шестерень, а іноді і до їх руйнування. В цьому випадку витягають

головну передачу в зборі, розбирають диференціал і замінюють деталі. Найбільш характерні несправності зведені в табл. 1.

Табл. 1 Можливі несправності ведучих мостів способи виявлення та усунення

Несправність	Причини	Способи усунення
Підвищений шум в корпусі провідного моста, колісних редукторах або надмірний нагрів корпусів	Знижений рівень масла	Долити масло до рівня контрольної пробки
	Великий зазор між зубами конічних шестерень головної передачі	Перевірити зазор, при установці нових шестерень - провести регулювання, у старих - замінити шестерні
	Великий зазор в конічних підшипниках ведучої або ведомої шестерні	Перевірити зазор, при необхідності провести регулювання

Продовження табл. 1

Несправність	Причини	Способи усунення
	Знос підшипників або шестерен колісних редукторів	Зношені деталі замінити
	Неправильне збирання після ремонту, знос підшипників або шестерень	Перевірити і при необхідності відрегулювати зазор і зачеплення між зубами шестерень головної передачі
Протікання масла	Підвищений рівень масла в корпусі провідного моста	Забезпечити необхідний рівень масла
	Руйнування ущільнювальної манжети	Замінити манжету
	Забруднений сапун	Промити сапун
	Великий зазор в конічних підшипниках ведучої шестерні	Відрегулювати зазор в конічних підшипниках
Корпус кінцевої передачі перегрівається	Недостатній рівень масла в корпусі кінцевої передачі	Забезпечити необхідний рівень масла
	Недостатній зазор в конічних підшипниках кінцевої передачі	Відрегулювати зазор в конічних підшипниках

При появі тріщин корпусу моста рекомендуються такі методи «холодного» зварювання чавуну:

- напівавтоматичне газоелектричне зварювання спеціальним дротом ПАНЧ-11;

- напівавтоматичне газоелектричне зварювання дротом МНЖКТ-5-1-02-02 марки А $\varnothing 1,0... 1,2$ мм в середовищі аргону виконують при постійному струмі 80...120 А зворотної полярності, напрузі 20...25 В, швидкості подачі дроту 7...11 м/хв, витраті аргону 6...9 л/хв. Рекомендується проковування шва. Для зварювання дротом ПАНЧ-11 і МНЖКТ використовуються сучасні напівавтомати. Найкращі результати забезпечуються при зварюванні на установках типу УДГ-301 і використання зазначених дротів у вигляді присадочного матеріалу;

- зварювання електродами МНЧ-1, виготовленими з монель-металу (63% Ni + 37% Cu) зі спеціальним фтористо-кальцієвим покриттям типу УОНІ-13/55, виконують електродами $\varnothing 3...4$ мм при постійному струмі 140 ...150 А зворотної полярності, короткою дугою, невеликими ділянками довжиною 20...30 мм, які відразу ж проковують. Метал шва є в'язкий залізо-нікеле-мідний сплав. Нікель необмежено розчиняється в залізі, а нікелевий аустеніт, що утворюється, розчиняє велику кількість вуглецю без утворення карбідів і забезпечує високу пластичність, низьку твердість і хорошу оброблюваність шва;

- зварювання електродами ЦЧ-4 $\varnothing 3...4$ мм зі сталі Св-08 або Св-08А з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить титан або ванадій, ведуть при постійному струмі 120...130 А зворотної полярності та напрузі дуги 20 В. Після накладання валика рекомендується його проковування. Сприятливо дається взнаки підігрів деталі до 150...200°C. Ванадій пов'язує вуглець у важкорозчинні дрібнодисперсні карбіди. Недолік електродів ЦЧ-4 - можливість виникнення тріщин у середині шва;

- зварювання електродами Ц4-3А (Св-08Н50) з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить до 5,25% кремнію (рекомендується для деталей з модифікованого чавуну);

- при зварюванні електродами ОЗЧ-1 з мідного електродного дроту з фтористо-кальцієвим покриттям, що містить залізний порошок, метал шва являє собою залізо-мідний шар (89% Fe + 11% Cu) з високою пластичністю, щільністю і міцністю, але поганою оброблюваністю. Процес зварювання рекомендується вести при струмі 150 А зворотної полярності і напрузі 20 В, короткою дугою, невеликими ділянками довжиною 30...60 мм. Кожну ділянку шва слід проковувати і продовжувати зварювання лише після охолодження шва до 50...60°C. Щільність з'єднання може бути підвищена за рахунок застосування електрода ОЗЧ-1 у поєднанні з електродами МНЧ-1, якими наплавають останній шар. Так як зона підвищеної твердості створюється по межі сплавлення, для поліпшення оброблюваності шва перші шари рекомендується наплавляти також електродами МНЧ-1;

- напівавтоматичне зварювання тонким електродним дротом Св-08Г2С $\varnothing 1,0...1,2$ мм в середовищі вуглекислого газу проводять на такому режимі: сила струму 80...100 А зворотної полярності, напруга 20...22 В, витрата газу 6...9 л/хв.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
2. Новицький А. В., Карабиньш С. С., Ружило З.В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіП, 2017. 212 с.

УДК 621.791.927.7

РОЗРОБКА ПЛАЗМОТРОНА ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ, ФРИКЦІЙНИХ ТА ІНШИХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ

І. О. БУЧКО

С. С. ДОБРАНСЬКИЙ

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

E-mail: mc120.bychko@gmail.com, 1988dobran.105@ukr.net

Бурхливий розвиток електроплазмових процесів висуває до плазмотронів нові високі вимоги. Для кожного технологічного процесу застосовна одна цілком визначена конструкція плазмотрона, що дає високий техніко-економічний ефект.

Наявні плазмотрони мають певні переваги та недоліки. Основним недоліком є вихід з ладу плазмоутворювального сопла через порушення наплавлення; замикання плазмотрона на деталь, а також підгоряння або велика ерозія вольфрамового електрода. Тому вельми перспективними є плазмотрони з розподіленою дугою, в яких ресурс роботи сопла анода значно збільшується, за одночасного підвищення потужності плазмового струменя за помірних струмів. У таких плазмотронах, крім того, вдається фіксувати довжину дуги за допомогою міжелектродних вставок.

Розроблений плазмотрон призначений для наплавлення зносостійких, фрикційних та інших спеціальних покриттів, що наносяться на поверхню деталей методом наплавлення порошкових матеріалів.

Плазмотрон (рис. 1) являє собою конструкцію, що складається з двох ізольованих вузлів, катодного 4 (верхнього) і анодного 12 (нижнього), вмонтованих у рукоятку 3.

Дуговий канал цих плазмотронів утворений катодом 2 з вольфрамовою вставкою 1, закладений в обойму формувальним соплом 6, секціями міжелектродної вставки 7 і мідним анодом 11.

Струмопідведення здійснюється за допомогою дротів 13 до кожної міжелектродної вставки 7 і до вхідного сопла 6, а до вихідного сопла 10 - через трубку 14, що подає воду.

Ізоляція між корпусами досягається за допомогою текстолітової пластини, що має канал для проходження води і одночасно підтримує за допомогою 3-х шпильок 12 нижню частину анодного вузла, тобто міжелектродні вставки і вихідне сопло. У верхньому катодному вузлі є корпус-катод 2, формувач газу 5 і електрод 1.

Водяна магістраль плазмотрона герметична завдяки застосуванню спеціальних роз'ємів і ущільнень. Ізолятори, верхній і нижній, корпуси скріплюються між собою чотирма сталевими гвинтами.

Катодний вузол плазмотрона 4, що містить водоохолоджувальний корпус, у якому закріплений вольфрамовий електрод 1 з лантанованою вставкою, що добре забезпечує емісійні властивості, є поряд з анодом основним елементом плазмотрона, що визначає його ресурс роботи. Корпус катода виконаний з міді та має отвори для подачі робочого газу.

Газоформувавч 5, що забезпечує аксіальну течію газу, слугує для розділення його рівномірного подавання в приелектродну ділянку і сприяє хорошій стабілізації розряду. Газоформувавч виготовлено з тугоплавкого і теплопровідного матеріалу.

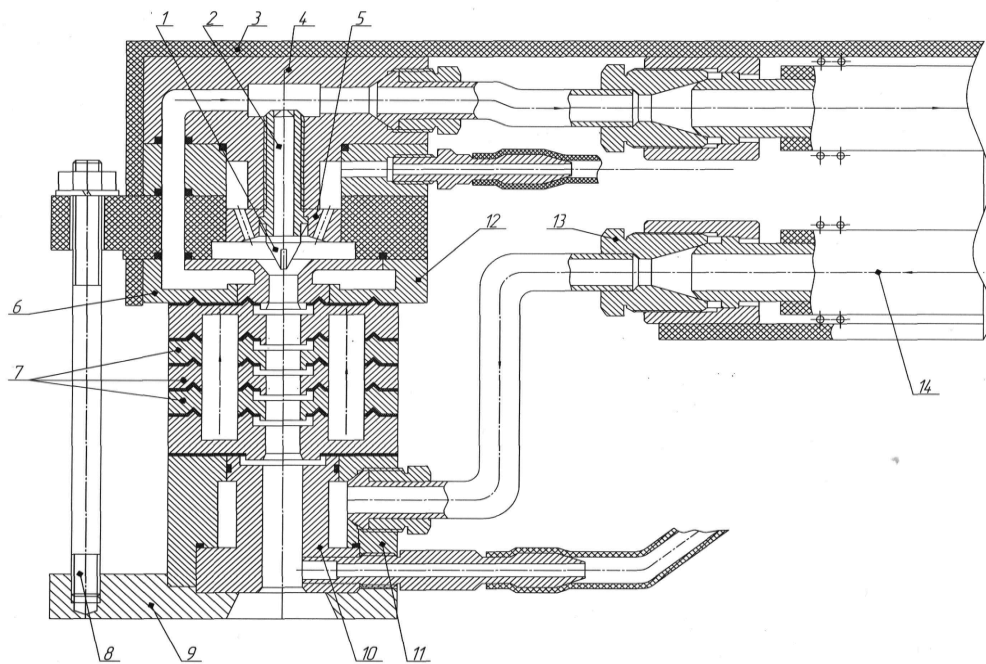


Рис. 1. Схема розробленого плазмотрона.

1 - вольфрамовий електрод; 2 - катод; 3 - рукоятка; 4 - катодний вузол; 5 - газоформувавч; 6 - вхідне сопло; 7 - міжелектродна вставка; 8 - шпилька; 9 - пластина; 10 - сопло вихідне; 11 - мідний анод; 12 - анодний вузол; 13 - струмопровід; 14 - водяна трубка.

Вихідне сопло 10, як і вхідне 6, є найбільш теплонапруженою деталлю і служить для формування плазмового струменя. Сопло має спеціальний отвір для вкручування штуцера подачі порошків на зріз сопла. Секція

міжелектродних вставок виконується теж з міді і служить для збільшення фіксації дуги в плазмотроні, а також для формування потоку.

Фіксація довжини дуги значно зменшує пульсації потоку, частота яких порівнянна з часом перебування частинок у зоні нагріву. Це позитивно впливає на якість нанесення покриття. Крім того, збільшення довжини дуги призводить до збільшення температури та швидкості плазмового струменя, що дає змогу підвищити продуктивність процесу.

У плазмотронах з міжелектродними вставками застосовується багатоступенева схема збудження дугового розряду (рис. 2). Вона включає запалювальний пристрій, або осцилятор, і систему послідовного вмикання та вимикання секцій міжелектродних вставок. Спочатку електрична дуга запалюється між катодом і вхідним соплом, а далі під час послідовного увімкнення спочатку першої секції вставок із наступними секціями. Після запалювання основної дуги між електродом і соплом, дуга проходить під тиском робочого газу, що подається в камеру. Анодна пляма дуги переміщається по осі анодного вузла, і стовп дуги виявляється збалансованим і фіксованим.

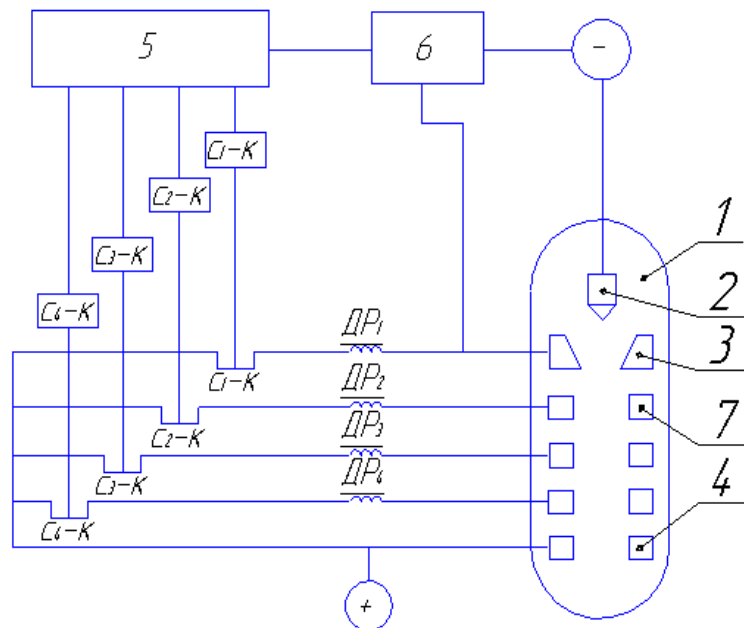


Рис. 2. Схема запалювання дуги.

1 - плазмотрон; 2 - катод; 3 - вхідне сопло; 4 - вихідне сопло; 5 - блок керування; 6 - осцилятор; 7 - секція МІВ; ДР-дросель; С-К - контактори

Даний плазмотрон має високу енергетичну ефективність перетворення електричної енергії в теплову і можливість отримання максимального ККД технологічного процесу.

Розроблення плазмотрона дасть змогу розширити номенклатуру деталей, що відновлюються, і більш повно використовувати можливості плазмової установки.

УДК 631.11.001.76

ІННОВАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ У СИСТЕМІ ЦИРКУЛЯРНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ

Є. Ю. ІОНЦОЙ-ДОЦЕНКО, аспірантка,
О. В. ЗАХАРЧУК, д.е.н., професор, член-кореспондент НААН,
ННЦ «Інститут аграрної економіки», м. Київ,
E-mail: eugeniaionitsoi@gmail.com

В сучасних умовах динамічного розвитку вітчизняні виробники цукру мають використовувати сучасні методи формування стратегії конкурентоспроможності. Виробництва цукру та сировини мають ґрунтуватися на використанні новітніх технологій та циркулярної моделі виробництва, з врахуванням досягнень НДДКР в галузі торгівлі, виробництва та регулювання. Через це, виникає необхідність формувати інтеграційні угруповання (кластери) та здійснювати товарну диверсифікацію.

Конкурентна стратегія лідерства вітчизняних цукровиробників повинна містити диверсифікацію виробництва на всіх стадіях ланцюга створення вартості продукції та виробництво альтернативних джерел енергії. Превагою виробництва біоетанолу та біогазу є можливість регулювати обсяги виробництва цукру та біопалива згідно з ринковими коливаннями. З боку держави мають також бути програми розвитку та підтримки виробництва біопалива через накладання штрафів на підприємства, які не добавлять біоетанол до палива та зменшення податкового навантаження на виробників та споживачів. Основними факторами впливу на формування цукрових кластерів в Україні є покращення технологічно – матеріального забезпечення виробництва, збільшення фінансування з боку держави та наукова основа. Іншим елементом створення кластеру є інтеграція зусиль виробників цукрових буряків та цукрових заводів, які мають співпрацювати не лише на основі купівлі-продажу сировини для виробництва, а й для підтримки агропідприємств та покращення умов праці.

Розвиток цукрової галузі на основі кластерної моделі надає технологічні можливості та здатність виступати на цукровому ринку вагомим учасником, зменшити рівень конкуренції в галузі, прогнозувати в довгостроковій перспективі розвиток галузі та підприємств, залучати інвестиції та підвищувати рівень інноваційного виробництва. Вагоме значення в менеджменті кластеру відіграє науковий потенціал та наукові розробки. Це дозволить використовувати останні технологічно-наукові досягнення для підвищення конкурентоспроможності цукрової галузі за рахунок надання консалтингових рекомендацій та підвищити освітній рівень кваліфікованих кадрів. Також вагомим елементом організації кластеру є добре розвинута фінансово-кредитна інфраструктура, яка буде сприяти збільшенню інвестицій у галузі та

кредитуванню інноваційних проектів. Важливе місце у формуванні цукрових кластерів займає держава. Участь держави полягає в економічних відносинах та формуванню бюджетних цільових програм.

Україна належить до енергодефіцитних країн, тому створення цукрових кластерів, реінжиніринг та модернізація цукрових заводів будуть здійснювати вплив на енергетичну безпеку країни. Також виробництво біоетанолу – це й розвиток ринку CO₂ відновлювальних джерел енергії. З врахуванням податку на викиди, експорт вітчизняного біоетанолу стає більш конкурентоспроможним на ринку ЄС. У рамках бурякоцукрового кластеру відбувається більш зважене використання вторинної продукції виробництва у поєднанні з новими технологіями. Сировиною для виробництва біоетанолу з різних напівпродуктів переробки цукрових буряків є: меляса, сік 2-ї сатурації і сироп. Згідно з європейським досвідом, у липні 2020 року Європейська комісія опублікувала пакет пропозицій щодо скорочення викидів парникових газів у ЄС на 55% до 2030 року порівняно з рівнем 1990 року. Пропозиції охоплюють питання фундаментального значення для такого енергоємного сектора, як цукор: оподаткування енергії, кредити на викиди та критерії стійкості для сільськогосподарської біомаси.

Цукровий буряк - потенційно й економічно вигідна сировина для виробництва продуктів харчування, кормів, біопалива, біопродуктів і вузькоспеціалізованих товарів. Незважаючи на те, що це агробізнес із кількома обмеженнями, такими як перевиробництво, культура, дуже чутлива до змін навколишнього середовища, таких як посуха, зміна клімату та нещодавній вплив COVID-19, військове вторгнення РФ в Україну, негативний імідж цукру як потенційного ризику захворювань, таких як діабет та ожиріння, нестабільна та нестабільний ринок цукру як товару, високий рівень впровадження кукурудзяного сиропу з високим вмістом фруктози та підсолоджувачів високої інтенсивності, стевії у харчовій промисловості, а також попит на високі технології комерційна цінність товарів серед інших проблем і низька стійкість у виробництві цукрових буряків та сахарози переважно в розвинутих країнах, та країнах, що розвиваються, через екологічні, політичні та соціально-економічні чинники. Однак створення бурякоцукрових кластерів в Україні може зробити значний внесок у вирішення великих проблем сталого розвитку в країні, таких як, серед інших, зменшення бідності, технологічні інновації, зміна клімату, зелена енергія, дефіцит води, та перехід до циркулярної моделі виробництва.

Циркулярна економіка (ЦЕ) включає такі цілі, як більш вузькі, повільніші та закриті технології кінцевої обробки, енергетичні та матеріальні цикли шляхом спільного використання, скорочення, повторного використання, переробки та відновлення в процесах виробництва, розподілу та споживання. Перехід від лінійної економіки до ЦЕ вимагає зусиль для управління складними змінами, а також удосконалення нестабільних технологій процесів в цукровій галузі, невідновлюваних ресурсів, витрат, продуктів і надійних стратегій, заснованих на показниках стійкості. Таким чином, це сфера великих можливостей для переходу до стійкості традиційної цукрової промисловості.

Екологічні, економічні та соціальні наслідки традиційної цукрової промисловості є першим кроком до більш сталого переходу до сталого виробництва без зосередження лише на кінцевій частині ланцюга постачання (внутрішньому чи іноземному споживачі цукру). Другим кроком є оцінка відходів і побічних продуктів шляхом визначення найпродуктивнішого варіанту з новими, новими або кустарними технологіями з урахуванням географічного, економічного, політичного та соціального контексту (оцінка циркулярності). Такі проблеми, як втрата біорізноманіття, зміна клімату, виснаження ресурсів, дефіцит води, зростання населення, мінімізація відходів, збільшення економічної вигоди, модернізація продуктів, вибір матеріалів, зниження нестабільності цін, збільшення кількості робочих місць є проблемою для цукрової промисловості як агропродовольчої галузі. Стійкість цукрової галузі України має базуватися на залучення зацікавлених сторін в рамках застосування встановлених рамок порядку денного сталого розвитку до 2030 року та його індикаторів, цілей і завдань. Сталість та нарощення конкурентних позицій вітчизняних виробників цукру вимагають участі усіх зацікавлених сторін та державних структур та застосування цілісного підходу до формування циркулярної моделі функціонування цукрової галузі України. Циркулярна модель розвитку галузі передбачає кооперацію між виробниками цукру, виробниками сировини, диверсифікацію виробництва, використання первинних та вторинних субпродуктів для подальшого їх використання у інших галузях промисловості, таких як: харчова, будівельна та енергетична.

Також інноваційна модель передбачає імплементацію діджитал-технологій у виробництво, соціальні аспекти та екологізацію виробництва. Міжнародні вчені-економісти стверджують, що були запропоновані різні стратегії для переходу від лінійної економіки до ЦЕ в цукровій галузі: екодизайн, заходи з енергоефективності та матеріальної ефективності, стратегії, визначені в ієрархії відходів трьох R: зменшення-повторне використання-переробка.

Основними кроками до реалізації циркулярного виробництва в цукровій галузі України необхідно використовувати підхід «10 R», який базується на наступних принципах:

- зменшення використання ресурсів, особливо дефіцитних (агрохімікатів, води для зрошення, викопного палива, хімічних речовин).
- зменшення рівнів викидів (викиди забруднюючих речовин і парникових газів від надлишку азотних добрив, гною або фільтраційного шламу без компосту, використання мазуту для виробництва пари на цукровому заводі);
- зменшення матеріальних втрат/відходів (витік пари та води та втрати сахарози);
- збільшення введення поновлюваних і перероблених ресурсів;
- створення робочих місць на місцях на всіх рівнях кваліфікації; та створення продукції з більшою доданою вартістю (виробництво органічного цукру органічних спиртних напоїв);

- підвищення соціального добробуту (поліпшення корпоративної соціальної відповідальності цукрової промисловості).

Ефективна реалізація стратегії конкурентоспроможності вітчизняних цукровиробників на основі циркулярної моделі виробництва базується на технологічних, економічних, інвестиційних, соціальних та організаційних зусиль як з боку підприємств, так і з боку держави. Гармонійне поєднання європейського досвіду та світового досвіду імплементації циркулярної моделі виробництва у цукровій галузі, внутрішнього механізму впровадження існуючих конкурентних стратегій підприємства та державного регулювання дозволить забезпечити комплексну конкурентну стратегію глобального лідерства вітчизняних цукровиробників.

Список використаних джерел

1. Захарчук О. В., Вишневецька О. В., Нечитайло В. В., Іоніцой Є. Ю. Методичні та практичні аспекти підвищення капіталізації агробізнесу. // Економіка АПК. - 2021. - № 9 - С. 41
2. Geissdoerfer, M., P. Savaget, N.M.P. Bocken, and E.J. Hultink. 2017. The circular economy—A new sustainability paradigm/ Journal of Cleaner Production 143: 757–768.
3. Pourahmadi, A., T. Ebadi, and M. Nikazar. 2016. Development a conceptual framework for industrial and hazardous wastes rating systems. Civil Engineering Journal 2 (4): 140–149.
4. Hamam, M., G. Chinnici, G. Di Vita, G. Pappalardo, B. Pecorino, G. Maesano, and M. D'Amico. 2021. Circular economy models in agro-food systems: A review. Sustainability 13 (6): 3453.
5. Palmeros-Parada, M., W. van der Putten, L.A. van der Wielen, P. Osseweijer, M. van Loosdrecht, F. Pashaei Kamali, and J.A. Posada. 2021. OSiD: Opening the conceptual design of biobased processes to a context-sensitive sustainability analysis. Biofuels, Bioproducts and Biorefining 15: 961–972.

УДК 658.27:339.13:631.12

ІНВЕСТИВАННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ

В. В. КОНДРАТЮК аспірант,
*Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки»,
E-mail: djurin@ukr.net*

Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва в сучасних умовах значною мірою визначається широким використанням у виробництві вітчизняних і світових досягнень науково-технічного прогресу, стратегічна роль в якому належить інноваційно-інвестиційній діяльності. Сутність інвестиційної діяльності в аграрному секторі економіки полягає у розробці і впровадженні в аграрне виробництво прогресивних методів ведення господарства, в основі яких лежать методи ефективного виробництва продукції, застосуванні нового покоління техніки, використанні нової кадрової політики з врахуванням накопиченого наукового та інноваційного потенціалу.

Результатом впровадження інвестицій є збільшення обсягів реалізації продукції, зниження її собівартості, продукції, зростання капіталооснащеності виробництва та продуктивності праці, підвищення рентабельності роботи й інших виробничо-фінансових показників діяльності сільськогосподарських підприємств та соціально-економічного розвитку сільських територій. На сьогодні саме інвестиційна діяльність є фундаментом стабільного й ефективного економічного зростання як окремо взятої галузі, так і країни загалом. Все це робить обрану тему актуальною для дослідження.

Характер інвестиційного розвитку сільського господарства України тривалий час визначають не внутрішні, а зовнішні чинники, які й зумовлюють нестабільність. Через це динаміка капітальних інвестицій у сільське господарство теж нестала. Середньорічна частка власних джерел фінансування капітальних інвестицій сільськогосподарських підприємств за 2018–2022 рр. складала близько 90,0%, а кредитів банків – 9,0-9,5%. На бюджетне фінансування й іноземні джерела у цей час припало лише 0,3%. Фондові й інші фінансові джерела були взагалі відсутні. Брак залучених джерел фінансування інвестицій стримує розвиток сільського господарства і економіки загалом.

Негативною особливістю інвестиційного процесу в національному сільському господарстві в умовах його нестабільності й обмеженості джерел фінансування стало зменшення участі в ньому малого агробізнесу. І навпаки, відповідна частка великих й середніх сільськогосподарських підприємств зростає. Зниження рівня інвестиційної активності малих підприємств у сільському господарстві було зумовлено погіршенням умов їх економічної діяльності, скороченням обсягів державної підтримки, зменшенням власних і залучених джерел фінансування інвестицій. Переважну частину виробленої продукції малі підприємства реалізують ринковим посередникам за порівняно

нижчими цінами. У них вищі ризики втрати продукції й майна внаслідок рейдерських захоплень, менші можливості кредитування й отримання державної підтримки.

Підтримка і стимулювання інвестиційної діяльності суб'єктів малого агробізнесу в умовах нестабільності має бути одним з найважливіших завдань сільськогосподарської політики держави. Така підтримка особливо важлива під час війни. Її слід здійснювати шляхом часткової компенсації вартості сільськогосподарської техніки та обладнання вітчизняного виробництва, особливо для малих агровиробників, кредитної підтримки інвестиційних проектів малих та середніх сільськогосподарських товаровиробників у розмірі 50–70% кредитної ставки уповноваженого комерційного банку та через інші економічні й фінансові механізми та організаційні заходи.

Динаміка структури фінансового результату діяльності сільськогосподарських підприємств різних розмірів за 2010–2022 рр. відображає протиріччя між змінами частки великих господарств у загальних обсягах капітальних інвестицій і зменшенням їх частки у фінансовому результаті. Так, якщо частка великих підприємств у загальних капітальних інвестиціях по сільському господарству за цей період зросла, то фінансового результату, навпаки, суттєво зменшилася.

По середніх і малих, особливо мікропідприємствах, в аналізованому періоді спостерігається протилежна за характером тенденція змін зазначених показників. По них частка капітальних інвестицій зменшується, а по фінансового результату, навпаки, зростає. Тобто, порівняно з великим агробізнесом малий реалізовує інвестиційні проекти з порівняно коротшими строками окупності. Вірогідними причинами, які породжують подібні нетипові структурні зрушення в інвестиціях і фінансових результатах великих агроформувань, можуть бути приховування доходів, спрямування їх потенційних вигод у посередницькі структури, зменшення прибутків або і збитковість державних корпорацій, реалізація великих інвестиційних проектів з тривалими строками окупності тощо.

Досягнення сталого інвестиційного розвитку потребує подолання чинників, що продукують нестабільність, та здійснення комплексу інвестиційно спрямованих заходів державного значення на основі дієвої аграрної політики. Проте нинішній стан реалізації такої політики в Україні більше вказує на її відсутність, ніж наявність. Практика формування сільськогосподарської політики розвинених країн показує, що її доцільно здійснювати не лише шляхом використання коштів бюджету, а й інших економічних та організаційних механізмів. При існуючих економічних відносинах лєвова частка чистих доходів від реалізації сільськогосподарської продукції сільськогосподарських виробників через ціновий механізм перетікає в посередницькі структури, зокрема експортоорієнтовані транснаціональні компанії, що звужує можливості формувати джерела фінансування інвестицій. У цих умовах агровиробники намагаються досягати окупності витрат шляхом збереження порівняно низьких рівнів оплати праці працівників і ставок

орендної плати за використовувані земельні ділянки громадян, які й несуть основний тягар викривлених економічних відносин.

Інвестиційну діяльність також будуть стримувати низький внутрішній попит і труднощі з експортом, різке подорожчання ресурсів, політична нестабільність, чергові вибори, корупція, недостатні обсяги державної підтримки товаровиробників, високі кредитні ставки та інші чинники. В умовах функціонування повного ринку земель частина інвестиційних ресурсів агробізнесу буде відволікатися на придбання земельних ділянок. Залишатимуться ризики інвестування, недостатні механізми захисту капіталу і вплив великого агробізнесу на прийняття рішень щодо використання бюджетних коштів. Можлива непрозорість розподілу коштів бюджету стримуватиме інвестиційну підтримку малого та середнього агробізнесу. На період нестабільності не слід розраховувати також на значне залучення у сільське господарство іноземних інвестицій та ресурсів фондових ринків.

Висновки. Характер інвестиційного розвитку сільського господарства в умовах нестабільності значною мірою буде залежати від усунення ризиків війни, створення сприятливого інвестиційного клімату для приватних інвестицій, запровадження відповідальних інвестицій з дотриманням принципів інклюзивності у підходах до збалансування економічних взаємовідносин між учасниками інвестиційних проектів та на основі показників ефективності капіталу.

Список використаних джерел

1. Лупенко Ю. О., Захарчук О. В. Інвестиційне забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства України. *Економіка АПК*. 2018. № 11. С. 9–18.
2. Кісіль М. І. Макроекономічний інвестиційний процес у сільському господарстві України. *Економіка АПК*. 2021. № 9. С. 19 – 30.
3. Zakharchuk O., Kisil M., Nechytailo V. Status and prospects of investment agricultural development in Ukraine. Transformation of economy, finance and management. Scientific monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. monograph. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2022. P. 58–74. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-220-3-3>.
4. Капітальні інвестиції (річні показники). *Державна служба статистики України*: веб-сайт. URL : <https://www.ukrstat.gov.ua>.
5. Дані моніторингу ОЕСР. *Agricultural support. Producer support (PSE), % of gross farm receipts, 2000 – 2021 Source: Agricultural support estimates: Reference table* : веб-сайт. URL: <https://data.oecd.org/agrpolicy/agricultural-support.htm>.

УДК 631.33

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ ДВОДИСКОВИХ СОШНИКІВ

С. С. ДОБРАНСЬКИЙ

І. О. БУЧКО

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

E-mail: 1988dobran.105@ukr.net, mc120.bychko@gmail.com

Працездатності дискових робочих органів сільськогосподарських машин присвячено низку відомих робіт як в Україні так і за кордоном.

Диски найбільш схильні до абразивного зношування, що призводить до зміни геометрії їхніх робочих поверхонь і чинить істотний вплив на технологічні процеси, що виконуються ними. Найбільш інтенсивне зношування дисків відбувається на піщаних, супіщаних, а також щербених і кам'янистих ґрунтах.

Однак, у той час як є безліч даних щодо зношування робочих органів різної ґрунтообробної техніки, накопичено мало інформації щодо зносу дискових сошників зернових сіялок, а також у літературі відсутні рекомендації щодо прогнозування їхнього ресурсу і планового ремонту за різних умов експлуатації.

Це підтверджується суперечливістю даних щодо зносостійкості дискових сошників, так різниця в даних при порівнянні різних досліджень становить близько 100...300 га напрацювання до ремонту. Це можна пояснити різними умовами експлуатації, типами ґрунтів, погодними умовами та іншими, часто випадковими, факторами. Тим не менше, необхідно отримувати більше даних для формування точних висновків.

За деякими даними ресурс дисків сошників у перерахунку на одну сіялку становить 150...400 га (6...17 га на один сошник) залежно від умов експлуатації.

Було проведено аналіз зносу дисків двох сіялок СЗТ-3,6А. На момент виконання вимірювань напрацювання комплектів дисків становило 700 га (30 га на один сошник). За підсумком група дисків із граничним зносом понад 24 мм становила 73,8% і тільки чверть усіх сошників можна було піддати стандартним відновлювальним заходам. Ці дані говорять про те, що напрацювання сіялки в 700 га призводить до того, що майже всі диски сошників мають критичне діаметральне спрацьовування діаметральне спрацьовування і суттєво впливають на працездатність сіялки.

На зношування кромки диска також впливає якість застосовуваної для їх виготовлення сталі (борвмісні, 45 і 65Г). Так, за даними вчених, середнє значення твердості за всіма 96 шт. випробовуваних дисків було близько 31 HRC, при максимальному її значенні 48,5 HRC. Що можна пояснити тільки низькою якістю вихідного матеріалу, технологічним браком або порушеннями під час експлуатації.

Зношування дисків за діаметром і збільшення зазорів у підшипниковому вузлі призводять до утворення зазору в точці сходження дисків, який не повинен перевищувати 2 мм у момент докладання зусилля стиснення з протилежного боку тоді сошники закладають близько 90% насіння на необхідну глибину. Порушення цього значення призводить до того, що тільки 43% насіння укладається на задану глибину за тих самих умов роботи.

Стандартний ремонт дисків сошника можна описати таким чином. Диски зношуються по діаметру, затуплюються та деформуються зазубрюються їхні робочі ріжучі кромки, зношуються деталі з'єднання диск-вкладиш (сівалки СУК-24) або підшипники (сівалки СЗ-3,6 і СЗУ-3,6), а також диск і гумовий ущільнювач.

Під час ремонту сошники після очищення дефектуються в зборі. В разі викривлення понад 3 мм і зазору понад 2 мм у точці сходження дисків сошник розбирають на пристосуванні.

З проведеного аналізу відомих технологій, спрямованих на забезпечення працездатності ґрунтообробної техніки в ґрунтах із забезпечення працездатності ґрунтообробної техніки в ґрунтах із підвищеною вологістю видно, що більшість із них спрямована на модернізацію плугів. При цьому ці технології не завжди можна використовувати для інших сільськогосподарських машин. Вони збільшують металоємність, конструктивно ускладнюють механізм і в більшості випадків не окупають витрат від їх застосування.

Пошук нових конструкційних матеріалів і способів їх нанесення на робочі поверхні дводискових сошників зернових сівалок дасть змогу підвищити надійність, якість та енергоефективність технологічного процесу під час сівби зернових та інших культур.

Список використаних джерел

1. Пат. 142715 Україна, МПК G01N3/56 Установка для дослідження зносостійкості матеріалів / І.О. Бучко, В.І. Дворук, К.В. Борак, С.С. Добранський – заявник І.О. Бучко. – у 2019 11856; заяв. 12.12.2019; опублік. 25.06.2020, Бюл. №12 2020 р.
2. Бойко А. І. Сучасні проблеми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки / А. І. Бойко // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка : Підвищення надійності деталей відновлюємих машин. – Випуск 15. – Харків, 2003. – С.10 – 13
3. Василенко М.О. Відновлення лемішів плугів із застосуванням електроерозійного способу для їх загострення та зміцнення / Василенко М.О., Чернявський О.О. // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2001. – Вип. 85. – С. 262-264.
4. Василенко М.О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів / М.О. Василенко // Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку АПК». – Львів, 2006. С. 324–328.

УДК 621.793

ТРИБОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ МАШИН

М. І. ДЕНИСЕНКО, канд. техн. наук, доцент
ВСП «Немішайський фаховий коледж НУБіП України»

О. С. ДЕВ'ЯТКО, канд.техн.наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: mdenisenko317@gmail.com

Одна з самих гострих і складних проблем сучасного машинобудування – знос механізмів і машин – передбачає щорічне зростання витрат на їх відновлення. Значна частина світових енергетичних ресурсів в різних формах витрачається на тертя, 80-90% рухливих спряжень машин виходять з ладу внаслідок зношування. При цьому зменшується (ККД) – коефіцієнт корисної дії, економічність, надійність і довговічність машин, погіршуються динамічні і акустичні характеристики.

Дослідження в царині механіки контактних взаємодій, хімічних та дисипативних процесів у поверхневих та при поверхневих шарах тертьових матеріалів показують, що матеріал у вказаних ділянках в процесі тертя суттєво змінює свій фізичний стан, змінюючи механізми контактної взаємодії. Відомо, що основні явища при терті концентруються у тонкому при поверхневому шарі. Зношування і формування поверхневих шарів трібо контакту – фундаментальні процеси, що властиві будь якому тертю або трібосистемі. На поверхнях тертя, і в прилягаючих до них шарах, одночасно протікають множина процесів. Основні з цих процесів: потоки тепла, потоки речовини, фізико-хімічні процеси взаємодії деталей тертя одна з одним, і середовищем: деформація, структурні, фазові перетворення та інше.

В теперішній час досліджено закономірності розподілення пластичної деформації за глибиною поверхневих шарів металевих матеріалів, кінетика формування вторинної структури, процеси зміцнення, знеміцнення, рекристалізації, фазові переходи, котрі, в свою чергу, залежать від зовнішніх механічних впливів, складу, властивостей тертьових матеріалів та зовнішнього середовища. Інтенсивність руйнування поверхневих шарів матеріалів при терті (знос), як правило, мало залежить від вихідних об'ємних властивостей матеріалів. Структура і фазовий склад у тонкому поверхневому шарі завжди відрізняються від вихідних властивостей матеріалів. Під трібологічною надійністю розуміємо властивість машини зберігати у часі, в установлених межах всі параметри, що характеризують здатність виконувати потрібні функції при її експлуатації в умовах тертя і зношування.

Формування спрацьованої поверхні деталей і робочих органів машин відбувається в результаті підсумування різних за інтенсивністю і видами елементарних руйнувань, зміни механічних і фізико-механічних властивостей поверхні металу під впливом зовнішніх факторів. Трибологічна надійність і

довговічність машин формується та закладається при проектуванні і виготовленні машин, та визначається конструктивними особливостями елементів машин, використаними матеріалами, пристосованістю до ремонту і технічному обслуговуванню. Зношування деталей сільськогосподарських машин обумовлено різними факторами. Серед основних факторів, що впливають на характер та інтенсивність зношування елементів машин треба виділити:

а) конструктивні – характер навантаження; вид тертя робочих поверхонь; сполучення матеріалів деталей спряження; наявність захисних покриттів; [2]

б) технологічні – методи обробки робочих поверхонь; якість збірки спряжень; наявність технологічних засмічень; структура поверхневого шару металу; мікро геометричні показники поверхонь тертя;

в) експлуатаційні – характер проведених робіт та умови використання машини; кліматичні умови технічної експлуатації; стан мастильних матеріалів; види і періодичність технічних обслуговувань та ремонтів.

Відмови машин, що визначаються трібологічними процесами, можуть бути такі події, як: руйнування деталі від зносу; досягнення допустимої зміни маси або товщини металу під впливом процесу зношування; утворення плями від зносу на поверхні тертя; перевищення допустимого рівня швидкості зношування. Процес зношування – складний випадковий процес. Схеми напружено-деформованого стану при об'ємному і поверхневому руйнуваннях цілковито різні. Теорія тертя базується на трьох теоретичних положеннях.

Перше - сила зовнішнього тертя має фізико-хімічну природу, N .

$$F = v_1 F_d + v_2 F_a \quad (1.1)$$

поверхонь тертя в залежності від їх хімічного складу; F_d – деформаційна складова сили тертя, N ; v_2 – коефіцієнт, який враховує зміни хімічного складу поверхонь тертя або міцність їх адгезійного зчеплення; F_a – адгезійна складова сили тертя N .

Друге (по Б. І. Костецькому), засноване за першим законом термодинаміки, формулює, що робота зовнішнього тертя A_F витрачається на утворення теплоти і поглинання енергії, Дж:

$$A_F = A_Q + \Delta E \quad (1.2)$$

де A_Q – частина роботи зовнішнього тертя, що перетворюється в теплоту, Дж; ΔE – кількість енергії, що поглинається поверхневими шарами тертьових деталей, Дж.

Третє (про сталі процеси тертя) – за сталого тертя відбувається знос деталі і динамічне саморегулювання утворення і руйнування вторинних структур (ВС) [3]. Механо хімічні 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 різні.

При заданих матеріалах, умовах їх взаємодії, і утворюється зона зміни режиму тертя, у котрій інтеграл відношення енергії до роботи сил тертя по деформованому об'єму приймає мінімальне значення:

$$\int \frac{\Delta E(V)}{A} dV \rightarrow \min \quad (1.3)$$

де V – об'єм, який сприймає навантаження тертям, м^3 .

Розглянувши основні положення теорії зовнішнього тертя твердих тіл, можливо обґрунтовано керувати процесами зношування деталей машин, і досягнути максимальну зносостійкість машин. Одним із шляхів підвищення надійності і довговічності машин являється оптимальне припрацювання їх деталей. У процесі припрацювання забезпечується оптимальні мікрогеометрія, склад, структура і фізико-механічні властивості поверхневих шарів. Динамічна рівновага процесів у парах тертя та оптимізація утворення вторинних захисних структур здійснюється узгодженням швидкостей процесів активації та пасивації, і забезпеченням максимальних властивостей міцності цих структур.

Оксидні плівки - вторинні структури, що утворюються в результаті пасивації при терті ковзання у діапазоні нормального зношування, екранують поверхні та попереджають схоплювання. Існує необхідність одночасно розглядати поверхневий шар як поверхню розділення фаз (мембрана), і в той же час, як макро об'єкт – об'ємне -деформоване тверде тіло. При опису процесу накопичення пошкоджень у матеріалі поверхневого шару доцільно переходити на мікрорівень, де треба вивчати конкретні види дефектів кристалічної решітки металів та їх властивості.

У відкритій термодинамічній системі, якою являється будь яка трібосистема, неможливо досягти рівноважного стану. Відповідно, у неї завжди будуть утворюватися потоки енергії і речовини, що визивають розсіювання енергії та зміну ентропії, тобто зміну термодинамічного стану системи. Представляється корисною розробка і реалізація комплексної програми забезпечення надійності вузлів тертя на стадії проектування, що включає в себе створення конструкцій, вибір конструкційних і мастильних матеріалів, оптимальної технології виробництва і експлуатації.

УДК 631.3.02.539.51

ВИКОРИСТАННЯ НАНОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І НАНОКОМПОЗИТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

М. І. ДЕНИСЕНКО, канд. техн. наук, доцент
ВСП «Немішайівський фаховий коледж НУБіП України»

О. С. ДЕВ'ЯТКО, канд. техн. наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: mdenisenko317@gmail.com

Нанотехнологія (nanotechnology) – це сукупність методів і засобів, що забезпечують створення структур з типовими розмірами від одиниць до сотень нанометрів ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$, $= 10^{-6} \text{ мм}$, $= 10^{-3} \text{ мкм}$), а також матеріалів і функціональних систем на їх основі. Англomовний термін «nanotechnology» було запропоновано японським професором Норіо Танігучі у 1974 році, і вперше використано ним у доповіді «Про основні принципи нанотехнології» [1] на Міжнародній конференції. Перетворення матеріалів у наноструктурний стан призводить до суттєвого зростання їх поверхневої міцності. Основними видами нано структурних матеріалів являються нано кристалічні і нано композиційні матеріали. З них виготовляють деталі машин, що працюють в умовах значних механічних навантажень.

У нанотехнологіях розрізняють два основних підходи, що дозволяють формувати наноструктури. Ці технології, побудовані на принципі «зверху – вниз», і технології, розроблені за принципом «знизу – верх». Принцип «зверху – вниз» (**top-down-approach**) припускає створення структур необхідної геометрії, та розміру шляхом вибіркового видалення матеріалу, раніше нанесеного на підкладку. Альтернативний принцип «знизу-верх» (**bottom-up-approach**) припускає формування потрібних структур шляхом селективного осадження атомів і молекул на заданих ділянках поверхні підкладки. Важливою відміною особливістю нано метрового масштабу є здатність молекул само організовуватися у структури різного функціонального призначення, а також утворювати структури, собі подібних ефект самореплікації.

Методами так званого механо синтезу реалізуються нові, не мають аналогів, молекулярні з'єднання. Проведені експерименти, у котрих тисячі і десятки тисяч молекул з'єднуються у кристали, що мають на початку задані властивості, котрі не зустрічаються у природних матеріалів. Сьогодні нанотехнології являються одними із самих стрімко розвинутих науково-технічних напрямків. У їх розвиток вкладаються значні фінансові кошти. Безумовними лідерами у сфері нанотехнологій являються США, країни Європейського Союзу, Японія, активно поширюють дослідження та розробки у цьому напрямку Китай, Індія, Південна Корея, Бразилія.

В останні роки зростає інтерес до наноматеріалів і нанотехнологій. При переході до нанометрового розміру, матеріали починають змінювати свої фундаментальні властивості. Це відбувається від зміни співвідношення поверхневих і об'ємних атомів окремих частинок. Поверхня самого ідеального кристалу може вважатися великим двомірним дефектом (на поверхні атоми з однієї сторони не зв'язані). Поверхневі атоми у загальному випадку знаходяться на більш близьких відстанях один від одного, ніж атоми в об'ємі кристалічної решітки, і мають підвищений запас енергії.

Наночастки проявляють квантові властивості по відношенню до своїх розмірів. Це означає, що у певному матеріалі можуть стало утворюватися наночастки тільки певних розмірів – 100 нм. Металеві матеріали з нанокристалічною структурою мають незвичні механічні властивості, котрі суттєво залежать від розміру їх складових зерна. Особливістю металевих нанокристалічних матеріалів являється їх велика зносостійкість. Так, при зменшенні розміру зерна у нікелю від 10 мкм до 10 нм, швидкість зносу зменшується від 1330 до 7,9 мкм³ /мкм. Ефективним способом зміцнення металевих деталей являється формування на їх поверхні нанокристалічного шару у результаті інтенсивної багатократної пластичної деформації, котра може здійснюватися, зокрема, в процесі тертя.

Металеві нанокомпозиційні матеріали поділяються на матричні і шарові. Найбільше розповсюдження отримали матричні нанокомпозити, типовими представниками котрих являються тверді сплави системи WC – Co. У них з переходом розмірів зерна карбіду вольфраму у нанометрові розміри, зростає твердість зерна, і зменшується товщина міжзереного кобальтового прошарку. Це призводить до зменшення пластичності і ускладнює виривання зерна при зношуванні і, як наслідок, сприяє значному покращенню механічних властивостей сплавів.

Так ,у твердому сплаві складу WC – 6% Co при зменшенні середнього розміру зерна карбіду вольфраму з 1,5 до 0,5 мкм, міцність, твердість та зносостійкість зростають у 1,5 – 2 рази. Нанокомпозити на сталевій матриці армують переважно наночастками оксидів металів (Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂), котрі мають частку зміцнюючих компонентів. Вибір в якості таких компонентів оксидів, а не карбідів або нітридів, обумовлено тим, що кисень значно менше розчиняється у матричному матеріалі, ніж вуглець або азот. Легування порошкового заліза нанопорошковою міддю (3 мас.%) визиває значне покращення механічних властивостей спечених порошкових сталей: відносне подовження зростає у 5 разів, ударна в'язкість – в 3, твердість у 1,25 рази у порівнянні зі сталями, легованими крупно дисперсним порошком міді. Нанокомпозити на алюмінієвій матриці, зміцнені наночасками кераміки (SiC, B₄C, BN) або синтетичного алмазу, мають більш високі антифрикційні властивості та зносостійкість, ніж матричні алюмінієві сплави. Особливо широко використовуються нанокомпозити типу САП (спечена алюмінієва пудра), у котрих алюмінієва матриця армована наночастками Al₂ O₃. Один із напрямків роботи вчених і науковців України – це використання

нанотехнологій для підвищення міжремонтного ресурсу сільськогосподарської техніки, розробка нових наноматеріалів. При виготовленні деталей машин і агрегатів особлива роль надається конструкційній кераміці, котра формується на основі карбіду та нитриду кремнію, оксидів цирконію і алюмінію, нітрідів алюмінія, титану, бора, цирконію та деяких інших з'єднань, та має підвищену міцність, твердість, зносостійкість, температурну та корозійну стійкість.

З неї виготовляють ріжучі елементи, екструзійні головки, сопла, штуцери, ущільнювачі, та інші деталі машин і агрегатів. Зокрема, вона являється перспективним матеріалом для виготовлення ріжучих елементів робочих органів ґрунтообробних машин. До основних недоліків кераміки належать низька тріщино стійкість та пластичність. Цих недоліків немає у нанокристалічній кераміці. Для неї характерна підвищена низькотемпературна пластичність, котру можливо використовувати у промислових процесах екструзії та прокатки кераміки. Зі зменшенням розмірів зерна до нанометрових, виникає можливість деформувати кераміку при досить високих швидкостях деформації (близько 10^{-2} с^{-1}).

Довговічність та ефективність роботи машин у значному ступені залежить від герметичності нерухомих фланцевих з'єднань. Конструкційні матеріали, поверхні котрих одночасно б мали високі антифрикційні і антикорозійні властивості, можуть бути отримані шляхом нанесення спеціальних наноструктурованих покриттів. В залежності від комбінації «покриття – підкладка» і умов використання покриття, спосіб нанесення покриття реалізується за допомогою самих різноманітних установок для нанесення покриттів.

Вдосконалення твердого сплаву з нанопокриттям завжди спрямовано на усування крихкості його поверхневого шару. В теперішній час використовуються покриття, що отримали назву «**Low stress coating**», технологічний процес полягає у нанесенні багат шарового покриття на твердосплавну підкладку за стандартною технологією. Покриття має таку будову: декілька проміжних шарів, кожний з яких має власне функціональне призначення: забезпечення щільного сполучення багат шарового покриття з робочими поверхнями; виконання бар'єрних функцій; наприклад, зростання термодинамічної стійкості покриття при підвищених швидкостях різання, подрібнення та інше.

УДК 631.354.2

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

В. М. БОРОВСЬКИЙ ст. викладач,
Ю. В. ЗАРІЦЬКИЙ, В. І. ВЕСЕЛЬСЬКИЙ
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: mmctc-pny@online.ua

Одним з основних умов підвищення ефективності підвищення ефективності аграрного виробництва є його забезпечення сучасною технікою. В результаті відсутності фінансування даної галузі в кінці 90-х минулого століття та на початку 2000-х відбулося старіння машинно-тракторного парку аграрних підприємств, яке до цього часу впливає на стабільність проведення сільськогосподарських робіт, їх об'ємі і ефективності.

У сформованих умовах постійного зростання навантаження на техніку все більш важливим стає надійність комбайнів. Надійність комбайнів, як і інших видів техніки, є однією з важливих складових їх технічного рівня. Її оцінюють при експлуатаційних випробовуваннях. З обов'язковим виконанням передбаченого нормативними матеріалами об'єму робіт по основному призначенню машини. На сьогоднішній день майже 100% всього парку зернозбиральних комбайнів, які працюють в агропромисловому комплексі України, це комбайни іноземного виробництва. В періодичних спеціалізованих виданнях і технічній літературі часто фігурують данні про напрацювання імпортованих комбайнів на відмову в 160...270 годин. При цьому данні отримані не при державних випробовуваннях, а за даними аграрних підприємств, які використовують імпортовані комбайни.

Нами було досліджено відмови 27 зернозбиральних комбайнів New Holland CX 840 за 2 сезони і відмови 12 зернозбиральних комбайнів John Deere 9640 WTS за 3 сезони експлуатації. При цьому особливу увагу було приділено другій і третій групі складності, які вимагали втручання додаткового кваліфікованого ремонтного персоналу і додаткових витрат на оплату ремонтних нормо-годин. Окремо були проаналізовані ремонтні роботи під час планових замін і операцій сезонного технічного обслуговування, так і відмови, які відбулися під час збирання і які потенційно впливали на порушення агротехнічних вимог.

Навіть якщо не розглядати питання про вартість нормо-годин сервісної служби дилерської мережі, то ми зіштовхнемося з наступним фактором – відповідністю кількості даних в дефектувальній відомості з кількістю отриманих запасних частин дуже рідко співпадають. Причин цьому досить багато. Доволі часто механізатори стараються замовити більшу кількість запасних частин, чим їм потрібно для поточного ремонту, щоб мати запас для оперативного ремонту протягом роботи і не втрачати час на доставку. З другої

сторони, до цього часу розповсюджена практика, коли бухгалтерія старається за будь яку ціну зекономити кошти і змусити механізатора провести не заміну деталі яку треба вибракувати, а її ремонт. Нажаль, ми не можемо розглянути питання про доцільність подібних заміन і вплив їх на надійність, оскільки подібного роду експерименти передбачають створення контрольної групи, яка буде працювати в однакових умовах при однакових навантаженнях.

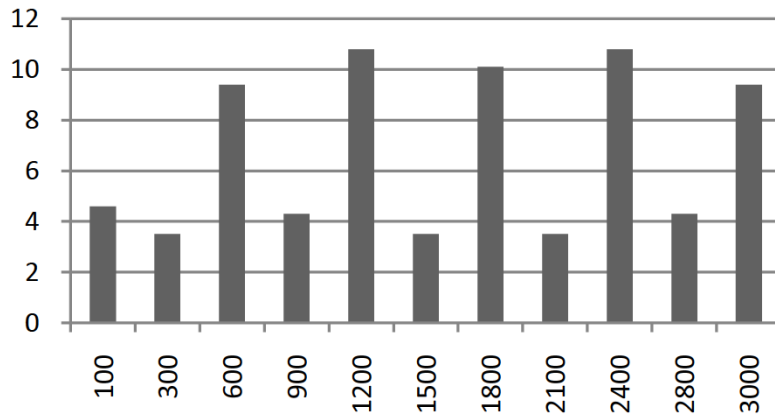


Рис. 1. Кількість нормо-годин для проведення операцій ТО в залежності від напрацювання для комбайнів New Holland CX 840.

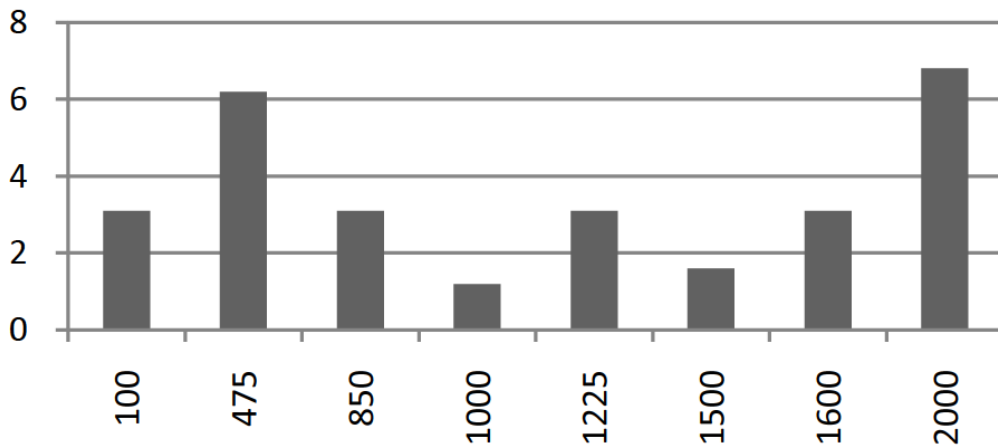


Рис. 2. Кількість нормо-годин для проведення операцій ТО в залежності від напрацювання для комбайнів John Deere 9640 WTS.

Таким чином одним з основних питань рентабельності сільськогосподарського виробництва є: з однієї сторони, для окупності високопродуктивної коштовної техніки необхідне велике сезонне напрацювання, з іншої простої такої техніки приводять до значних втат в результаті порушення агротехнічних строків. Оскільки ці два фактори знаходяться у взаємозв'язку необхідно визначити, при якому напрацюванні, кількість відмов досягає критичного рівня і не дивлячись на заходи по оптимізації ТО, відсутня економічна доцільність в експлуатації машини з попередньою інтенсивністю. Подібне зменшення інтенсивності використання може досягатися як за рахунок застосування машин для виконання іншого спектру робіт, так і для продажу на вторинному ринку. В будь якому випадку,

мінімізація строків ремонту буде досягатися або залученням сервісної служби дилерів, або при наявності великого парку машин і бажанню знизити затрати, пов'язані із залученням сторонніх спеціалістів, створенням спеціальних ремонтних бригад в складі підприємства. Останнє є актуальним навіть при комплектуванні МТП вживаною імпоротною технікою.

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ

В. І. МЕЛЬНИК, к. е. н., доцент,
О. В. БЕЗКОРОВАЙНИЙ, студент магістратури,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В умовах сучасного глобалізованого світу, де сільське господарство визначається як одна з ключових галузей економіки, питання ефективного фінансового управління набуває особливого значення, тим більше для підприємств, які займаються виробництвом сільськогосподарської техніки. Фінансово-економічне управління стає стратегічним інструментом, який спрямований на забезпечення фінансової стійкості та підвищення конкурентоспроможності підприємств галузі сільськогосподарського машинобудування.

Перше і найважливіше значення фінансового управління полягає в здатності підтримувати ефективність виробництва та забезпечувати підприємство необхідними фінансовими ресурсами. Специфіка галузі сільськогосподарського машинобудування включає в себе великі інвестиції в дослідження та розвиток, а також високі витрати на виробництво і обслуговування техніки. Фінансове управління дозволяє раціонально розподіляти фінансові ресурси, забезпечуючи при цьому необхідний рівень інвестицій у нові технології та виробничі процеси.

Друге значення полягає у забезпеченні фінансової стабільності підприємства. Сільськогосподарське машинобудування часто піддане впливу економічних коливань, зокрема, змін цін на сільськогосподарську продукцію. Фінансове управління дозволяє підприємствам ефективно планувати бюджет, управляти ризиками та стабілізувати фінансовий стан в умовах невизначеності.

Третє значення полягає в здатності досягати оптимального співвідношення між фінансовою ефективністю та якістю виробленої техніки. В умовах високих витрат на дослідження та виробництво інноваційної сільськогосподарської техніки, фінансове управління дозволяє зберігати баланс між ефективністю виробництва та витратами, а також визначати оптимальні цінові стратегії.

Четверте значення фінансового управління для підприємств сільськогосподарського машинобудування виявляється у здатності до створення інноваційних та конкурентоспроможних продуктів. Інтенсивний технічний прогрес у галузі сільськогосподарського машинобудування вимагає від підприємств постійного оновлення продукції. Фінансове управління допомагає визначити оптимальні шляхи фінансування досліджень та впровадження нових розробок, сприяючи тим самим створенню інноваційної продукції.

Загалом, фінансово-економічне управління стає стратегічним інструментом для підприємств сільськогосподарського машинобудування, сприяючи їхньому стійкому розвитку, конкурентоспроможності та впровадженню інновацій в умовах динамічного ринкового середовища.

УПРАВЛІННЯ СЕЗОННІСТЮ ТА ЦИКЛІЧНІСТЮ В МАШИНОБУДУВАННІ АГРАРНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В. І. МЕЛЬНИК, к.е.н., доцент
В. І. МЕЛЬНИК, к.с.-г.н, доцент,
О. В. КОРНІЄНКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Машинобудування аграрного призначення є важливим ланцюгом у сучасному сільському господарстві, забезпечуючи сільськогосподарські підприємства необхідною технікою та обладнанням. Однак ця галузь несе на собі вплив сезонності та циклічності, що визначається особливостями сільськогосподарських робіт та економічними коливаннями в сільському господарстві.

Сезонність у машинобудуванні аграрного призначення пов'язана з циклічним характером робіт у сільському господарстві. Зараз, коли аграрна сфера стає все більше залежною від технічних засобів, попит на сільськогосподарську техніку має виражений сезонний характер. Зазвичай пік попиту на сільськогосподарську техніку припадає на весняно-літній період, коли проводяться роботи з оброблювання ґрунту, посіву та збирання урожаю. У цей період підприємства машинобудування аграрного призначення повинні бути готові до інтенсивного виробництва, адже аграрні господарства активно вкладають кошти в оновлення свого машинного парку.

Однак, разом із сезонністю функціонування галузі супроводжується і циклічністю. Аграрне виробництво тісно пов'язане з ринковими умовами, цінами на сільськогосподарську продукцію та погодними умовами. Економічні

коливання та невизначеність на ринку можуть впливати на рішення фермерів щодо придбання нової техніки. В економічно важких часах сільські господарства можуть затримувати або обмежувати свої інвестиції в сільськогосподарську техніку, що створює циклічний характер попиту.

Управління сезонністю та циклічністю в машинобудуванні аграрного призначення вимагає від підприємств гнучкості та стратегічного підходу. Необхідно ефективно прогнозувати сезонні коливання та адаптувати виробництво до піку попиту. Розроблення гнучких виробничих планів та попереднє планування можуть допомогти підприємствам мінімізувати вплив сезонності та циклічності на їхню фінансову стійкість.

У кінцевому підсумку, сезонність та циклічність є невід'ємною частиною машинобудування аграрного призначення, і їхнє ефективне управління стає ключовим аспектом успішної фінансово-економічної стратегії для підприємств цієї галузі.

Машинобудівна галузь, в особливостях якої виявляється високий рівень технологічних витрат та інноваційний характер, є динамічною і ключовою для сучасної промисловості. Високі технологічні витрати, пов'язані з розробленням та виробництвом нових технологій та продуктів, визначають напрям розвитку галузі та створюють сприятливе середовище для інновацій.

Цифрові інструменти для планування та прогнозування надають підприємствам можливість створювати реалістичні та точні прогнози щодо їхньої фінансової діяльності. Аналіз даних, врахування різноманітних сценаріїв та швидке оновлення прогнозів допомагають управлінцям бути більш гнучкими та адаптивними до змін в економічному середовищі.

Використання програмних систем дозволяє підприємствам ефективно управляти оборотним та основним капіталом. Це включає в себе оптимізацію запасів, керування кредиторською та дебіторською заборгованістю, а також стратегічне управління інвестиціями в основний капітал. Застосування таких програмних інструментів сприяє підвищенню рентабельності та стійкості фінансового стану підприємства.

В цілому, програмно-цільові заходи в управлінні фінансово-економічною діяльністю підприємств машинобудування є необхідним етапом для забезпечення їхньої стійкості та конкурентоспроможності в сучасному бізнес-середовищі. Інтеграція сучасних технологій у фінансовий управлінський процес допомагає підприємствам досягти ефективності, а також пристосуватися до змін в економічному та технічному оточенні.

УДК 621.879.3

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЕКСКАВАТОРА-НАВАНТАЖУВАЧА JCB 3CX

К. В. БОРАК д.т.н., доцент

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир

С. Д. СИДОРЧУК-ШМІДТ аспірант,

О. В. УМІНСЬКИЙ аспірант

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: koss1983@meta.ua

Робота всіх машин заснована на відносному переміщенні спряжених деталей. Будь яке відносне переміщення робочих поверхонь призводить до виникнення процесів тертя та втрати енергії.

В більшості випадків тертя призводить до зайвої затрати енергії і зношування деталей машин. Втрати при терті можуть бути досить вагомими і складати більше ніж корисна робота. Пов'язаним з тертям зношування може бути катастрофічним, що призводить до виходу з ладу всієї машини.

Особливістю сучасних машин є неоднакова зносостійкість різних вузлів та деталей машин, тому працездатність машини обмежується ресурсом найменш зносостійкого вузла або деталі. В екскаваторах навантажувачах найменшим ресурсом володіють робочі органи ковша та деталі трибоспряжень передньої та задньої стріли (рис. 1)

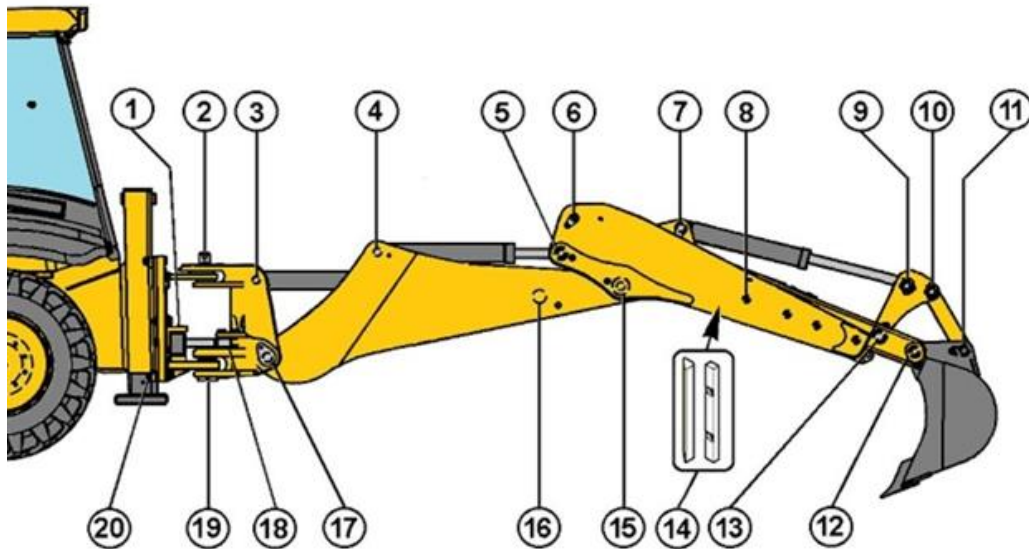


Рис. 1. Трибоспряження задньої стріли екскаватора JCB 3CX.

На рис. 1 представлено трибостріження, які володіють найменшим ресурсом і складаються відповідно з наступних деталей:

трибоспряження № 1 (втулка гідроциліндра повороту задньої каретки + втулка поворотного циліндра задньої стріли + Сальник (ущільнення);

трибоспряження № 2 (палець задньої каретки верхній + втулка в поворотній бабці + сальник пальця повороту задньої стріли (ущільнення);

трибоспряження №3 (палець гідроциліндра задньої стріли + втулка гідроциліндра + сальник пальця (ущільнення);

трибоспряження №4 (палець гідроциліндра + втулка гідроциліндра задньої стріли + сальник пальця задньої стріли (ущільнення);

трибоспряження №5 (палець рукоятки задньої стріли + втулка гідроциліндра задньої стріли + сальник пальця задньої стріли (ущільнення);

трибоспряження №6 (палець гідроциліндра телескопа задньої стріли); т

трибоспряження №7 (палець кріплення гідроциліндра ковш-рукоятка + втулка куліси ковша + сальник пальця (ущільнення);

Трибоспряження №8 (палець телескопічної рукоятки стріли + стопор);

Трибоспряження №9 (палець у шток гідроциліндра ковша + втулка гідроциліндра заднього ковша + сальник пальця (ущільнення) ;

трибоспряження №10 (палець бумеранга задньої стріли (кронштейн – тяга ковша + втулка в трапецію куліси ковша + сальник пальця (ущільнення);

трибоспряження №11 (палець заднього ковша + втулка куліси ковша + шайба + кліпса (стопорне кільце) + втулка заднього ковша + втулка швидкознімання);

Трибоспряження №12 (палець заднього ковша + втулка механізму навішування + шайба + кліпса (стопорне кільце) + втулка заднього ковша);

Трибоспряження №13 (палець з'єднання кронштейна ковша + втулка куліси ковша + сальник пальця (ущільнення);

трибоспряження №14 (верхня направляюча стріли телескопа + нижня направляюча стріли телескопа + пластина направляючої телескопа);

трибоспряження №15 (Палець кріплення задньої стріли до рукоятки + втулка в стрілу (кріплення стріли до рукоятки) + сальник пальця (ущільнення) + шайба 2 мм + шайба 1,4 мм); Трибоспряження №16 (палець гідроциліндра рукоятка – стріла + втулка гідроциліндра + сальник пальця (ущільнення);

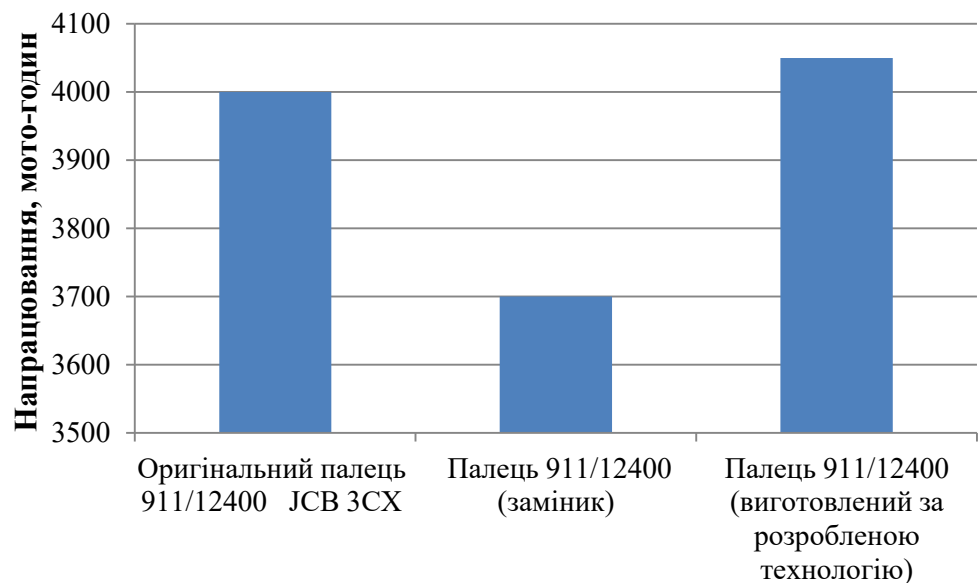
трибоспряження №17 (палець кріплення основи задньої стріли до каретки + втулка в каретку (кріплення стріли до каретки) + втулка в стрілу (кріплення стріли до каретки) + шайба 1,4 мм + шайба 5 мм + шайба 6 мм + шайба 8 мм + сальник пальця (ущільнення) + стопорне кільце);

трибоспряження №18 (палець поворотного гідроциліндра + втулка повороту задньої стріли + втулка кінгпост пальця поворотного циліндра + сальник (ущільнення) + стопорне кільце);

трибоспряження №19 (палець повороту задньої стріли нижній (каретка) + втулка (нижнє кріплення поворотного блоку стріли до каретки) + шайба регульовальна задньої стріли + шайба 0,5 мм (добірна) + шайба 1,5 мм (добірна) + сальник (ущільнення) + стопорне кільце);

трибоспряження №20 (манжета гідрозамка каретки + корпус гідрозамка каретки (2 отвори) + корпус гідрозамка каретки (1 отвір) + Г-подібний штуцер гідрозамка каретки + Т-подібний штуцер гідрозамку каретки).

В передній стрілі ескаватора-навантажувача також велика кількість трибоспряжень (15 штук), деталі яких також мають не значний ресурс. Ресурс деталей трибоспряжень робочого обладнання не перевищує 5 тис мото-годин роботи ескаватора-навантажувача. Так для прикладу ресурс пальця заднього ковша 911/12400 коливається в межах 3,5-4 тис. мото-годин (рис. 2), в залежності від матеріалу його виготовлення та технології термічної обробки. Враховуючи вище викладене деталі трибоспряжень робочого обладнання є лімітуючими надійність ескаватора-навантажувача, саме тому пошук шляхів підвищення їх зносостійкості є досить актуальною задачею.



а)

б)

Рис. 2. Загальний вигляд (а) та ресурс пальця заднього ковша 911/12400 ескаватора-навантажувача JCB 3CX.

ОЧИЩЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ПЕРЕД ПІДГОТОВКОЮ ДО ЗБЕРІГАННЯ

М. А. КУСКОВ, аспірант
Державного Біотехнологічного Університету
E-mail: nikikuskov@gmail.com

Часто фермери та працівники ферм працюють за повним графіком з короткими вікнами можливостей. Пральне обладнання може займати останнє місце у списку пріоритетів. Однак підтримання чистоти тракторів і обладнання має вирішальне значення для безпеки ферми, особливо з метою біобезпеки, щоб уникнути перехресного забруднення і запобігти пожежам у техніці. матеріалі та гною. Правильне та безпечне прання займає трохи часу, але воно важливе для успіху та продуктивності. Коли обладнання використовується на фермі, але

розподіляється між тваринницькими приміщеннями та корівниками, надзвичайно важливо мити всі частини обладнання щоразу, коли воно використовується в іншому місці ферми, щоб запобігти поширенню бактерій та хвороб. Після кожного миття використовуйте дезінфікуючий засіб широкого спектру дії. Регулярне використання відповідного дезінфікуючого засобу є важливим і найбільш ефективним при нанесенні на візуально чисту поверхню. Це ще більше знизить ризик поширення менш помітних загроз. Миття обладнання між полями необхідне, щоб знизити ймовірність перехресного зараження бур'янами та шкідниками. Посадка, обробка ґрунту та таке обладнання, як квадроцикли, можуть бути джерелами забруднення від поля до поля. Оскільки на обладнанні може накопичуватися бруд та сміття, важливо регулярно чистити та мити все обладнання, щоб зменшити поширення насіння бур'янів, бактеріальних патогенів, хвороб та шкідників. Під час збирання врожаю може стояти суха погода, а сміття та суха речовина можуть накопичуватися на комбайнах та сінозбиральній техніці. Очищення сухого рослинного матеріалу та надлишкового пилу від машин може знизити ймовірність спалаху на прогрітому двигуні та запобігти великим пожежам на сільськогосподарському устаткуванні. Завжди використовуйте відповідні засоби індивідуального захисту, щоб захистити себе від засобів для чищення, гучного шуму та травм. Засоби індивідуального захисту повинні включати захисний верхній одяг, рукавички, засоби захисту очей, вух і, при необхідності, респіратори. та сільськогосподарських культур, щоб захиститися від небажаного забруднення. Переконайтеся, що стічні води перекачуються, збираються та утилізуються належним чином. Прямий стік у бік від загонів, загонів, посівів та водойм. Ведіть журнал очищення транспортних засобів та обладнання як частину обліку вашої ферми. миттям за допомогою повітродувки або повітряного компресора видуйте з обладнання небажаний сухий матеріал. Це допоможе запобігти стеження і скупчення частинок. Там, де це рекомендовано, використовуйте високоякісне мило, піну або дезінфікуючий засіб, щоб ще більше знизити ризик зараження вірусами, спорами або бактеріями. Розберіть обладнання, щоб отримати доступ до внутрішніх приміщень, де це можливо. Очистіть зверху вниз за допомогою миття високого тиску. Якщо мийка під високим тиском неможлива, вимийте вручну відро з мильною водою, а потім промийте зі шланга. Будьте особливо обережні, щоб не пошкодити датчики або чутливе електронне обладнання під час прання. Обов'язково замініть усі деталі та деталі, що були зняті під час прання.

Відомо, що ключовим питанням під час виконання технології підготовки машин для зберігання є очищення сільськогосподарських машин. Процес очищення при підготовці до зберігання пов'язаний з такими показниками, як трудомісткість, енергоємність, екологічність, економічність та охорона праці операторів, поліпшення яких є основним завданням, що стоїть перед сучасною наукою [1, 2]. При експлуатації машин та механізмів їх вузли та деталі піддаються забрудненню. Особливо сильно схильна до забруднень техніка, що працює в складних умовах, до такої техніки відносяться і сільськогосподарські

машини. У процесі експлуатації лежить на поверхні сільськогосподарських машин накопичуються різні види забруднень [3, 4]. Усі заходи, створені задля запобігання забруднень, не виключають повністю їх освіти. На зовнішніх поверхнях сільськогосподарських машин, через специфіку їх роботи, зустрічаються майже всі види забруднень [5]. Тому вирішальне значення набуває застосування ефективних методів та способів очищення сільськогосподарської техніки.

Забруднення можуть видалятися одним або декількома з наступних способів:

- 1) змиванням;
- 2) розчиненням;
- 3) за допомогою хімічної реакції;
- 4) механічним впливом

Ці способи є взаємовиключними і часто застосовуються спільно. Практичні шляхи здійснення кожного способу очищення можуть бути дуже різні з використанням різноманітних миючих засобів та пристроїв. Як показує досвід проведення операцій миття та очищення, більшість машин надходить на консервацію з невіддаленими з їх поверхонь сильнопов'язаними забрудненнями, що призводить до зниження культури праці, продовження розвитку корозії, неякісного проведення робіт з підготовки техніки до зберігання. Тому якісне видалення з поверхонь всіх забруднень є обов'язковою умовою безпеки сільськогосподарської техніки при зберіганні [6, 7]. Найбільш перспективною є технологія водоструминного очищення, в основі якої покладена сила гідравлічного удару. Ефективність очищення досягається за рахунок збільшення тиску мийної рідини, що подається, що в свою чергу веде до збільшення енергетичних витрат. Зниження витрат можливе за рахунок надання рідинного струменя різних форм і конфігурацій. Кинджальний струмінь, утворюючи точковий переріз, володіє високим очищаючим зусиллям, зберігаючи на відстані 20 см близько 70% вихідного ударного тиску, але має низьку продуктивність по площі [8, 9]. Віяловий струмінь, утворюючи плоский переріз, має високу продуктивність по площі, але має порівняно низьке зусилля, що очищає, ударний тиск на відстані 20 см становить близько 5% вихідного значення [8, 9]. Кожна з представлених конфігурацій струменів має свої плюси і мінуси за параметрами продуктивності, ефективності, площі захоплення і т. д. У цьому перспективним напрямом є створення комбінованих універсальних струменів поєднують у собі позитивні сторони існуючих конфігурацій. Отримання комбінованих струменів можливе у спеціальних конструкціях насадок (сопел). У лабораторії хрозроблена конструкція сопла [10], що дозволяє отримати універсальний обертовий багатовіяловий струмінь.

Висновок. Фізична сутність впливу віяла, що обертається, полягає в здатності руйнувати забруднення шляхом врізання потоку рідини в товщу забруднення і його висвердлювання. Технологія використання водяних струменів високого тиску, що обертаються, дозволить підвищити

продуктивність і якість очищення поверхонь сільськогосподарських машин, знизить трудомісткість і енергоємність процесу.

Список використаних джерел

1. Бишов, Н.В., Боричів С.М., Кокорев Г.Д. [та ін] Підвищення ефективності очищення та миття сільськогосподарських машин. - Рязань: ФДБОУ У РДАТУ, 2016. - 102 с.
2. Кирилін, А.В. Пристрій для очищення та миття автомобілів водоповітряним струменем. // У сб.: Сучасні автомобільні матеріали та технології (САміт-2016). Відповідальний редактор Є. В. Агєєв., 2016. - с. 175-178.
3. Шемякін, А.В., Кирилін А.В., Кожин С.А., Кузін Є.Г. Забруднення сільськогосподарських машин та пристрої для їх очищення. // У СБ: Технічні науки - від теорії до практики збірник наукових публікацій. ., 2016. - с. 40-46.
4. Шемякін, А. В., Терентьев В. В., Андреев К. П., Кузін Є. Г. Сучасні способи підвищення ефективності процесу очищення сільськогосподарських машин. //Міжнародний науковий журнал. - 2017. - № 2. - с. 95-99.
5. Латишенок, М.Б., Терентьев В.В., Малюгін С.Г. Ресурсозберігаюча технологія консервації сільськогосподарських машин. // Зб. наук. тр. Сучасні енерго- та ресурсозберігаючі, екологічно стійкі технології та системи сільськогосподарського виробництва., 1999. - с. 98-101.
6. Бишов, Н. В., Боричів С. Н., Кокорев Г. Д. [та ін.] Розвиток системи міжсезонного зберігання сільськогосподарських машин в умовах малих та фермерських господарств.: ФДБОУ В РДАТУ, 2016. - 112 с.
7. Шемякін, А.В., Терентьев В.В., Морозова Н.М., Кожин С. А, Кирилін А.В. Пристрій для очищення сільськогосподарських машин з використанням енергії рідинного струменя, що обертається. // Вісник РДАТУ. -2016. - № 3. - с. 77–80.
8. Кирилін, А. В. Очищення сільськогосподарських машин з використанням рідинних струменів високого тиску // Молодий вчений. - 2017. - № 11.3. - с. 20–22.
9. Сопло для мийних установок. / Є. Ю. Макєєва, А. В. Шемякін, В. В. Терентьев Оpubл. 02.03.2007.

УДК 629.3.083

КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

В. Р. БІЛЕЦЬКИЙ к.т.н., доцент,
М. В.ТУРБАЛ, А. В. ПРИЩЕПА

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: mmctc-pny@online.ua

Автомобільний транспорт виконує істотний обсяг транспортної роботи в масштабах країни. Забезпечити працездатність автомобілів, їхню дорожню та екологічну безпеку покликана система технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР). Якісне виконання операцій ТО і ПР можливе тільки в умовах спеціалізованих підприємств – автосервісів, оснащених необхідним устаткуванням, інструментом, а також укомплектованих висококваліфікованими фахівцями, які дотримуються технології виконання робіт.

Більша частина парку належить фізичним особам, що в умовах перманентної економічної кризи і зниження реальних доходів населення призводить до економії на ТО і ПР і високої конкуренції між автосервісами. Одним із найпростіших і найдієвіших способів залучення клієнтів є демпінг, однак, зниження вартості послуг, що надаються, може бути ефективним тільки в короткостроковій перспективі для залучення нових клієнтів, у довгостроковій – призведе до зниження прибутку. Більш перспективним шляхом є підвищення якості послуг, що надаються.

Споживачі, оплачуючи послуги, очікують як само собою зрозуміле, що всі заявлені роботи будуть виконані в повному обсязі і автомобіль буде готовий до експлуатації точно в заявлений термін, хоча в реальності це не завжди так. Заводи-виробники, бажаючи продати якомога більше автомобілів, приваблюють клієнтів, зокрема, низькими цінами на ТО і ПР, що досягаються зменшенням нормогодин при збереженні обсягу робіт. При цьому багато сервісів не мають необхідного переліку обладнання, оснащення та інструменту, а персонал тривалий час не проходив курси підвищення кваліфікації і працює не ефективно. Крім того, автосервіси, що працюють без дилерського договору, тобто незалежні, зазвичай не мають доступу до сервісних програм і технологій ТО і ПР заводу-виробника.

З іншого боку, заробітна плата слюсаря залежить від кількості відпрацьованих нормо-годин за замовленнями-нарядами, тому виконавець зацікавлений виконати роботу якнайшвидше, наприклад, пропускаючи або виконуючи в повному обсязі частину робіт, які складно перевірити (контрольно-оглядові, кріпильні). У результаті клієнт оплачує повну вартість робіт, а якість обслуговування і ремонту залежить від організації праці на конкретному підприємстві та сумлінності слюсаря.

Метою цієї статті є аналіз роботи виробничого персоналу автосервісу під час проведення робіт поточного ремонту.

У сфері оцінювання персоналу проведено досить багато досліджень. Однак, дослідження спрямовані або на управління людськими ресурсами загалом, або в інших галузях економіки: торгівлі, охороні здоров'я, освіті. Сервіс автомобілів є досить специфічною галуззю, персоналу недостатньо тільки теоретичних навичок, робота з технікою має на увазі досвід роботи "із залізом", що слабо забезпечується в сучасних освітніх установах.

Експериментальні дослідження проводилися на підприємстві ТОВ «Полісся Мотор Груп» у місті Житомир. Основний вид діяльності автосервісу - ТО і ПР автомобілів, додаткові види діяльності – торгівля запасними частинами. Виробнича зона оснащена універсальними постами ТО і ПР, а також постом діагностики, прибирально-мийних робіт, шиномонтажу. Виробничий персонал складається з 12 осіб: 8 слюсарів, 2 майстри-приймальники і 2 майстри зміни. Дане підприємство за оснащенням виробничої зони, персоналом, організацією праці і проявляється типовим для галузі сервісних послуг.

За результатами аналізу замовлень-нарядів за 2022 рік зафіксовано 4380 заїздів автомобілів, з яких 2325 заїздів на ТО (53%) і 2055 – ПР (47%), тому для дослідження обрано комплексне обслуговування (ТО) і операцію ПР, що найчастіше трапляється – заміна маточинного підшипника.

Ефективність роботи виробничого персоналу оцінювали за допомогою діаграми "Спагетті". Під час використання цього методу на плані робочого місця (універсального поста) зазначаються всі переміщення виконавця, а також кількість зроблених кроків або час, витрачений на переміщення і виконання операції.

Для аналізу правильності та повноти виконання ТО і ПР роботу виконавця фіксували на відеозапис, для подальшого порівняння з технологією заводу-виробника. Для того, щоб не відволікати виконавця від роботи, зйомка велася за допомогою камер на штативах, план посту і розташування камер наведено на рис. 1. Під час проведення дослідження аналізували ТО на автомобілях Renault з пробігом 20 тисяч кілометрів (ТО-1). Операції ремонту із заміни маточинного підшипника на автомобілях з пробігом 82 тисячі кілометрів і 106 тисяч кілометрів.

Загалом здійснено 4 відеозаписи (2 для ТО та 2 для ПР), автомобілі мали однакову комплектацію та повністю ідентичний перелік робіт. Виконавці: штатні слюсарі з ремонту автомобілів, віком 32 роки та 38 років, обидва мають безперервний стаж роботи не менше ніж 8 років, обладнання, оснащення та інструмент на робочих місцях були ідентичні. Кожного виконавця перед проведенням експерименту було поінформовано про відеофіксацію.

Під час проведення експерименту робили позначки в роздрукованій технологічній карті заводу-виготовлювача, для фіксації дій, які могли не потрапити на камеру або були б нерозбірливими. Помилки виконавців поділялися на 3 групи, для комплексної оцінки за помилки нараховувалися штрафні бали: Виконавець не встиг виконати операцію (1 бал); Виконавець

виконав операцію не в повному обсязі (3 бали); Виконавець повністю не виконав операцію або виконав із порушенням технології (5 балів).

Для оцінки роботи запропоновано шкалу, її складено таким чином, що пропуск будь-якої операції призводить до оцінки "незадовільно", оскільки це вважається неякісним наданням послуги.

Отримати "відмінно" можна тільки за умови, що всі операції, які входять до складу ТО будуть виконані. При цьому допускається незначно перевищити трудомісткість, встановлену заводською технологією. Виконавець отримає "добре", якщо перевищить заводську трудомісткість більше, ніж на 15 хвилин, "задовільно" - за умови часткового пропуску 1 або 2х операцій (в основному оглядові роботи).

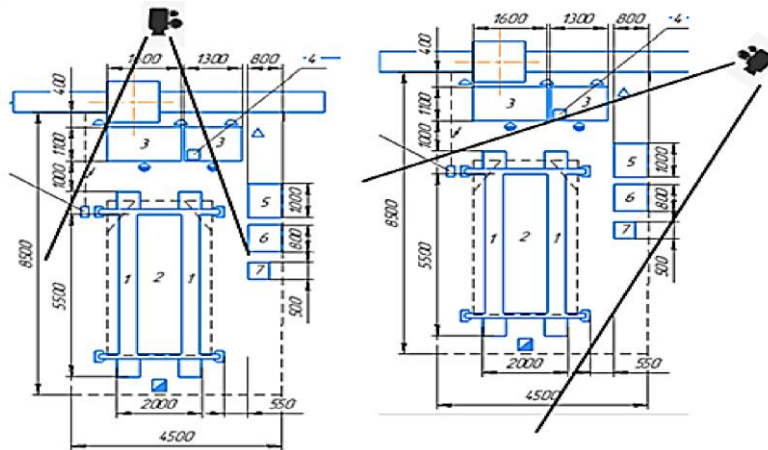


Рис. 1. Ракурси зйомки операцій ТО і ПР автомобіля.

У результаті аналізу відеозаписів видно, що 35-39% операцій виконано з порушенням технології, слюсарі пропустили операцій у середньому на 0,63 нормо-години, що становить близько 20% загальної трудомісткості ТО. Кількість штрафних балів першого виконавця – 2,11, другого – 2,91, що відповідає оцінці "незадовільно".

За результатами аналізу діаграми "Спагетті" вдалося встановити, що найчастіше слюсарі підходили до верстата та інструментального ящика, що свідчить про неефективне використання інструментального візка і нераціональне розміщення інструменту. Кілька разів вони відлучалися з робочого місця: перший виконавець відвідував склад 4 рази, другий - 2. Під час проведення ТО у першого виконавця не було необхідного інструменту, на пошуки витрачено 9 хвилин, а другий відлучався в кімнату відпочинку на 6 хвилин. Зазначено, що обидва механіки не завжди піднімають автомобіль на достатню висоту, для комфортної роботи під ним. Для підвищення продуктивності праці можливе використання принципів ощадливого виробництва, системи 5 "S".

Необхідно дооснастити пости інструментом і раціонально його розмістити в легко доступному місці, наприклад, той, що часто використовується, - в інструментальному візку, той, що рідко використовується, - на стінових щитах. Для запобігання пропуску операцій пропонується видати

виконавцям чеклисти і на посту ТО використовувати схему пересування. Схему легко нанести на підлогове покриття фарбою або за допомогою наклейок.

Доцільно оснастити пости камерами відеоспостереження і періодично здійснювати вибірковий контроль робіт, який краще покласти на незалежного експерта. Для зниження втрат часу необхідно докупити інструмент у достатній кількості, а також переглянути взаємодію зі складом, оскільки отримання матеріалів для ТО забирає багато часу. Для мотивації персоналу необхідно переглянути систему премій і штрафів з урахуванням результатів роботи.

Таким чином, дослідження виявило серйозні порушення під час проведення робіт ТО автомобілів: часткове або повне невиконання 35-39% операцій. Порушення частково пов'язані з неефективною організацією праці та малою трудомісткістю робіт заводської технології. Вирішити проблему можна за рахунок дооснащення робочих місць інструментом, удосконаленням роботи складу, посиленням контролю над виконавцями.

УДК 629.3.083

ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ ВІД МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В ПРОЦЕСІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

С. В. МІНЕНКО к.т.н., доцент,
М. Р. ГРУНИЦЬКИЙ, О. В. ГОЛЕНІЦЬКИЙ
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: aleksmedvedsky@gmail.com

У процесі експлуатації автомобільного транспорту, під час його миття утворюються стічні води, які містять значну кількість твердої суспензії, емульговані нафтопродукти, а також невелику кількість органічних забруднень. Концентрація твердих завислих речовин у стоках від миття вантажних автомобілів становить 1,3...3,2 г/л, нафтопродуктів 0,05...0,15 г/л, а повна біохімічна потреба в кисні (БСКп) цих стоків перебуває в межах 0,07...0,14 г/л.

Кількість стоків від одного поста автомийки досягає зазвичай 2...5 м³/год. Під час скидання стоків від миття вантажних автомобілів у промислову каналізацію вміст суспензії в них не повинен перевищувати 15×10⁻³ г/л, нафтопродуктів – 3×10⁻⁴ г/л, а в разі скидання у водойму рибогосподарського значення – 5×10⁻³ г/л і 5×10⁻⁵ г/л відповідно. Тому зазвичай стоки від миття вантажних автомобілів очищають, а потім направляють у системи оборотного водопостачання автомийок.

Для миття вантажних автомобілів можна використовувати воду, в якій вміст завислих речовин перебуває в межах 5×10⁻³ – 1×10⁻² г/л, концентрація нафтопродуктів не перевищує 5×10⁻³ г/л, а її БСКп досягає 3×10⁻³ – 5×10⁻³ г/л.

Очищення стоків від миття вантажних автомобілів здійснюється механічними (відстоювання, фільтрування) або фізико-хімічними методами (сорбція, ультрафільтрація, коагуляція), а також обробкою в полі відцентрових сил. Доочищення стічних вод від миття вантажних автомобілів може здійснюватися біологічними методами в біоставках.

У Поліському національному університеті (ПНУ) проводилися дослідження з очищення стічних вод від миття автомобілів у напірних циліндроконічних гідроциклонах. Під час досліджень було визначено оптимальну геометрію напірних гідроциклонів, а також виявлено технологічні параметри роботи цих апаратів.

Для очищення стоків від миття вантажних автомобілів у ПНУ було розроблено спеціальну установку (рис. 1).

Стоки від мийки вантажних автомобілів по лінії 5 надходять на очищення. Найбільші фракції суспензії осідають у пісковловлювачі з обманним днищем. Потім стоки подаються насосом у напірні гідроциклони діаметром 80 мм, скомпоновані в гідроциклонну установку 2.

Нижній злив гідроциклонів під надлишковим тиском по лінії 8 відводиться в піскові бункери. Верхній злив гідроциклонів лінією 9 під надлишковим тиском надходить у напірний поличковий відстійник 3, осад з якого видаляють лінією 10, а вловлені нафтопродукти лінією 11. Доочищення стоків від суспензії і нафтопродуктів здійснюється в швидких напірних фільтрах 4 з двошаровим зернистим завантаженням, що подається по лінії 12. Забруднені промивні води відводяться від швидких фільтрів 4 по лінії 13.

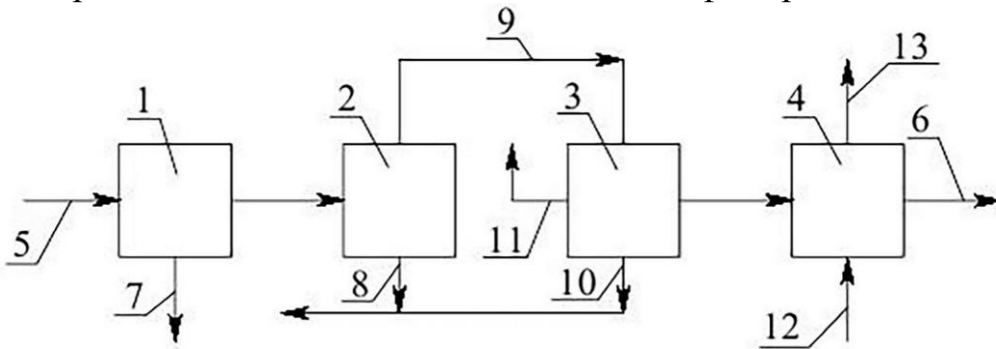


Рис. 1. Схема установки очищення стоків від миття вантажних автомобілів: 1 – горизонтальна пісковловлювач із хибним днищем; 2 – гідроциклонна установка; 3 – поличковий напірний відстійник; 4 – швидкі напірні фільтри; 5 – подавання вихідної води; 6 – відведення очищеної води; 7 – відведення піску; 8 – відведення нижнього зливу гідроциклонів; 9 – відведення верхнього зливу гідроциклонів; 10 – відведення осаду; 11 – відведення нафтопродуктів; 12 – подавання води на промивку; 13 – відведення забрудненої промивної води.

Ця установка дає змогу знизити в оброблюваних стічних водах вміст суспензії з 1,5 г/л до 0,01 г/л, концентрацію нафтопродуктів – з 0,15 до 0,005 г/л, а БСКп цих стоків з 0,035 г/л до 0,005 г/л.

Для зниження концентрації нафтопродуктів у стоках від миття вантажних автомобілів можна спрямувати їх у напірні адсорбційні фільтри, завантажені активованим деревним вугіллям.

Для модернізації описаної вище установки очищення стоків від миття вантажних автомобілів у ПНУ досліджували їхнє доочищення від нафтопродуктів і завислих речовин у швидких напірних фільтрах. Завданням цих досліджень було виявлення найефективнішої схеми завантаження фільтрів, а також визначення технологічних параметрів процесу фільтрування. Для цього було створено дослідну установку, схема якої наведена на рис. 2. До складу дослідної установки входять: модель швидкого напірного фільтра 1, резервуар для води 2, насос 3, з'єднувальні трубопроводи, а також вимірювальні прилади для регулювання роботи моделі фільтра 1. По лінії 4 в резервуар 1 подається водопровідна вода. Лінією 5 у всмоктувальний трубопровід насоса 1 дозуються нафтопродукти, а лінією 6 подається суспензія для збагачення води органічними сполуками і суспензією.

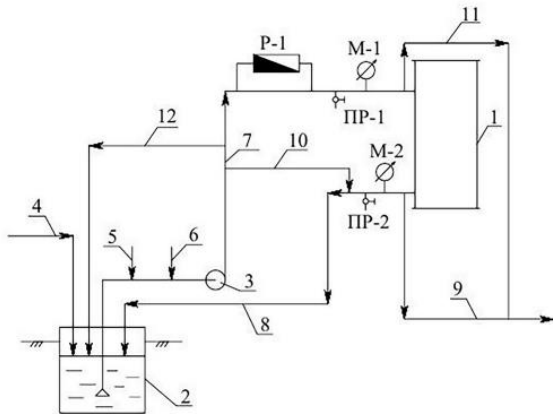


Рис. 2. Дослідна установка очищення стоків від миття вантажних автомобілів: 1 – модель швидкого напірного фільтра; 2 – резервуар для води; 3 – насос; 4-12 – з'єднувальні трубопроводи, а також вимірювальні прилади для регулювання роботи моделі фільтра; Р-1 – витратомір, встановлений на байпасній лінії; М-1 і М-2 – манометри; ПР-1 і ПР-2 – пробовідбірники.

По лінії 7 вода подається на очищення в модель фільтра 1. Очищена вода з моделі фільтра 1 відводиться під залишковим тиском по лінії 8. Лінією 9 вода з моделі фільтра 1 може відводитися в систему водовідведення.

Промивається модель фільтра 1 водопровідною водою, що подається насосом 3 по лінії 10.

Забруднені промивні води відводяться з моделі фільтра 1 під залишковим тиском по лінії 11.

Трубопровід 12 служить для відведення від моделі фільтра 1 надлишкової кількості води. Витратомір Р-1, встановлений на байпасній лінії, служить для регулювання швидкості фільтрування. Манометрами М-1 і М-2 вимірюється тиск на вході і на виході з фільтра. З пробовідбірника ПР-1 відбираються проби вихідної води, а з пробовідбірника ПР-2 відбираються проби очищеної води. Під час проведення досліджень модель фільтра 1 завантажували різними зернистими фільтрувальними матеріалами. Висота завантаження фільтра становила 1-1,2 м.

Температуру вихідної води вимірювали спиртовим термометром із ціною поділки 0,1 °С. Концентрацію суспензії визначали ваговим методом. Вміст

нафтопродуктів у воді вимірювали фотоколориметричним способом. БПКп визначали за рекомендаціями, викладеними в роботі. Тиск на вході в модель фільтра не перевищував 5 кгс/см^2 . Температура стічної води під час проведення дослідів змінювалася від 19,7 до 20,2°C.

Результати досліджень дають змогу зробити такі висновки:

- а) у вихідній воді концентрація суспензії становить 39 – 54 мг/л, вміст нафтопродуктів перебуває в межах 20 – 29 мг/л, а БСКп досягає 21 – 34 мг/л;
- б) у разі двошарового завантаження з подрібненого антрациту та кварцового піску концентрація суспендованих речовин в очищеній воді становить 8 -16 мг/л, вміст нафтопродуктів 5 – 9 мг/л, а БСКп 4 – 13 мг/л;
- в) температура води складає +19,7 – 13 мг/л ... +20,2 °C;
- г) збільшення тиску на вході до швидкого напірного фільтра практично не впливає на ефективність роботи цього апарата;
- д) збільшення швидкості фільтрування знижує ефект очищення стоків від миття вантажних автомобілів за всіма видами забруднень;
- е) найкращі результати показало двошарове завантаження з подрібненого антрациту та кварцового піску: ефект очищення стоків від суспензії становив 67-83%, від нафтопродуктів 69...81%, за БСКп 73...85%.

Порівняємо показники ефективності пропонованої технології із серійно випускаються установками для очищення стічних вод від мийки автомобілів.

Установка комплексного очищення стічних вод УКО, призначена для локального очищення стічних вод автомийок, містить флотаційну ємність і тонкошаровий відстійник у зборі, фільтр механічного очищення і фільтр сорбційний. Оскільки ступінь очищення даної установки становить 99 %, то за концентрації завислих речовин у стічній воді 3000 мг/л їхній вміст в очищеній воді буде 30 мг/л, а нафтопродуктів відповідно 900 мг/л і 9 мг/л.

УДК 629.3.083

ШВИДКА ОБКАТКА ЯК КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ Д-240

В. М. БОРОВСЬКИЙ ст. викладач,
М. В. КОВАЛЬЧУК, С. О. ЗАРУЦЬКИЙ
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: mmctc-pny@online.ua

Під час конструювання, випробування і серійного виготовлення машини їй надають здатності виконувати покладені на неї функції (працездатність машини) і властивостей, які забезпечують тривале збереження й економічно доцільне відновлення працездатності в процесі експлуатації (надійність машини).

Весь цей час, виражений кількісними показниками, може бути названий якістю нової машини.

Від початку експлуатації в господарстві і до моменту списання машина виконує великий обсяг корисної роботи за безперервного впливу на неї несприятливих зовнішніх і внутрішніх чинників (засміченість повітря, важкі атмосферні умови, нерівномірні силові та температурні режими роботи та ін.). Тому її технічний стан неминує погіршуватися або, як заведено говорити, машина старіє і стає непридатною. Для того щоб відновити працездатність і надійність машини до оптимального рівня, в процесі її експлуатації роблять капітальний ремонт двигуна. Щоб переконатися в тому, що всі деталі двигуна, нового і такого, що пройшов капітальний ремонт, справні, проводять обкатку ДВЗ. Метою обкатки є припрацювання поверхонь, що труться, і виявлення дефектів, що виникають у результаті допущених під час ремонту відхилень від технічних вимог. У процесі обкатки проводять остаточні регулювання та усувають дефекти, а мета випробувань - комплексна оцінка якості ремонту двигуна. Розглянемо методику проведення випробувань обкатки дизельного двигуна Д-240, який застосовується на тракторі МТЗ-82.

Капітальний ремонт відновлює працездатність машини і збільшує її залишковий ресурс – міжремонтний ресурс. Він був названий капітальним, оскільки на його проведення потрібні великі кошти "капітал". Відмінні ознаки капітального ремонту: забезпечення на період заданого міжремонтного ресурсу, відносно високі складність і вартість, необхідність проведення його в спеціальних виробничих умовах (ремонтні підприємства, завод). Типовий приклад капітального ремонту тракторного двигуна: відновлення зношених деталей КШМ (колінчастий вал із вкладишами, поршні та гільзи).

Опис видів обкатки

Мета обкатки – початкове припрацювання сполучених деталей, перевірка взаємодії деталей, герметичність ущільнень і з'єднань, нагрівання підшипників.

Обкатка в повному обсязі проводиться при заміні:

- блоку циліндрів;
- колінчастого вала;
- гільзи, поршня.

Під час заміни комплекту корінних і шатунних вкладишів проводиться гаряча обкатка.

Види обкатки:

1. Холодна обкатка дизеля.

Холодне обкатування слід проводити протягом 30 хв на режимах, зазначених у табл. 1.

Таблиця 1 – Режими холодної обкатки

Режими холодної обкатки.	
Частота обертання двигуна, хв ⁻¹	Тривалість обкатки, хв.
500...600	20
700...900	10

Холодна обкатка при знятих форсунках не допускається, система живлення має бути заповнена. Під час обкатування тиск оливи в магістралі має бути 0,8 кгс/см за мінімальних обертів, температура оливи до 75 °С, температура води на вході - не менше 50 °С, на виході – не більше 80 °С. Підтікання мастила, палива і води в місцях з'єднання, а також сторонні стуки і шуми, заїдання і перегрів дизеля не допускаються. Після холодної обкатки перевіряється зазор у клапанному механізмі. За рахунок багаторазової циркуляції повітряної суміші забезпечується прискорення і підвищення якості припрацювання деталей циліндропоршневої групи.

2. Гаряча обкатка дизеля.

Перед гарячим обкатуванням необхідно видалити повітря з паливної системи і перевірити кут початку подачі палива: для дизеля Д-240 – 12...20°. Пуск дизеля має проводитися електродвигуном обкатно-гальмівного стенда за частоти обертання 500...750 хв⁻¹. Гаряча обкатка дизелів без навантаження слід проводити протягом 15 хв на режимах, представлених у табл. 2.

Таблиця 2 – Режими гарячої обкатки

Режими гарячої обкатки	
Частота обертання двигуна, хв ⁻¹	Тривалість обкатки, хв.
1000...1100	10
1100...1200	5

Під час обкатки тиск масла в магістралі має бути не менше 2 кгс/см, температура масла і води – 70...80 °С. Після закінчення гарячої обкатки без навантаження треба підтягнути болти кріплення головки циліндрів. Перевірити регулювання зазорів між бойками коромисел і торцями стрижнів клапанів на прогрітому дизелі.

3. Гаряча обкатка дизеля під навантаженням.

Пуск повинен проводитися електродвигуном обкатно-гальмівного стенда. Гарячу обкатку дизелів під навантаженням слід проводити протягом 30 хв. на режимах:

Таблиця 3 – Режими гарячої обкатки під навантаженням

Режими гарячої обкатки під навантаженням.	
Частота обертання двигуна, хв ⁻¹	Тривалість обкатки, хв.
1600	10
1800	5
2000	5
2200	10

Тиск масла має бути 2,0...3,5 кгс/см за номінальних обертів і не менше 0,8 кгс/см² за мінімальних обертів. Тиск масла слід регулювати за допомогою регулювальної пробки зливного клапана центрифуги. Легке димлення прогрітого дизеля не є бракувальною ознакою, якщо під час роботи дизеля протягом 5 хв після зняття навантаження не спостерігається викид оливи у

випускному патрубку. У процесі гарячої обкатки не допускаються: підтікання і краплеутворення мастила, охолоджувальної рідини і дизельного палива через прокладки і різьбові з'єднання колектора; вихід газів з-під фланців випускного колектора і через прокладку голівки циліндрів; сторонні стуки і шуми в механізмах дизеля. Наприкінці гарячої обкатки дизелів максимальна частота обертання має бути не більшою за 2600 хв^{-1} , а мінімальна - не більшою за 800 хв^{-1} . Виявлені в процесі гарячої обкатки несправності дизеля мають бути усунені. Дизель має бути підданий повторній обкатці та випробуванню в повному обсязі в разі заміни хоча б однієї з таких деталей: колінчастого вала, поршня, гільзи циліндрів, поршневих кілець. У разі заміни комплекту корінних або шатунних вкладишів дизель піддають повторній гарячій обкатці під навантаженням.

Обкатують нові двигуни, а також ті, що надійшли в господарства після капітального ремонту. Під час обкатки відбувається припрацювання робочих поверхонь деталей одна до одної, перевіряється працездатність складальних одиниць і механізмів, можуть бути виявлені випадкові дефекти. Тому двигун у період обкатки вимагає до себе підвищеної уваги, знання особливостей його устрою, обслуговування, особливого режиму експлуатації та догляду. Слід враховувати, що обкатувальний період не обмежується 30 годинами роботи; перший місяць роботи двигуна слід уникати його надмірних навантажень, а саме головне, суворо дотримуватися правил експлуатації та ретельно, в повному обсязі і своєчасно виконати ТО. За недостатньої і неякісної обкатки підвищується знос двигуна, скорочується термін служби його механізмів.

УДК 629.3.083

ЗМІНА МОТОРНОЇ ОЛИВИ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

В. М. САВЧЕНКО к.т.н., доцент,
М. С. КРИЛАС, В. І. ЛИС, А. О. РАБЧЕНЮК
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: dgs-ua@ukr.net

Моторними називають оливи, призначені для змащування поршневих двигунів внутрішнього згоряння.

Сучасні моторні оливи це леговані мастильні матеріали.

Вони обов'язково містять кілька легуючих добавок – присадок, що значно покращують властивості основи оливи. Основу моторної оливи називають базовою оливою. Залежно від походження базової оливи розрізняють три типи моторних олив: мінеральну, синтетичну та напівсинтетичну.

Усі мінеральні базові оливи складаються з сумішей безлічі вуглеводнів з різною структурою молекул, склад яких зумовлений якістю вихідної сировини - нафти, тобто заданий природою.

Цим вони принципово відрізняються від синтетичних.

Синтетичними називають базові оливи, одержувані в результаті синтезу однорідних органічних молекул речовин, що володіють вельми сприятливими властивостями: дуже низькою температурою застигання, високою стійкістю до окиснення, гарною змащувальною здатністю, сприятливою в'язкісно-температурною характеристикою і т. д. Як синтетичні компоненти моторних олив знаходять застосування поліальфаолефіни, алкілбензоли, ефіри двоосновних кислот або поліолів.

Напівсинтетичні оливи як базові компоненти містять мінеральні оливи і синтетичні продукти, що змішуються в раціональних співвідношеннях. При цьому досягається істотне зниження ціни без значної втрати багатьох переваг синтетичних моторних олив.

Основна функція оливи в технічних пристроях полягає у створенні тонкого масляного шару між поверхнями пристроїв, що перебувають у відносному русі, тим самим унеможливаючи сухе тертя між цими поверхнями та зменшуючи їхнє зношування. Крім того, присутність оливи відіграє істотну роль в охолодженні поверхонь, що труться, а також у підтримці їхньої чистоти.

Однак у процесі експлуатації фізико-хімічні властивості оливи погіршуються, що веде до її старіння. Зрозуміло, процеси старіння значною мірою залежать від умов експлуатації олив. Так, основними причинами старіння моторних і трансмісійних олив можна назвати окислення, забруднення оливи твердими частинками внаслідок зносу, а також потрапляння в оливу води (для моторних олив). До теперішнього часу розроблено велику кількість параметрів, призначених для опису старіння оливи.

До числа найважливіших параметрів, що характеризують стан оливи, незалежно від сфери її застосування належать зсувна в'язкість і густина. Для моторних олив важливу роль відіграють також додаткові параметри, такі як вміст води, повне кислотне число (TAN), і загальне лужне число (TBN).

TBN показує загальну лужність оливи, включно з тією, що вноситься мийними та диспергувальними присадками, що мають лужні властивості.

TBN характеризує здатність оливи нейтралізовувати шкідливі кислоти, що надходять до неї в процесі роботи двигуна, і протидіяти відкладенням. Що нижчий TBN, то менше активних присадок залишилося в оливі. TBN більшості олив для бензинових двигунів зазвичай має значення в межах 8...9 одиниць, а для дизельних двигунів близько 11-14. Під час роботи моторної оливи загальне лужне число неминуче знижується. Значне падіння числа TBN призводить до кислотної корозії, а також забруднення внутрішніх частин двигуна.

TAN є показником, що характеризує наявність у моторних оливах продуктів окислення. Що менше його абсолютне значення, то кращі умови роботи оливи в двигуні і то більший її залишковий ресурс. Підвищення числа TAN є показником окислення оливи, спричиненого тривалим часом

використання та/або підвищеною робочою температурою. Загальне кислотне число використовується для аналізу стану моторних олив, як показник ступеня окислення оливи і накопичення кислих продуктів згоряння палива.

Великий вплив на робочі показники моторної оливи має вода, вміст якої в змащувальному матеріалі під час роботи двигуна може поступово збільшуватися. Обводнення призводить до підвищення корозійної агресивності оливи, знижує її антифрикційні властивості, а також спричиняє розкладання деяких присадок, без яких подальше використання моторної оливи стає неприпустимим. Крім цього, вода зі сполуками SO_2 і SO_3 , що утворюються під час згоряння сірчастого палива, утворює кислоти (сірчану і сірчисту), що негативно впливають на металеві та гумові деталі. Саме на нейтралізацію кислотних продуктів витрачаються лужні присадки, що призводить до зниження лужного числа, а отже - до скорочення ресурсу оливи. Слід зауважити, що в моторній оливі більше значення має не так початкова величина лужного числа, як швидкість його зниження під час роботи

змащувального матеріалу. Ця властивість багато в чому залежить від типу використовуваних лужних присадок, а також технічного стану двигуна.

Поряд з перерахованими вище недоліками, вода може спричинити руйнування масляної плівки на поверхнях деталей, що труться. Так, потрапляючи з маслом на гарячу поверхню, вода перетворюється на пару, яка розриває масляну плівку і призводить до виникнення задира на деталі. Найближчими роками можна очікувати збільшення кількості автомобільного транспорту за одночасного збільшення споживання моторних олив.

Наразі виробництво моторної оливи у світі оцінюють у 15 млн тонн на рік, тому в розвинених країнах Європи та Америки розроблено низку ресурсощадних та організаційно-економічних заходів, спрямованих на зниження приросту її споживання. З цієї причини відпрацьовані моторні оливи потрібно розглядати як сировинну базу для виробництва нафтопродуктів.

Існуючі й успішно реалізовані нині виробництва з переробки відпрацьованих олив у Європейському Союзі та США, засновані на хімічних і фізико-хімічних процесах, вимагають великих капітальних вкладень, і не всі з них повною мірою відповідають вимогам безвідходності та екологічної безпеки.

На сьогодні назріла необхідність у створенні нових технологічних процесів, які мають проводитися без відриву від розв'язання проблем зі зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище.

УДК 631.58; 631.51

ФУНКЦІОНАЛЬНА ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

В. І. МЕЛЬНИК, доктор технічних наук, професор
Харківський державний біотехнологічний університет, м. Харків,
ORCID:0000 0002 1176 2831,
E-mail: victor_melnik@ukr.net

З точки зору пересічного громадянина, в процесі еволюції технічних і технологічних систем, саморегуляція і саморозвиток є найбажанішими механізмами їх розвитку. Особливо актуальною така точка зору стала зараз, в так званих ринкових відносинах, коли саморегуляція ринку, в ряді випадків виведена в абсолют. Оскільки технічні і технологічні системи на сьогодні становлять матеріальну основу нашого буття, то питання їх поступального розвитку є вкрай важливим. Отже вивчення цих процесів є актуальним.

Перш за все нагадаємо, що являє собою саморегуляція і саморозвиток системи. Відомо, що другий закон термодинаміки встановлює існування ентропії як функції стану термодинамічної системи і вказує на те, що в ізольованій системі ентропія залишається або незмінною, або зростає [1]. Поняття ентропії можливо розуміти, як міру енергії у термодинамічній системі, яка не може бути використана для виконання роботи [2]. З грецької мови слово «ентропія» перекладається як «поворот, перетворення» і в науці має кілька визначень і значень. З часом ентропія як наукове поняття почала використовуватися і в інших науках, більш того вона стала філософською сутністю [3].

Отже ентропія це «енергія, яку в замкнутій системі неможна використати» і в процесі саморегуляції такої системи ентропія зростає перманентно приближаючись до свого максимуму. Уточнимо, що замкнутою є така система у якій немає обміну із зовнішнім матеріальним світом і, відповідно, немає перетоку через межу системи ні енергії, ні маси, ні інформації.

Також важливо зазначити, що технологічна система включає в себе технічну систему, а також предмет праці, персонал, задіяний у процесі її функціонування, та регламенти робочих процесів і життєвого циклу такої системи. Тобто технічна система є підсистемою технологічної системи, а в останню обов'язково входять люди, які спілкуючись із оточенням забезпечують її інформаційний обмін, а отже забезпечують її відкритість. Висновок: технологічна система майже завжди відкрита і, відповідно, прояв другого закону термодинаміки в ній є мінімальним.

Стосовно поняття «еволюція техніко-технологічних систем» зазначимо, що мова йде не про життєвий цикл конкретної системи елементів технічної сутності, а саме про трансформацію систем в нескінченному циклічному

процесі «створення-функціонування-утілізація, трансформація чи ревіталізація». Тобто «еволюція» це також значною мірою філософське поняття, що визначає, знову ж таки нескінченний процес вирішення протиріччя внутрісистемних і зовнішніх (між системою і надсистемою).

Найбільш вдало і, частково вперше, закони еволюції техніко-технологічних систем (ТТС) сформулював Генріх Саулович Альтшуллер в рамках розробленої ним теорії рішення винахідницьких завдань (ТРІЗ).

В ТРІЗ було введено поняття «розгортання-згортання» (РГ-ЗГ) тобто поступове (з часом еволюції) збільшення ступеня прояву параметру (ознаки) системи, який (яка) після досягнення максимуму, змінюється на також плавне зменшення його (її) ступеня прояву. Основний закон еволюції ТТС вказує, що в процесі еволюції ТТС кожний параметр системи (за деяким винятком) проходить цикли РГ-ЗГ.

Пізніше автор цієї роботи також долучився до розвитку теорії еволюції ТТС. Так були сформульовані: закон множинного РГ-ЗГ, закон суперпозиції та асиметрії циклів РГ-ЗГ, закон ідеальності системи, закон-умову інтеграції системи в надсистему та ін. [4].

Автором встановлено, що індикатором інтенсивності внутрішніх протиріччя системи є множина процесів РГ-ЗГ які перебувають в активній фазі змін (зростання чи спаду). Чим більше параметрів системи перебувають в стадії завершення циклу РГ-ЗГ та/або напівциклу розгортання і чим вище ранг цих параметрів (у відповідності із принципом Парето), тим менше внутрішні протиріччя системи. Отже ентропія нам знадобилася в першу чергу як міра вирішення таких протиріччя. Чим більша ентропія системи тим більше протиріччя вже вирішено, а отже еволюція такої системи стає можливою, лише завдячуючи інтеграції в надсистему. Чим більше параметрів системи перебувають на стадії розгортання, або згортання, тим менша ентропія системи.

З урахуванням вище сказаного можна стверджувати, що сума перших похідних за часом кожного із параметрів системи відображає інтенсивність поточних змін в еволюційному процесі системи. Вона може виступати в ролі мірила ентропії системи.

Висновок. Безперервний розвиток (еволюція) будь якої системи можливий лише за умови її інтеграції в надсистему. Запропонований підхід можна застосувати для кількісної оцінки інтенсивності еволюційних процесів ТТС.

Список використаних джерел

1. Вікіпедія: Другий закон термодинаміки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Другий_закон_термодинаміки. – 08.05.2023 р. – Загол. з екрану.
2. Велика українська енциклопедія: Ентропія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vue.gov.ua/Ентропія>. – 08.05.2023 р. – Загол. з екрану.
3. Павло Чайка. Науково-популярний журнал «Пізнавайка»: Ентропія та її значення в різних науках[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.poz>

navayka.org/uk/fizika-uk/entropiya-ta-ii-znachennya-v-riznih-naukah. – 08.05.2023 р.
– Загол. з екрану.

4. Мельник В.И. Куда и как эволюционирует земледелие? / В.И. Мельник
// Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської області: Інститут
рослинництва ім. В.Я. Юр'єва. – Харків: ПП «Стильздат», 2016. – Вип. 20. – С. 48-
61.

УДК 621.357

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

В. М. БОРОВСЬКИЙ ст. викладач,
М. О. КОТЕНКО

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: mmctc-pny@online.ua

У ремонтному виробництві широко відомі способи відновлення зношених деталей гальванічними покриттями. Вони дають змогу:

- наносити рівномірні покриття з різною твердістю (600...12000 МПа) і зносостійкістю за відсутності термічного впливу на деталі, що спричиняє в них небажані зміни структури і механічних властивостей;

- отримати з великою точністю задану товщину покриттів, знизити до мінімуму припуск на подальшу механічну обробку або виключити її з технологічного процесу;

- автоматизувати процес, що гарантує отримання високоякісних покриттів необхідної товщини і з заданими механічними властивостями.

Найбільш широко в практиці ремонтного виробництва для відновлення зношених деталей застосовують залізнєння. Воно має хороші техніко-економічні показники: вихідні матеріали та аноди дешеві й недефіцитні; високий вихід металу за струмом (80...95 %); швидкість осадження заліза становить 0,2...0,5 мм/год; товщина твердого покриття досягає 0,8... 1,2 мм; у широких межах можна регулювати властивості покриттів (мікротвердість – 1600...7800 МПа); доволі висока зносостійкість твердих покриттів, що не поступається зносостійкості загартованої сталі.

Крім відновлення зношених деталей, залізнєння застосовують для виправлення браку механічного оброблення і для зміцнення робочих поверхонь деталей, які не пройшли при виготовленні термічної обробки.

Електроосадження заліза здійснюється з розчинів його двовалентних сполук. Двовалентні іони заліза, що знаходяться в електроліті, легко окислюються до тривалентних.

Наявність в електроліті іонів Fe^{+3} знижує вихід заліза за струмом і погіршує властивості покриттів.

Електроліти для залізнання ділять на три групи: хлористі, сірчаноокислі та змішані (сульфатно-хлористі).

Сірчаноокислі електроліти порівняно з хлористими менш хімічно агресивні та стійкі до окислення. Однак вони поступаються хлористим електролітам за продуктивністю, якістю одержуваних покриттів та іншими показниками. Сульфатно-хлористі електроліти за властивостями займають проміжне становище між сірчаноокислими і хлористими. Найбільшого застосування набули прості (без добавок) хлористі електроліти.

Для захисту від корозії металовиробів та інших деталей, а також для відновлення посадкових поверхонь малонавантажених деталей у ремонтному виробництві застосовують цинкування.

При цьому цинкування проводять, в основному, з простих і доступних кислих, лужних, цинкатних або аміакатних електролітів. Однак, при цьому щільність струму і швидкість нанесення покриттів невисокі.

Оскільки цинкові покриття мають низьку твердість і зносостійкість, вони мають обмежене застосування для відновлення зношених деталей.

Під час удосконалення технологічних процесів нанесення гальванічних покриттів з метою підвищення їхньої продуктивності та якості покриттів дослідники працюють у двох напрямках: удосконалення та розроблення нових електролітів; удосконалення та розроблення нових технологічних прийомів.

Удосконаленню та розробленню нових електролітів присвячено багато робіт. Однак, слід сказати, що практично у всіх випадках це пов'язано з ускладненням складу електролітів, їх контролю та коригування.

Перспективним напрямком розвитку є вдосконалення і розробка нових технологічних прийомів нанесення покриттів. Такими прийомами можуть бути проточне, струминне, електроконтактне нанесення покриттів, перемішування електроліту, застосування періодичних струмів та інші.

Нами розроблено технологію відновлення внутрішніх поверхонь чавунних деталей і нижніх головок шатунів швидкісним електролітичним залізнанням із концентрованого хлористого електроліту з використанням обертової перфорованої перегородки, яка дає змогу в 5...10 разів збільшити швидкість нанесення покриттів порівняно зі звичайним електролітичним залізнанням у ванні.

Робочу густину струму встановлюють у межах 100... 150 А/дм². Тривалість залізнання залежить від необхідної товщини покриття і обраних режимів залізнання. Швидкість нанесення покриттів за цих умов становить 17...28 мкм/хв.

Недоліком цієї технології є використання концентрованого хлористого електроліту, який є агресивним і має підвищену схильність до окислення. Під час досліджень нами було отримано дані про накопичення в зазначеному електроліті під час електролізу за високих катодних густин струму

тривалентного заліза, що призводить до погіршення якості покриттів. Ці результати добре узгоджуються з дослідженнями інших авторів.

Для зниження концентрації тривалентного заліза систематично доводиться відновлювати його до двовалентного заліза опрацюванням електроліту.

Для відновлення внутрішніх поверхонь корпусних та інших деталей на ремонтних підприємствах перспективним, на наш погляд, є застосування електролітичних покриттів на основі цинку.

У цьому випадку цинкові покриття можна наносити з простого сірчаноокислого електроліту, який не агресивний, не окислюється і простий в експлуатації. Він значно перевершує за цими показниками електроліти залізнення. При цьому, під час досліджень за рахунок активування катодної поверхні нам вдалося підняти робочу щільність струму до 100... 150 А/дм².

Швидкість нанесення цинкових покриттів становить 16...25 мкм/хв, що більш ніж у 50 разів вище, ніж за звичайного цинкування, і порівнянно зі швидкісним залізненням. Отримані таким чином покриття мають невисоку твердість (менше 600 МПа) і їх можна використовувати для відновлення нерухомих з'єднань.

УДК 629.3.083

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛОСКОВЕРШИННОГО ХОНІНГУВАННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДВЗ

В. М. БОРОВСЬКИЙ ст. викладач,

К. Р. ЛІСОВСЬКИЙ, В. В. КУЯТ

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: mmctc-pny@online.ua

Важливим резервом поліпшення якості та підвищення продуктивності під час ремонту деталей автотракторних двигунів є раціональне застосування прогресивних технологічних процесів.

Шатуни можуть мати такі дефекти: зміна величини міжцентрової відстані між осями голівок; зношення, задираки або зсув металу отвору нижньої голівки; зношення бічних поверхонь нижньої голівки шатуна; збільшення діаметра отвору під втулку верхньої голівки; зношення втулки верхньої голівки; зношення площин роз'єму нижньої голівки шатуна; згинання та скручування стрижня шатуна; ушкодження різьблення болтів; тріщини.

Усунення всіх можливих перерахованих вище дефектів і відновлення вихідних параметрів шатуна може вирішуватися різними способами і шляхами. Існуючий технологічний процес з ремонту шатунів насамперед передбачає відновлення міжцентрової відстані між осями головок шатуна. Це пов'язано з

тим, що зміна міжцентрової відстані між осями головок шатуна є причиною зниження ступеня стиснення, а також погіршення пускових властивостей двигуна.

Відновлення отвору нижньої головки шатуна здійснюють тільки до номінального розміру. Залежно від ступеня зносу отвору його здійснюють двома методами: 1 метод – відновлення методом зменшення лінійних розмірів шатуна за рахунок шліфування торців поверхонь роз'єму шатуна з подальшою обробкою до номінального розміру розточуванням, шліфуванням чи хонінгуванням; 2 метод – відновлення до номінального розміру наплавленням чи заливанням.

При цьому існують способи обробки, застосовні при всіх методах ремонту. Це - "звичайне" хонінгування, електроалмазне хонінгування і запропоноване нами плосковершинне хонінгування.

Відновлення поверхонь отворів нижніх головок шатунів, що зазнали зносу, за допомогою розточування здійснюють у тих випадках, коли глибина різання по лінії роз'єму кришки не перевищує 0,4 мм, а шатуна - 0,3 мм. Якщо потрібно зняти велику товщину металу з площин роз'єму шатунів, то відновлення зношених отворів здійснюють наступними способами: наплавленням під шаром флюсу, наплавленням у середовищі вуглекислого газу і вібродуговим наплавленням. У деяких випадках можливе їх відновлення газопорошковим наплавленням із застосуванням порошку ПГ-ХН8СР8.

Найпоширеніший технологічний процес з ремонту нижньої голівки шатуна передбачає розточування з подальшим шліфуванням або хонінгуванням.

Розточують зношену поверхню отвору нижньої головки шатуна з плоским роз'ємом кришки. При цьому поверхні роз'єму як шатуна, так і кришки попередньо піддають шліфуванню, чим забезпечують необхідний припуск на подальшу обробку отвору. Відхилення від паралельності отриманих у такий спосіб поверхонь не повинно перевищувати 0,02 мм, після чого проводять збирання шатуна і кришки, затягування болтів із номінальним зусиллям і розточування на верстаті УРБ-ВП-М.

Операція шліфування є трудомісткою, не забезпечує необхідної якості обробки (можливі припикання) і тому в більшості випадків, як правило, використовується дво- або триразове хонінгування. Хонінгування, як відомо, є процесом мікрорізання, який забезпечується одночасною участю кількох десятків тисяч абразивних зерен. Як абразив під час хонінгування, як правило, використовують алмазні зерна, утримувані зв'язкою. У зв'язку з тим, що зерна виступають над рівнем зв'язки, вони утворюють рельєф ріжучої поверхні інструменту. У результаті застосування радіальної сили, абразивні зерна на деяку глибину впроваджуються в поверхню оброблюваної заготовки, а внаслідок руху брусків проводиться зрізання з оброблюваної поверхні припуску.

З метою видалення із зони різання стружки, а також продуктів зносу інструменту, процес здійснюється з рясним підведенням змащувально-охолоджувальної рідини, що представляє собою суміш гасу (70%) і веретенної

олії (30%) При виконанні операції попереднього алмазного хонінгування застосовують бруски з алмазами марки АС4, АС6 зернистістю 125/100 ... 63/50 на зв'язці МСЗ з 50 ... 100% концентрацією алмазів. Під час остаточного хонінгування застосовують бруски зернистістю АСМ 40/28...20/14. Припуск при хонінгуванні на діаметр – 0,005...0,08 мм. У процесі попереднього хонінгування видаляється 75...80% припуску.

Замість звичайного алмазного хонінгування також може застосовуватися процес електроалмазного хонінгування. Перевага цього процесу - деяке зниження часу обробки заготовки. Однак процес складний і необхідне дороге обладнання.

Різновидом хонінгування є плосковершинне алмазне хонінгування. Плосковершинне алмазне хонінгування формує на обробленій поверхні отвору, що хонінгується, мікропрофіль, який є чергуванням глибоких западин (рисок або масляних кишень) і вершин, що зрізуються під час подальшого хонінгування з утворенням площин (плато), тобто плосковершинного профілю. Це покращує умови змащення і зменшує знос таких деталей, як гільза. Крім цього, такий профіль значно підвищує відносну опорну довжину профілю профілю поверхні деталі, і, отже, збільшує контактну жорсткість сполучення.

Процес плосковершинного алмазного хонінгування включає дві операції: попереднє й остаточне хонінгування. Остаточне хонінгування необхідне для видалення виступів, що залишилися після попереднього хонінгування. Для попереднього хонінгування рекомендують бруски марки АРК4 (АС15) зернистістю 125/100...100/80, а для остаточного хонінгування - дрібнозернисті алмазні бруски АСМ зернистістю 40/28...28/20. Застосування брусків більшої зернистості під час попереднього хонінгування обмежується тим, що при більшій зернистості збільшується глибина масляної кишені (риски), що, своєю чергою, підвищує чад мастила, що є неприпустимим під час експлуатації двигунів.

Пропонований спосіб плосковершинного хонінгування під час обробки отвору нижньої голівки шатуна дає змогу підвищити контактну жорсткість (прилеглисть) вкладишів шатуна до його корпусу, що позитивно вплине на сполучення "шатун - вкладиш". При цьому під час виконання попереднього хонінгування можна значно підвищити зернистість алмазних брусків, аж до 315/250, бо питання чаду масла не стоїть. Завдяки застосуванню алмазних брусків з підвищеною зернистістю ми різко підвищуємо продуктивність процесу хонінгування.

Дослідження процесу плосковершинного хонінгування шатунів проведено в умовах ремонтно-механічного заводу (селище Новоуївинськ, Житомирського району). Операцію попереднього хонінгування проводили на вертикально-хонінгувальному верстаті моделі 3Г833 з використанням хонінгувальної голівки конструкції, розробленої на кафедрі агроінженерії та сервісу технологічних систем ПНУ діаметром 62 мм. Режим обробки шатуна: окружна швидкість 40 м/хв, швидкість зворотно-поступального руху 8 м/хв, тиск брусків 0,6 МПа. Під час попереднього хонінгування застосовуються

алмазні бруски АРК4 315/250 МС3 100%. Експерименти показали, що час обробки знизився з 60 с до 30 с, тобто в 2 рази. Шорсткість обробленого отвору склала $Ra = 1,25$ мкм.

Таким чином, пропонуване нами плосковершинне хонінгування шатунів дає змогу підвищити продуктивність обробки вдвічі.

УДК 621.85

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

В. Р. БІЛЕЦЬКИЙ к.т.н., доцент,
О. В. КАМЕНЧУК

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: mmctc-pny@online.ua

При вдосконаленні технологій ремонту автомобілів з'являється можливість наблизити організацію ремонту до рівня автомобілебудування із впровадженням комплексної механізації, що дає змогу знизити трудомісткість і підвищити якість робіт.

Широко поширеними на вантажних автомобілях є гальма барабанного типу. Роботи з їх зняття трудомісткі, тому ці роботи мають бути механізовані.

Для виконання цих робіт використовується різне технологічне обладнання та пристосування. Це знімачі, стенди. Залежно від розташування штока, напрямку дії створюваного зусилля розрізняють стенди вертикальні та горизонтальні, а за характером використання стаціонарні та пересувні. За широтою охоплення об'єктів ремонту вони поділяються на універсальні та спеціальні з ручним і механізованим приводом. З механізованим приводом - пневматичні, гідравлічні, механічні. Найбільше застосування в даний час отримали гідравлічні стенди для зняття гальмівного барабана. На ремонтних підприємствах є гідравлічні стенди, що розвивають зусилля до 45000 Н.

Знімач для зняття гальмівного барабана з ручним гвинтовим приводом мод. УТ-2510 (рис. 1) розвиває зусилля до 2000н. Призначення його - зняття гальмівного барабана, без значних фізичних зусиль. Стенд стаціонарний, базування об'єкта, що ремонтується, здійснюється безпосередньо на стенді. Зусилля від гвинта на гальмівний барабан здійснюється безпосередньо контактом штока з мостом автомобіля. Це є недоліком даної конструкції, тому що потрібна точність установки вузла, збільшується час на установку і можливе пошкодження знімача і деталі. Маса пристрою 4 кг.

Переваги стенду - універсальність застосування для барабанів різних типів, відсутність необхідності закріплення за спеціальним робочим місцем, використання стандартного металопрокату для виготовлення стенду.

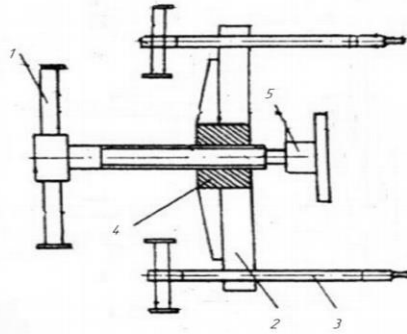


Рис. 1. Пристрій для зняття гальмівного барабана з використанням заводських різьбових отворів у барабані мод. УТ-2510: 1 – ручка подачі; 2 – основа; 3 – кріпильний болт; 4 - маточина-гайка; 5 – опора болта подачі;

Недоліки стенда - висока травмонебезпека під час експлуатації, ймовірність розриву кріпильного болта або зриву різьблення в барабані, висока трудомісткість.

Пристрій для зняття підшипників із регульованою відстанню між захватами мод. Kraftool 1-43310-130 (рис. 2). Привід робочого органу механічний. Хід гвинта обмежений і становить 350 мм. Фіксація (закріплення) здійснюється за допомогою двох зачепів з платформою. Зусилля, що створюється гвинтом, 150 кг. У комплект входить набір змінних захоплень різної довжини.

Переваги стенду – універсальність застосування для підшипників різних типів, відсутність необхідності закріплення за спеціальним робочим місцем, невеликі габаритні розміри.

Недоліки стенду – висока травмонебезпечність під час експлуатації, висока трудомісткість, незручність кріплення підшипника, необхідність наявності тесів.

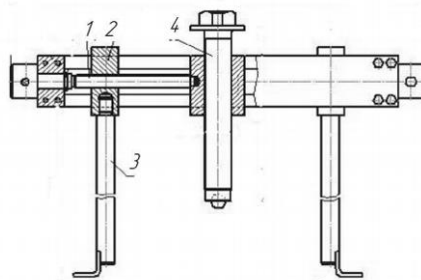


Рис. 2. Знімач універсальний для випресовування підшипників із гнізд корпусів мод. Kraftool 1-43310-130: 1 – маточина-гайка; 2 – регулювальний гвинт; 3 – захват; 4 – віджимний болт

Стенд ПІМ 1878-26-2 (Малюнок 3) стаціонарний для зняття внутрішнього кільця зовнішнього підшипника, циліндричної шестерні середнього моста і має два фіксованих захоплення. Найбільший тиск на шток гвинта - 3000 Н.

Переваги стану - простота виготовлення, відсутність необхідності закріплення за спеціальним робочим місцем, можливість зняття підшипника на автомобілі.

Недоліки стану – висока травмонебезпека під час експлуатації, тривалість процесу, висока трудомісткість.

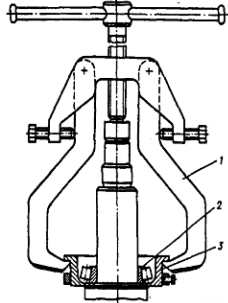


Рис. 3. Захват для зняття внутрішнього кільця зовнішнього підшипника циліндричної шестерні середнього моста ПМ 1878-26-2: 1 – стискальні елементи; 2 – фіксатори; 3 – вал із різьбленням; 4 – ручка подачі.

Пристрій для зняття підшипників із регульованою відстанню між захватами мод. LICOTA ATB-1131ATB (рис. 4) має два фіксовані захвати з регульованою головкою. Корпус 2 є основою стану, який знаходиться на основі. До корпусу приєднаний затискний механізм 1, який працює за принципом гвинт-гайка. З корпусу виходить шток, до якого приєднано верхню регульовальну голівку. Найбільший тиск на шток гвинта – 4000 Н.

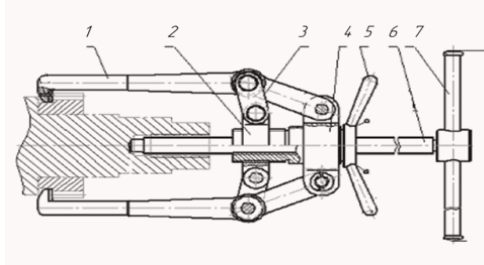


Рис. 4. Універсальний знімач підшипників мод. LICOTA ATB-1131ATB: 1 – захват; 2 – основний корпус; 3 – упор; 4 – регульовальна головка; 5 – регульовальна ручка; 6 – болт подачі; 7 – ручка подачі.

Переваги стану - універсальність застосування для підшипників різних типів, відсутність необхідності закріплення за спеціальним робочим місцем, невеликі габаритні розміри.

Недоліки стану – висока травмонебезпека під час експлуатації, висока трудомісткість, незручність кріплення підшипника.

Прототипом сконструйованого стану для зняття гальмівного барабана, на підставі проведеного аналізу конструкцій, приймаємо універсальний знімач підшипників.

Для підвищення часу зняття і запобігання травмуванню робітників, оснастити станд рамою, на якій буде встановлено механізм підйому з гідроциліндром і захопленнями, що фіксуються.

Схему розробленого станда для зняття гальмівного барабана подано на рис. 5. Запропонована конструкція станда складається із силової установки та візка для пересування. Силова установка складається з гідроциліндра 6, закріпленого на основі 5, і підйомного механізму 2 із захватами 3, 4. Основа зварної конструкції 1, виготовлена із сортового прокату.

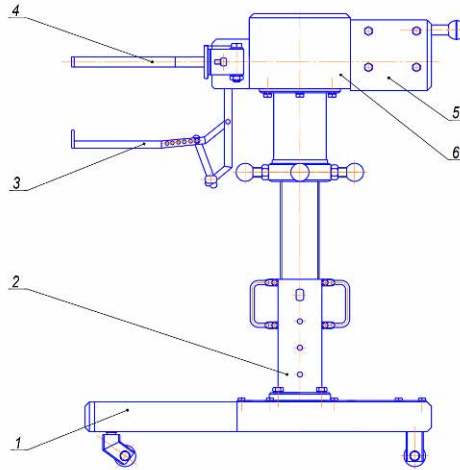


Рис. 5. Стенд для зняття гальмівного барабана

Підйомний механізм 2 виконаний у вигляді пари гвинт-гайка і складається з труби з нарізаним різьбленням, гайки з рукоятками і фіксатором силового агрегату. Візок 1 зварної конструкції чотирьох опорний. Переміщається візок на 4-х колесах, з яких 2-е поворотні.

Така конструкція дає змогу уникнути перекосів під час встановлення і випресування. Для виконання операцій випресування використовується три захвати, один з яких підтримує, а двоє стягують.

УДК 629.331:629.017

ОЦІНЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,

Ю. А. НОВИЦЬКИЙ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Р. В. БАЩУК, викладач

Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ,

E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua, novickii_yurka@ukr.net,

bashchuk.roman@ukr.net

В аграрній сфері широко використовуються транспортно-технологічні машини, до складу яких можна віднести автомобілі, транспортні машини і наземні мобільні технологічні машини, транспортно-технологічні комплекси

сільськогосподарського, транспортного і транспортно-технологічного призначення [1].

Якістю будь-якої машини називають сукупність властивостей, що визначають ступінь придатності її для використання споживачем за призначенням. Залежно від типу та призначення транспортних технологічних машин (ТТМ), конкретних умов їх експлуатації, вимоги до їх властивостей неоднакові і можуть змінюватися в широких межах. Можливості реалізації властивостей, які закладені в конструкцію будь-якої ТТМ, більшою мірою визначаються її надійністю [5, 6].

Надійність є однією з найважливіших властивостей машини, від якої, насамперед, залежить ефективність її використання за призначенням. На думку багатьох науковців, надійність – це властивість об'єкта зберігати у часі у встановлених межах значення усіх параметрів, що забезпечують виконання необхідних функцій у заданих умовах експлуатації [5, 6].

Експлуатаційна надійність ТТМ значною мірою залежить від рівня організації їх технічної експлуатації, яка визначається багатьма експлуатаційними та ремонтними факторами, такими як: рівень оснащення ремонтних майстерень та пунктів технічного обслуговування необхідним обладнанням та інструментом; наявність запасних частин та ремонтних матеріалів; кваліфікація обслуговуючого та ремонтного персоналу [2-4].

При оцінці експлуатаційної надійності ТТМ найбільшого поширення набули такі показники, як [5, 6]: середнє напрацювання на відмову $t_{відм}$; середній час відновлення працездатного стану $t_{відн}$; коефіцієнт готовності K_g ; коефіцієнт технічного використання K_{mi} .

Навіть якщо всі етапи проектування, виробництва та експлуатації ТТМ виконані вірно, з використанням науково обґрунтованих методик, ретельно розробленої нормативно-технічної документації та перевірених на практиці інструкцій з експлуатації, в процесі використання об'єктів дослідження в реальних умовах спостерігаються відмови та несправності [4, 8]. Причини подібних відмов необхідно встановлювати при вивченні фізичних та міцнісних властивостей матеріалів, нестабільності технологічних процесів і, особливо, у досить широкому різноманітті зовнішніх впливів та навантажень [8].

Вимоги до організації ефективної технічної експлуатації ТТМ регламентуються такими основними нормативними документами, як державні стандарти. Зазначені документи стосуються безпеки використання машин та їх екологічної безпеки. Крім цього, вимоги щодо забезпечення експлуатаційної надійності ТТМ обумовлюються в технічних регламентах, що встановлюють норми періодичності робіт з технічного обслуговування та ремонту ТТМ, їх трудомісткості, змісту та обсягів [7, 9].

Список використаних джерел

1. Aulin V.V., Holub D.V., Hrynkiv A.V., Stupin zabezpechennia nadiinosti ta yakosti pasazhyrskykh i vantazhnykh avtomobilnykh perevezen v Ukraini natsionalnymy ta mizhnarodnymy standartamy. Visnyk Inzhenernoї Akademii

Ukrainy. 2016. №3. S. 156–162.

2. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93-102.

3. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of ukraine. Machinery and Energetics, 2021, 12 (2), pp. 39–47.

4. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. Machinery and Energetics, 2021, 12(4), pp. 85–93.

5. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. Видання офіційне. Держстандарт України. Київ. 16 с.

6. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги.

7. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотрапійський науковий вісник. Технічні науки, Кропівницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.

8. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.

9. Ружило З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2016. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 629.3.083

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

В. М. САВЧЕНКО к.т.н., доцент,
Р. М. ЯКИМЕНКО, Д. С. КОВАЛЬЧУК, О. В. ДИНЯК
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: dgs-ua@ukr.net

Сучасний стан машинно-тракторного парку в сільському господарстві є одним із головних чинників, що стримують технологічну модернізацію АПК, що пов'язано значною мірою з руйнацією системи забезпечення та ремонту сільськогосподарської техніки, що існувала раніше, що не могло не позначитися

на показниках її роботи. Аналіз показує, що для підвищення ефективності використання техніки, насамперед, потрібна докорінна реорганізація системи технічного сервісу, впровадження фірмового методу її обслуговування. Однак в умовах скорочення випуску вітчизняної техніки цей процес затягнувся, хоча вирішувати цю проблему необхідно негайно.

Вітчизняні машини, що надходять на ринок, як правило, мають низькі техніко-економічні показники і недостатню надійність. Це не дає змоги ефективно реалізувати переваги сучасних агротехнологій і спонукає сільгосптоваровиробників купувати продуктивнішу і надійнішу зарубіжну техніку.

Водночас, реально оцінюючи стан справ, слід зазначити, що найближчими роками в сільському господарстві України все ж таки використовуватимуть переважно техніку, що наразі перебуває в експлуатації, і саме вона має забезпечити ефективну роботу всього АПК країни, цю обставину й необхідно враховувати, розглядаючи перспективи розвитку технічного сервісу.

Світовий досвід сфери виробництва засвідчив, що будь-який сільгосптоваровиробник не може ефективно вести виробництво без розвиненої структури послуг на селі, які, як правило, якісніше та вчасніше виконуються спеціалізованими ремонтними підприємствами та службами.

Аналіз вітчизняної системи технічного сервісу показує, що останнім часом основні обсяги ремонтно-технічних робіт в Україні перемістилися безпосередньо до товаровиробників, виконуються інженерно-технічними службами сільгосппідприємств і становлять 95-96 % від загального обсягу робіт (проти 60-65 % у розвинутих країнах) та зводяться здебільшого до заміни деталей і деяких нескладних вузлів, що призводить до підвищених витрат виробництва.

Проведений моніторинг функціонування ремонтно-технічної бази забезпечення працездатності наявного парку машин приводить до висновків щодо необхідності подальшого її вдосконалення з урахуванням змін у формах власності, як в АПК, так і в галузі сільгоспмашинобудування.

Ремонт стає дедалі складнішим, відповідно у фахівців техсервісу виникає необхідність мати регулярний доступ до великої інформації, виконання високоякісного ремонту в строк, мати необхідне контрольно-діагностичне обладнання.

На нашу думку, ефективна стратегія системи технічного сервісу машин АПК, що формується в сучасних умовах, має включати (об'єднувати) в собі роз'єднані ремонтно-експлуатаційні підрозділи господарств, спеціалізовані міжгосподарські ремонтні підприємства, фірмове сервісне обслуговування заводів-виготовлювачів і регіональний бізнес-сервіс, який відрізняється за своїми ознаками від системи, що діяла раніше, тим, що в основу стратегії покладено принцип одержання прибутку всіма учасниками системи із пріоритетом інтересів сільських господарств і підприємств, що працюють на ринку.

Найважливіша складова стратегії розвитку технічного сервісу - організація і підвищення якості ремонту вузлів і агрегатів, як основи підвищення надійності відремонтованої машини. При цьому основу підвищення якості мають становити нові технології ремонту, оснащення ремпідприємств високоточним обладнанням, оснащенням, нормативно-технічною документацією та кваліфікованими кадрами.

Таким чином, ці принципи - якість, ремонтно-технологічне обладнання, документація і кваліфіковані кадри - стають основоположними факторами концепції розвитку ремонту сільськогосподарської техніки.

Не менш важливою складовою якості ремонту техніки та його економічної складової є відновлення деталей. Під час ремонту техніки витрати на запасні частини становлять 50...70 % від вартості ремонту. Собівартість відновлення зношених ремонтпридатних деталей не перевищує 30...50 % ціни нових. Звідси, ціна капітально відремонтованих машин, у яких використовують відновлені деталі, буде на 30...40 % нижчою за ціну нових за порівнянного ресурсу роботи.

Підвищення технічного потенціалу господарств та ефективності використання наявної техніки, подовження термінів служби машин можна забезпечити за рахунок розвитку вторинного ринку вживаної техніки, термін служби якої становить 15 і більше років.

Досвід показує, що нову техніку здебільшого купують економічно сильні господарства, які через 3...5 років можуть продати її через дилерську систему менш забезпеченим господарствам. Це дасть змогу забезпечити технікою економічно слабкі та середні господарства з мінімальними витратами коштів.

Кардинального підвищення ефективності використання техніки в сільському господарстві можна досягти шляхом формування єдиної дилерської системи виробничо-технічного сервісу на федеральному та регіональному рівнях, безпосередньо наближеної до сільгосптоваровиробників, яка б забезпечувала комплексне їхнє обслуговування послугами з виконання нових технологій виробництва сільськогосподарської продукції, включно з постачанням їхніми технічними ресурсами, а також підтриманням цих ресурсів у працездатному стані, на основі приватних фірм, кооперативів, акціонерів, акціонерів, акціонерів та інших організацій техніки.

УДК 658.8

МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN ПРИ ПОСТАЧАННІ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,
А. А. ТИХИЙ, канд. техн. наук, доц.,
А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,

В. М. ЧУМАК, аспірант,
В. П. ПЕТЛЕНКО, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,
E-mail: AulinVV@gmail.com

У міру збільшення попиту на підвищення прозорості та надійності ланцюгів поставок на логістичному ринку, провідні ІТ-компанії, такі як "IBM", пропонують великим компаніям, що функціонують у різних галузях, як тестову версію впровадити їх розробки, засновані на технології Blockchain.

Визначено, що ефективність постачання сільськогосподарської продукції істотно зросте при створенні єдиної Blockchain-платформи з відкритим вихідним кодом, яка дозволить організаціям, підприємствам, фірмам, компаніям впровадити технологію Blockchain бізнес-процесів агропромислового виробництва.

Виявлено, що технології Blockchain впровадження підвищить ефективність управління запасами і забезпечить безпеку продуктів харчування. На той час знадобиться близько двох тижнів, щоб використати паперовий документообіг для визначення джерела інфекції. За словами експертів, технологія Blockchain надасть повну інформацію про будь-яку партію сільськогосподарську продукцію, перераховані у базі даних.

Прозорість ланцюга постачань сільськогосподарської продукції принесе користь і кінцевим споживачам, які зможуть переконалися у безпеці продукції, її свіжості, відсутності ГМО та небажаних добавок. За допомогою технології Blockchain відстежується рух продукції, контролюючи її доставку, тим самим забезпечується гарантія якості продукції, що постачається споживачеві.

Крім цього технологія Blockchain є актуальною у боротьбі з шахрайством та помилками доставки, оскільки однією з важливих переваг технології є миттєве одночасне оновлення інформації для всіх учасників логістичного ланцюга постачання. Передбачається, що кожна з ланок у ланцюгу постачання сільськогосподарської продукції зможе додати свій запис у Blockchain за допомогою смартфона, і це позбавить необхідності випускати велику кількість відвантажувальної документації на кожному етапі шляху. На думку експертів, впровадження цифрової технології обміну та зберігання даних у режимі реального часу має потенціал до кардинальних змін у ланцюгах постачання сільськогосподарської продукції.

Технологія Blockchain допоможе визначати місцезнаходження, температуру, вологість та стан продукції у режимі реального часу. У ході експерименту, було доведено, що інтеграція технології Blockchain у логістичний процес сприяє зростанню прибутковості бізнесу. Про перспективи технології Blockchain заявляють і в експертній спільноті, при взаємодії із замовниками та партнерами для отримання відгуків та пропозицій удосконалення рішення з метою створення можливостей для впровадження технології та підвищення попиту на Blockchain додатки.

Є сенс дослідженні потенціалу використання технологій Blockchain та розумних контрактів в агропромисловій галузі. Дослідження показало, що використання Blockchain допоможе знизити витрати та підвищити прозорість логістичних процесів ланцюгів постачання, що призведе до зниження рівня шахрайства.

При цьому логістика стане провідною галуззю поряд із фінансовою, оскільки технологія Blockchain за своїми функціями задовольняє потреби галузі агропромислового виробництва (АПВ).

Блокчейн здатний вирішувати такі проблеми, як крадіжка вантажу, приховані збитки, суперечки про право власності на вантаж, а також проблема обробки величезної кількості паперових документів, які не дозволяють відправникам вантажу швидко відправляти товари і т.д. Логістичні ланцюги часто включають сотні учасників і географічні розташування. Враховуючи секретність та непрозорість баз даних, розслідування шахрайства, крадіжки та інших незаконних дій стає надзвичайно важким. Blockchain може зробити доставку прозорішою, дешевшою та безпечнішою. І деякі компанії, підприємства, фірми, що працюють в АПВ вже починають впроваджувати цю технологію у свою діяльність.

Найбільш яскравим прикладом використання Blockchain у світових вантажоперевезеннях є угода між "Commonwealth Bank of Australia" (CBA), "Wells Fargo" та "Brighann Cotton". Особливістю цієї угоди є те, що з Blockchain, смарт-контрактами ще застосовувалися технології зі сфери "Інтернету речей" (IoT). Це здійснювалося наступним чином: контейнеровоз із бавовною рухався із США до Китаю, датчики GPS відстежували географічне положення товару. Після того, як контейнеровоз досягне зазначеної точки призначення смарт-контракт, завантажений в закритий Blockchain, буде передана інформація про прибуття. Тоді цей смарт-контракт запустить процес перерахування коштів.

Таким чином, використання технології Blockchain у поєднанні з іншими технологіями може значно скоротити обсяг паперової роботи, а також знизити витрати та підвищити ефективність перевезень сільськогосподарської продукції. За результатами аналізу можна сформулювати висновок, що логістика – це галузь, у якій використання технології Blockchain може вирішити проблему безпеки у цій галузі, а також спростити та знизити вартість транспортування товарів за допомогою розумних контрактів.

УДК 658.7

ТЕНДЕНЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ТА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,

С. В. ЛИСЕНКО, канд. техн. наук, доц.,

А. О. ГОЛОВАТИЙ, аспірант,

С. В. ХАРЧЕНКО, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

E-mail: AulinVV@gmail.com

Логістичний сервіс запасних частин на автотранспортних підприємствах (АТП) і підприємствах агропромислового виробництва (АПВ) є критично важливим для забезпечення неперервного функціонування парку мобільних машин. Сучасні виклики та можливості вимагають нових підходів до управління запасами та оптимізації логістичних процесів:

- впровадження цифрових технологій;
- оптимізація управління запасами;
- інноваційні підходи до логістики запасних частин;
- використання Інтернету речей (IoT);
- взаємодія з постачальниками та стратегії управління ризиками;
- зелена логістика та вдосконалення обслуговування клієнтів.

Активне впровадження цифрових технологій, таких як системи автоматизованого управління складом та інтегровані інформаційні платформи, дозволяє підприємствам АТП і АПВ ефективно моніторити, аналізувати та вдосконалювати логістичні процеси пов'язані з рухомим складом.

Використання прогностичних моделей та аналізу даних дозволяє точно прогнозувати потреби у запасних частинах, що зменшує ризик втрат від непрофільованих запасів та підвищує ефективність логістичного сервісу.

Використання інноваційних технологій, таких як штучний інтелект та Blockchain, сприяє підвищенню надійності логістичного сервісу та забезпечує відстеження кожного етапу постачання запасних частин на підприємствах, що використовують транспорту та сільськогосподарську техніку.

Застосування технологій Інтернету речей в логістичному сервісі дозволяє в реальному часі відстежувати стан запасів та реагувати на можливі неспрацювання або затримки. Стійке управління запасами та логістичними процесами вимагає ефективної взаємодії з постачальниками. Стратегії управління ризиками враховують несподівані ситуації та забезпечують стабільність логістичного сервісу.

Впровадження принципів зеленої логістики сприяє екологічній відповідальності, а вдосконалення обслуговування клієнтів робить логістичний сервіс більш ефективним та конкурентоспроможним.

Таким чином сучасні тенденції у логістичному сервісі запасних частин на АТП і у АПВ визначаються стрімким розвитком інноваційних технологій та необхідністю їх адаптації до нових викликів. Інтеграція цифрових інновацій та сталого розвитку є ключовими факторами успіху для АТП і підприємств АПВ у забезпеченні ефективного логістичного сервісу запасних частин.

УДК 007.2

ЗАСТОСУВАННІ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОБІЛЬНИХ МАШИН

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,
А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,
Т. М. НАДИЧ, аспірант,
В. Ю. ЯЦЕНКО, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,
E-mail: AulinVV@gmail.com

Застосування принципу самоаналізу, за якого мобільних машин за допомогою спеціальних пристроїв автоматично аналізує поточні умови експлуатації, ефективності його використання та дає спеціальні рекомендації сервісному персоналу та оператору, є перспективним напрямком розвитку у транспортній і сільськогосподарської техніці.

При порівнянні двох однакових транспортних машин, коли у першій відомі основні параметри та показники, що визначають її надійність, а для другої ці дані відсутні, можливості ефективної експлуатації цих машин будуть істотно відрізнятися один від одного. Для першої машини можна з найбільшим наближенням до дійсних потреб запланувати обсяги ремонтних робіт та вибрати міжремонтний період, а також розрахувати номенклатуру та кількість запасних частин та все необхідне для швидкого та якісного проведення ТО і Р. Для цієї машини можна передбачити заходи, що не допускають непередбаченого виходу з ладу систем та агрегатів, особливо тих, порушення яких може призвести до довготривалих простоїв. При відомих характеристиках безвідмовності довговічності машини та її елементів можна вказати найефективніші заходи підвищення її надійності.

Усього цього не можна зробити для другої машини, для якої невідомі характеристики надійності, тому неможливо призначити параметри системи ТО і Р та заходи щодо підвищення надійності. Використання потенційних можливостей цієї машини буде далеко неповним, особливо якщо існує висока ймовірність відмови відповідальних вузлів та агрегатів.

Інформація про надійність систем та агрегатів має не меншу цінність, ніж

досягнення даного рівня. Передбачення можливих відмов, можливість отримання інформації про технічний стан машини без виведення її з робочого процесу, регламентація показників надійності та умов експлуатації, виявлення частин та елементів, що швидко зношуються – все це є основою для вирішення питання про підвищення надійності систем і агрегатів транспортних машин в дистанційних умовах.

Створення систем моніторингу технічного стану мобільних машин особливо дистанційного, що мають функції збору та передачі інформації про поточний стан, що допомагають вжити додаткових заходів для зниження ризику появи непередбаченої відмови систем та агрегатів, дозволить машині не тільки виконувати задану роботу, але й здійснювати свої функції тривалий час. Нині ці тенденції реалізуються практично в процесі експлуатації.

Деякі специфічні системи випускалися як потреби певного виробника техніки і працювали лише в певних моделях машин, що викликано особливістю електронних протоколів, які наявні у електронних блоках керування (ЕБК) електронної системи. Дані системи розглядалися як додаткові модулі, які допомагають розширити технічні можливості машини, а також вести моніторинг продуктивності машини та побудувати технічний процес так, щоб скоротити кількість простоїв техніки. Впроваджувані системи також використовували для дистанційного оновлення та коригування параметрів в ЕБК агрегатів машини. Загальна діагностика машини проводиться за параметром продуктивності: за виміром часу виконання циклічної операції. Якщо вимірюваний час циклу більший регламентного значення, то проводили поглиблену діагностику агрегатів машини. В інших системах моніторингу для діагностики певних систем та агрегатів машин використовувати інформацію, яку безпосередньо записують з датчиків машини, а також з електронних блоків керування через CAN-шину. CAN-шина дозволяє отримати широкий спектр інформації про роботу та експлуатацію машини. У більшості випадків за наявності CAN-шини та ЕБК агрегатами, машина має вбудовані функції самодіагностики, і система моніторингу виконує лише роль збирача та передавача інформації на сервер для більш глибокого аналізу. Але не всі машини мають вбудовані системи самодіагностики та електронні блоки керування. Тому для організації системи моніторингу технічного стану для даних видів техніки необхідна установка додаткових датчиків і модулів розширення, які дозволили б збільшити кількість інформації, що збирається про технічний стан машини і технологічність машини в цілому.

Схема роботи в цих систем моніторингу технічного стану досить схожі за загальним складом компонентів – це термінал або модуль, встановлений на машину, який проводить постійний запис інформації з датчиків або ЕБК про технічний стан вузлів, систем та агрегатів машини та складає діагностичні звіти, які передає на сервер обробки даних. На сервері проводиться обробка отриманої інформації та формування звітів для сервісного персоналу для прийняття рішення про технічні впливи на машину.

Роботу модулів або терміналів, встановлених на машину, можна надати

структурною схемою. Датчики (перетворювачі), встановлені на об'єкті діагностування, передають різноманітні сигнали, які перетворюються на електричні величини та надходять у блок для обробки цієї інформації та оцінки стану виробу або характеру зміни його параметрів. Для всіх сигналів, з якими необхідно порівнювати діагностичні сигнали, що передбачає масив допустимих еталонних значень.

Процес порівняння може бути простим, коли встановлюються допустимі межі для коливання параметра і фіксується його знаходження в межах допуску. Більш складним він є коли застосовуються операції, що оцінюють ступінь відхилення параметра, що вимірюється від номіналу, швидкість і характер процесу зміни параметра з плином часу та інші його характеристики.

У деяких випадках, щоб оцінити технічний стан об'єкта, на нього подаються спеціальні тестові впливи, тобто формуються стимулюючі сигнали та направляються в об'єкт діагностування для оцінки його реакції. Результати цього аналізу можуть бути використані для подальшого керування процесом діагностування. Для цього в системі автоматичного діагностування передбачається блок реєстрації одержуваних даних та логічний пристрій для прийняття рішень щодо управління процесом діагностування.

Для підвищення достовірності даних здійснюється самоконтроль шляхом повторного виконання окремих операцій і порівняння отриманих даних. Цей блок може виконувати функції статистичної обробки даних та отримання середніх значень, дисперсії та інших характеристик вимірюваних величин. Може бути реалізована схема з різним ступенем автоматизації, з концентрацією всіх операцій в одній системі або розбивкою її на окремі блоки та установки. Останнє пов'язане з характером об'єкта, його розмірами, можливостями отримання даних під час роботи, необхідною частотою перевірки та іншими факторами. Застосування засобів технічної діагностики сприяє підвищенню безвідмовності роботи машин, оскільки контролюється їхній фактичний стан, і скорочення витрат на ремонт за рахунок підвищення довговічності машин.

Передача інформації від терміналу сервер може відрізнитися за способом передачі даних. У деяких системах моніторингу технічного стану використовується стільниковий GPRS зв'язок. У місцях, де недоступні стільниковий зв'язок, для передачі інформації можна використовувати низькоорбітальні супутники зв'язку LEO (Low Earth Orbit) висота орбіт яких знаходиться в межах 700-1500км. Недоліком супутникової системи зв'язку є висока вартість передачі. Існують і інші способи передачі інформації. Це передусім організація стаціонарних постів, при знаходженні поряд з якими термінал, встановлений на машину, в автоматичному режимі передає всю зібрану інформацію про експлуатацію машини через Wi-Fi/Bluetooth мережа.

Можна відзначити тенденцію, що інтерес до розробки систем моніторингу технічного стану з часом збільшується, тому основним фактором стримування є технічний рівень, надійність, ціна електронних компонентів, а також слабкі потужності з обробки даних. У реальних умовах можна зробити потужні системи діагностичного моніторингу з непоганою продуктивністю,

також з великими обсягами пам'яті для створення ємних баз даних.

Таким чином, дистанційна діагностика є важливим елементом системи експлуатації машин та управління їх якістю та надійністю. Застосування у транспортних машинах GPRS зв'язок дозволяє розширити їх експлуатаційні можливості, підвищити продуктивність, знизити ризик появи поступових відмов, виявити помилки оператора, отримати інформацію про роботу техніки та скоротити її простої.

УДК 656.1

ВИКОРИСТАННЯ ЙМОВІРНІСНО-ЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН В РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,

А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,

А. А. СЕРГІЙЧУК, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

О. Л. ЛЯШУК, д-р. техн. наук, проф.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

E-mail: AulinVV@gmail.com, oleglashuk@ukr.net

Для системи технічного обслуговування і ремонту машин важливим є підсистема технічної діагностики їх технічного стану. Діагностичні параметри пов'язані певними залежностями як зі структурними параметрами, так і з експлуатаційними якостями вузлів, систем, агрегатів, машин в цілому. Знання залежностей між структурними та діагностичними параметрами, розуміння характеру їх зміни у процесі експлуатації дозволяє визначати їх дійсний технічний стан.

Враховуючи, що кількість відмов зростає зі збільшенням пробігу (напрацювання) машин, необхідно проведення поглибленого аналізу відмов вузлів, систем, агрегатів та управління їх технічними станами. Необхідно також розуміти, що своєчасна об'єктивна діагностична інформація про досягнення вузлами, системами, агрегатами граничних значень параметрів дозволяє в стислий термін спрямовувати їх в ремонт або здійснювати списання. Застосування вбудованого діагностування дозволяє оперативно проводити коригування системи ТО і Р за допомогою впливу керуючої інформації щодо перерозподілу потоків машин, що передбачає зменшення часу простоїв їх у ремонті.

Діагностичні параметри дозволяють визначати технічний стан окремих механізмів, систем та складальних одиниць, але не дають можливості оцінити їх стан в цілому. Тому на практиці необхідно використовувати одночасно

кілька методів і параметрів або вибрати відповідні для цього випадку. Переваги вбудованого діагностування очевидні, але воно потребує висококваліфікованого персоналу.

В роботі виділено кілька стратегій діагностування:

- діагностування потоковим методом (на постах діагностування);
- діагностування водієм на лінії та за інформацією зі щитка приладів;
- діагностування водієм (оператором) системи керування двигуном із застосуванням самодіагностики та зчитуванням кодів, а також із застосуванням комп'ютерного діагностування;
- діагностування програмно-вимірювальним комплексом із застосуванням накладних датчиків;
- діагностування із застосуванням програм експертних систем.

З'ясовано, що ймовірно-логічну модель діагностування можливо використовувати на основі вбудованих засобів мінімізувати ймовірність виникнення несправності шляхом своєчасного відстеження зміни контрольних параметрів. У перспективі цей метод зможе охоплювати всі необхідні для контролю вузли, системи та агрегати машин.

Якщо несправність знаходиться поза контролюючими датчиками, то за допомогою блоку з базою даних системи вбудованого діагностування дозволить скоротити час пошуку несправності.

Система аналізує отриману інформацію та підтверджує зв'язки між діагностичними параметрами та можливими порушеннями структурних параметрів шляхом опитування водія про непрямі ознаки виникнення несправності, події, що передували виникненню дефекту – проходження ТО, перелік операцій ТО, застосовані матеріали при ремонті та експлуатації, режим роботи машини, ліміт часу виконання операції і т.д. У запропонованій методиці використано всі переваги логічного методу: низькі вимоги до кваліфікації діагностуючого, низька вартість засобів діагностування; вплив можливих помилок під час побудови гіпотези знижується.

Після завершення етапу вибору якісних ознак у системі відбувається перегляд бази даних та формування робочого набору передбачуваних несправностей, що забезпечують вирішення завдання пошуку несправностей. Після визначення якісної ознаки визначають причину несправності.

Застосування вбудованого діагностування дозволяє збільшити рівень експлуатаційної надійності рухомого складу підприємства, знизити матеріальні та трудові витрати на проведення ТО і Р машин, зменшити потребу в технологічному обладнанні та виробничо-складських приміщеннях.

Виявляючи, що впровадження ймовірно-логічної моделі, суттєво скорочує час на пошук несправностей, що виникають при експлуатації рухомого складу, та підвищується оперативність діагностування.

Розроблена методика дозволяє оперативно проводити діагностування, за результатами якого вузли, системи, агрегати, може прямувати в ремонт, а нетрудомісткі операції відновлення несправності можуть проводитися на лінії. При цьому створюються передумови зростання коефіцієнта технічної

готовності парку машин, зниження елементів резервування машин, що дозволяє оптимізувати транспортний процес, техніко-економічні показники машин підприємств, що їх експлуатують і обслуговують.

Ефективне застосування та розвиток ймовірно-логічного діагностування вимагають подальшого вдосконалення його режимів, нормативних показників, методів, засобів, технологічних процесів та організації, а також підвищення контролепридатності машин.

Для створення працездатної ймовірно-логічної моделі використання системи коефіцієнтів необхідно досягти рівня оптимальності взаємодії між об'єктивним та суб'єктивним діагностуванням технічного стану вузлів, систем, агрегатів, машин в цілому.

При цьому критеріями оптимальності виявлення несправностей методом ймовірно-логічного діагностування можуть бути наступні:

- мінімальні питомі сумарні витрати;
- мінімальна питома трудомісткість;
- максимальне середнє напруження на відмову;
- можливість відмови вузлів, систем, агрегатів та машин в цілому;
- коефіцієнт технічної готовності.

Але при цьому необхідно досягти оптимізації періодичності контролю, індивідуального коригування ТО та ПР при проведенні діагностичних заходів.

Керуючі функції процесів та засобів даного методу діагностування носять виробничий та інспекційний характер. Вони засновані на оптимізації режимів регламентного контролю, регулюванні технологічних постів машин, що обслуговуються шляхом відсортуння ремонтного фонду, індивідуальному коригуванні обсягів регламентного обслуговування та ремонту; перевірки якості виконаного ТО та ПР рухомого складу. Зазначені функції реалізуються у виробництві на основі інформації про технічний стан машин за допомогою засобів зовнішнього діагностування, яке коригують за допомогою методу системи коефіцієнтів. Необхідність у закономірності зміни параметрів технічного стану машин обумовлена одержанням контролепридатної моделі коефіцієнтів, яка, у свою чергу, спирається на нормативи та оптимальний взаємозв'язок між параметрами ймовірно-логічного діагностування. Таким чином для ефективного впровадження ймовірно-логічного методу діагностування необхідний узагальнений логічний або аналітичний опис найважливіших властивостей об'єкта діагностування: вузлів, систем, агрегатів машин.

УДК 621.891

ПРИНЦИПИ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ У ВУЗЛАХ, СИСТЕМАХ, АГРЕГАТАХ МАШИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ТРИБОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

С. В. ЛИСЕНКО, канд. техн. наук, доц.,

А. А. ТИХИЙ, канд. техн. наук, доц.,

Е. В. МАНЬКО, аспірант,

А. М. ЗАЙЦЕВ, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

E-mail: AulinVV@gmail.com

Традиційні методи визначення трибологічної ефективності здійснюють за триботехнічними характеристиками: інтенсивність зношування, коефіцієнта тертя в зоні тертя. При цьому враховують особливості їх функціонування. Ці методи не пов'язані з механізмами тертя і відтворюють лише зовнішній кінцевий результат процесу – величину зношування за час випробування або експлуатації. При розв'язанні завдань трибодіагностики і прогнозування ресурсу працюючих вузлів, систем і агрегатів визначають миттєві трибохарактеристики. Традиційні методи дозволяють визначити лише середні триботехнічні характеристики.

У відповідність з теорією тертя зношування запропоновані наступні трибологічні принципи неперервного контролю зношування трибоспряжень деталей машин:

- структурний принцип;
- структурно-кінетичний принцип;
- енергетичний (структурно-енергетичний) принцип.

При цьому контрольованими показниками служать енергетичні параметри тертя і структурно-чутливі характеристики, пов'язані з особливостями контактної взаємодії і структурного стану поверхонь тертя.

Структурний принцип полягає в тому, що в процесі тертя контролюють спряжені поверхні тертя. Цей принцип реалізований шляхом використання вентильного ефекту в трибоконтаті, для контролю режиму тертя. Зазначимо, що вентильний ефект в трибоспряження деталей є динамічним ефектом. Ефект спостерігається в діапазоні нормального механо-хімічного зношування.

При контролі режиму тертя через контакт деталей пропускають асиметричний змінний струм і вимірюють результуючу постійну складову струму в ланцюгу.

При роботі трибоспряження деталей, їх зносостійкість забезпечується поверхневими і змашувальними шарами. Постійна складова струму в ланцюгу складається з постійного струму асиметрії і випрямленій в третьовому контакті частині змінного струму. При рідинному тертя дві складові відсутні. При тертя,

що супроводжується захопленням і катастрофічним зношенням поверхонь тертя, постійна складова рівна постійному струму асиметрів.

Можливості вищеописаного способу контролю режиму тертя складають індикацію допустимих режимів: "нормальне зношування" при постійному граничному чи рідинному терті і "підвищене зношення" при пошкодженості захоплюванням.

При включенні електричного ланцюга через трибоспряження деталей протікає струм. Вентильний ефект в контакті поверхонь тертя приводить до часткового випрямлення змінного струму, виникаюча постійна складова струму проходить через контакт від елемента трибоспряження деталей з більшою інтенсивністю зношування.

Структурно-кінетичний принцип полягає в необхідності реєстрації періодичності утворення та руйнування поверхневих структур та шарів. При контролі зношування вимірюють характеристики періодичних коливань структурно-чутливих параметрів фрикційного контакту (сили тертя, трибо-ЕДС, випрямленого струму).

Даний спосіб контролю зношування дозволяє оцінювати швидкість зношування за найкоротший проміжок часу.

Енергетичний (структурно-енергетичний) принцип контролю полягає в тому, що вимірюють потужність і питома робота сил тертя.

Цей принцип реалізований в способі контролю швидкості зношування трибоспряження деталей, в якому використовується кореляційна залежність між контактним електроопором і питомою роботою зносу.

Варіанти використання принципів методів неперервного контролю зношування залежать від розв'язуваних трибологічних завдань. При необхідності визначення відносних характеристик зносостійкості розроблені способи дозволяють обійтись без попередніх випробувань.

В якості еталонних умов тертя може служити еталонне трибоспряження зразків та деталей, що працює в оптимальних умовах з мінімальним зношуванням, вихідне положення трибоспряження або змащуючого середовища.

Неперервний контроль зношування з використанням запропонованих трибологічних принципів може бути використаний як в дослідницьких цілях, так і при вирішенні широкого кола трибологічних завдань і проблем діагностики працюючих вузлів тертя, оптимізації процесу припрацювання трибовузлів тертя машин і технологічного процесу припрацювання спряжень поверхонь деталей машин.

УДК 658.8

СИСТЕМА СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДИЛЕРСЬКИМ ЦЕНТРОМ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,
А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,
О. В. КУЗИК, канд. техн. наук, доц.,
О. М. ТЕРТИЦЯ, аспірант,
В. Г. БАЙЦАН, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,
E-mail: AulinVV@gmail.com

Якісне та своєчасне технічне обслуговування і ремонт (ТО і Р) транспортної і сільськогосподарської техніки зумовлює ефективність агропромислового виробництва (АПВ). ТО і Р є вимушеними та необхідними умовами підтримки техніки у працездатному стані, особливо останнім часом, коли значно скоротилося постачання техніки селу.

Зазначено, що ремонтно-технічні підприємства змінюють напрямок своєї діяльності, при цьому лише 11% підприємств зберегли ремонтно-технологічне обладнання та кадри. Виконувані ними роботи з ТО і Р машин та обладнання є низькорентабельними, найчастіше збитковими. Аналіз структури собівартості ремонтних робіт свідчить, що велику питому вагу у загальних витратах становлять витрати на запасні частини (від 61 до 86,8%). Накладні витрати перебувають у межах від 17,5 до 5,5% до загальних витрат. Аналіз показує, що останнім часом основні обсяги робіт із забезпечення працездатності техніки перемістилися безпосередньо до товаровиробників і зводяться в основному, до заміни деталей та деяких нескладних вузлів, що призводить до підвищених витрат виробництва.

Насьогодні пропозиція послуг значно перевищує попит. Існує необхідність державного регулювання взаємовідносин у сфері виробничо-технічного обслуговування для стимулювання формування ринкової системи виробничо-технічних послуг відповідно до чинного законодавства. Необхідне формування системи технічного сервісу, яке поєднує фірмовий сервіс і регіональний бізнес-сервіс, що відрізняється від діючої системи директивного управління.

Досвід багатьох зарубіжних країн із розвинутою ринковою економікою показує, що найбільш раціональна форма організації ТО і Р машин у сільському господарстві – дилерська система. У цьому випадку, як показали дослідження, використовують однорівневий маркетинговий канал, що скорочує кількість посередників між заводом-виробником та сільським товаровиробником та робить постачання більш оперативним. У цьому підприємства технічного сервісу вирішують завдання маркетингу, лізингу тощо.

Ефективність роботи дилерського підприємства зводиться до забезпечення безперебійного виконання технологій АПВ шляхом якісного їх ТОіР техніки у міжсезонний період. Оперативне усунення відмов у гарантійний та післягарантійний періоди експлуатації, у нормативно допустимі терміни простою машин обумовлює необхідність обґрунтування розміщення та функціонування системи сервісних центрів дилерського підприємства.

З точки зору системного підходу підприємства, що функціонують, у сфері агросервісу є об'єктами, що володіють відповідними матеріальними, трудовими, енергетичними, фінансовими, інформаційними ресурсами та здійснюють діяльність по задоволенню розглянутого виду послуг. Ці підприємства можуть розглядатися як система, в якій є виробничий та управлінський блоки з набором економічних механізмів для реалізації наміченої стратегії підприємства. Обидва ці блоки перебувають у взаємодії із зовнішнім середовищем.

Зовнішнє середовище представлено переважно споживачами: одноосібними господарствами, асоціаціями, машинно-технологічними станціями та інших.; пред'являють попит послуги; постачальниками комплектуючих матеріалів, запасних частин тощо; сукупність державних, політичних, соціальних та демографічних умов, вплив яких на показники діяльності підприємств має важливе значення. Значний дестабілізуючий вплив на роботу підприємств може вплинути спонтанна зміна попиту, діяльність конкурентів, різке коливання в цінах, перебої в поповненні ресурсів і т.д. У зв'язку з цим вважатимуться, що зовнішнє середовище агросервісного підприємства характеризується стохастичністю, впливом з його ефективну роботу випадкових факторів.

Частина дестабілізуючих впливів довкілля може бути компенсована з допомогою відомої стійкості підприємства, яка залежить від інерційних властивостей системи, що визначаються внутрішніми резервами підприємства та наявними нормативно-технічними допусками відповідно до технології. Стійкість підприємств також залежить від ефективної роботи адаптаційних механізмів, призначених для збереження їх рентабельної роботи, забезпечення необхідного рівня задоволення потреб клієнтів та якості їх обслуговування.

Зниження ефективності механізмів адаптації підприємства агросервісу або повна їх відсутність призводять до зниження обсягу послуг, що виконуються. Внаслідок цього погіршується фінансовий стан, зростає кредиторська заборгованість.

Аналіз діяльності ремонтно-технічних підприємств показує, що виконувані ними роботи з ТО і Р машин та обладнання є низькорентабельними, а найчастіше збитковими. Виробничі потужності спеціалізованих майстерень, цехів ремонту та станцій технічного обслуговування автомобілів, тракторів та комбайнів, технічних обмінних пунктів використовуються лише на 10...20%.

Тому деякі агросервісні підприємства, особливо ремонтно-технічні, змінюють напрямок основної діяльності.

Основні обсяги робіт із забезпечення працездатності техніки останнім

часом перемістилися безпосередньо до товаровиробників і зводяться до заміни деталей та деяких нескладних вузлів, що призводить до підвищених витрат виробництва. Тому, незважаючи на майже дворазове скорочення парку машин, витрати на ремонт техніки залишаються на рівні витрат на ремонт колишнього парку.

У ході функціонування самого агросервісного підприємства може спостерігатися вплив випадкових факторів у процесі надання відповідних технічних послуг. Може бути відмова у роботі технологічного обладнання. Все це свідчить, що при аналізі діяльності підприємства технічного сервісу необхідно використати імовірнісний підхід, методи математичної статистики та моделі теорії масового обслуговування.

УДК 658.8

ВПЛИВ СИСТЕМИ ФІРМОВОГО СЕРВІСУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ ПАРКУ МАШИН НА ПІДПРИЄМСТВІ

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,

С. В. ЛИСЕНКО, канд. техн. наук, доц.,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

І. Б. ГЕВКО, д-р. техн. наук, проф.,

В. З. ГУДЬ, д-р. техн. наук, проф.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

E-mail: AulinVV@gmail.com, vic_g@ukr.net

Удосконалення системи фірмового сервісу (ФС), що супроводжується розширенням мережі фірмових сервісних центрів (ФСЦ), зумовлене необхідністю реалізації стратегії клієнтоорієнтованості та запровадження міжнародних стандартів якості, у т.ч. контролюючих сферу обслуговування машин у період експлуатації, як ніколи актуально для українських підприємств, фірм, компаній, головною метою яких стає задоволення потреб клієнтів у якісній продукції та сервісі. Використання системного підходу дозволяє більш ефективно інтегрувати дії з управління та вдосконалення процесів обслуговування.

Системний підхід дозволяє вбачати прогалини у знаннях про процеси мережі фірмових сервісних центрів, виявляти неповноту цих знань, визначати завдання наукових досліджень, в окремих випадках шляхом інтерполяції та екстраполяції, передбачати властивості відсутніх частин опису системи. Спільними завданнями системних досліджень є аналіз та синтез таких систем. У процесі аналізу система виділяється із середовища, визначається її склад, структури, функції, інтегральні характеристики (властивості), а також системоутворюючі фактори та взаємозв'язки із середовищем.

У системному дослідженні фірмового сервісу машин розглядається як певна множина елементів (підсистем), взаємозв'язок яких обумовлює цілісні властивості цієї множини. Основний акцент робиться на виявленні різноманіття зв'язків та відносин, що мають місце як усередині системи, так і в її взаємовідносинах із зовнішнім оточенням, середовищем. Істотне значення у системному підході надається виявленню імовірнісного характеру поведінки досліджуваних об'єктів.

Побудова системи збалансованих показників є однією з задач стратегічного контролінгу, ФС, процедура реалізації якого на основі системи збалансованих показників дозволяє:

- формалізувати цілі стратегії ФС машин, визначити завдання, які вирішуються для досягнення цілей та розподілити їх за процесами суб'єктів мережі ФСЦ;

- визначити методи та алгоритми розрахунку системи показників оцінки ефективності процесів у системі ФС машин;

- удосконалювати організацію процесів у системі ФС з урахуванням коригування отриманих значень показників.

Виявлені проблеми, пов'язані з управлінням системою ФС машин:

- відчутні витрати, пов'язані з великими запасами надлишків запасних частин на складах дилерського сервісного центру (ДСЦ) та малим рівнем оборотності;

- простої машин на постах обслуговування через відсутність запасних частин, а також втрату клієнтів при значному часі очікування;

- відсутність методик аналізу показників експлуатаційної надійності машин та попередження відмов;

- відсутність системи моніторингу потреб у запасних частинах та комплектуючих.

Пропоновані заходи щодо оптимізації діяльності дилерських сервісних центрів:

- розробка механізму збору, обробки та багатовимірного статистичного аналізу інформації щодо звернень до ДСЦ з метою виявлення їх причин та підвищення експлуатаційної надійності шляхом запобігання відмовам;

- оптимізація поставок запасних частин на основі якісних прогнозів та точного планування сервісного обслуговування на етапі опрацювання та штатної експлуатації гарантійного періоду;

- розробка системи обліку руху запасних частин на складах ДСЦ.

Якість планування діяльності ДСЦ, задоволення потреб у запасних частинах, структурування та перерозподілу матеріальних ресурсів, що реалізуються на рівні центру управління мережею ФСЦ, залежить від якості інформації про видо-вікову структуру автомобільного парку та прогнозу потреби в запасних частинах у регіоні експлуатації. При аналізі статистичних даних необхідно виявляти співвідношення між чисельністю та віком автомобілів даної моделі та комплектації у досліджуваному регіоні та числом передчасних відмов конкретної деталі. Дані, отримані в результаті аналізу,

дозволять визначити інтенсивність потоку заявок на сервісне обслуговування та їх структуру, частоту заміни деталей та середню величину витрату власників кожної моделі рухомого складу на її утримання.

Одним із актуальних завдань для підприємств, фірм, компаній ФС є організація оперативного реагування на зростаючий потік вимог, організація ефективної взаємодії з системою поставок, тобто створення єдиного інформаційно-логістичного простору, що дозволяє об'єктивно оцінювати потреби в запасних частинах та забезпечувати їх наявність відповідно до потреб системи ФС машин.

Розрахунок оптимального плану поставок запасних частин у мережі ФСЦ повинен бути заснований на переборі можливих варіантів поставок та знаходженні найкращого варіанту поставок відповідних функції оптимізації – витрат, на повному відрізку часу існування запасу певного виду, можна стверджувати, що пропонується імітаційною моделлю (ІМ) дозволяє здійснити розрахунок оптимального графіка поставок більш ефективніше, ніж існуючі моделі. При виконанні серії експериментів на ІМ були отримані дані для кожного поєднання факторів згідно з планом повного факторного експерименту та результатів оптимізатора.

Поєднання бази знань (БЗ) з ІМ дозволяє отримати якісно новий щабель у створенні інструментальних засобів проектування. Якщо ІМ носять описовий характер, то моделі, що використовуються в БЗ, мають перетворювальний характер, сприяючи прийняттю адекватних рішень. Тому з використанням БЗ вироблення рішень, що здійснюється традиційно за допомогою фахівця, у розробленій системі може виконуватися без його участі.

В даний час ефективна діяльність центру управління мережею ФСЦ автотранспортного підприємства та підприємства агропромислового виробництва з оптимізації поставок запасних частин може бути успішною тільки за наявності сучасних методів збору, обробки та аналізу експлуатаційних показників автомобілів. На сьогоднішній день актуальним завданням є розробка системи управління експлуатаційною інформацією про транспортну і сільськогосподарську техніку, що експортується.

Для оперативного вирішення проблеми обліку відмов на етапах роботи та штатної експлуатації гарантійного періоду та обробки статистичної інформації про показники експлуатаційної надійності автомобільної техніки було розроблено структуру бази даних (БД) та програмні модулі ведення лицьових карток техніки та збору рекламційних актів для управління інформацією, що надходить з ДСЦ до центру управління мережею ФСЦ засобами налаштованої архітектури клієнт-сервер.

Розроблені програмні модулі дозволяють аналізувати показники експлуатаційної надійності техніки засобами багатовимірного аналізу, суть якого полягає в розрахунку показників частоти виникнення відмов за різними вимірами – групі деталей, причині відмови, регіону експлуатації, ДСЦ, кінцевому клієнту, моделі та комплектації техніки, пори року, пробігу і т.д.

Основу багатовимірного аналізу показників експлуатаційної надійності

складає електронний каталог усіх деталей, вузлів та агрегатів, із вбудованим засобом контролю некоректно записаних елементів каталогу, застосування якого не допускає використання неоднозначного коду деталі та дозволяє подавати інформацію у структурованому вигляді.

Вирішено завдання інтеграції електронного каталогу деталей та складальних одиниць зі зведеною виробничою специфікацією підприємства-виробника, що повністю виключаються помилки, пов'язані з невідповідністю реально встановлених деталей та вузлів з тими, що вказані у каталозі до конкретної моделі та комплектації автомобільної техніки.

Для вирішення проблеми забезпечення ДСЦ запасними частинами було розроблено алгоритм формування комплектів запасних частин та побудовано на його осинового програмного модуля, який дозволяє оптимізувати роботу щодо гарантії центру управління мережею ФСЦ, відповідальних за планування поставок запасних частин, за допомогою аналізу даних про видовікову структуру парку, регіон і час експлуатації техніки, що знаходиться в рекламації.

УДК 728.98

ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Л. Г. САВЧЕНКО, кандидат історичних наук, доцент
С. В. МІНЕНКО, кандидат технічних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: slgua@ukr.net, dgs-ua1@ukr.net

У роботі [1] зазначено, що одним із елементів забезпечення продовольчої безпеки країни є розвиток галузі (технологій) рослинництва захищеного ґрунту. При цьому в роботі [2] відображені особливості розвитку галузі рослинництва закритого ґрунту на сучасному етапі та їх вплив на продовольчу безпеку України.

Енергозбереження є невід'ємною складовою в діяльності будь-якого підприємства, адже вищезазначене питання, є основою для оптимізації процесів, що призводять до каскадних позитивних наслідків в економіці за рахунок масштабів їх впровадження в умовах вирощування продукції рослинництва захищеного ґрунту. Враховуючи високотехнологічність культивацийних споруд захищеного ґрунту та енергоємність усіх технологічних процесів, першочерговим є впровадження технологічних рішень та систем, які сприяють економії енергії в теплицях та гарантують покращення економічного та екологічного балансу. Як зазначено в роботі [3], саме вплив технічного стану культивацийних систем захищеного ґрунту відіграє важливу роль в продовольчій безпеці України. В роботах [4, 5] зазначається, що основою для

проектування систем галузі рослинництва захищеного ґрунту із низьким енергетичним впливом, є обґрунтована конструкція культивацийної споруди. Архітектура об'єму виробничого середовища насправді має основне значення для надання теплиці ідеальних кліматичних характеристик щодо забезпечення якісних та кількісних показників готової продукції в тепличному виробництві.

На фоні енергетичної кризи, архітектурні споруди повинні бути оснащені автономним енергетичним обладнанням, здатним виробляти енергію, що призведе до екологічної стійкості та високопродуктивності об'єктів галузі захищеного ґрунту. Живлення систем активного кондиціювання повітря, таких як обігрів та охолодження, повинно бути забезпечене джерелами енергетики, що відновлюються. Регенерація біомаси, біогаз і геотермальна енергія для підтримки потрібного мікроклімату в теплиці - є складовою енергетичної незалежності підприємств галузі захищеного ґрунту. Одним із шляхів забезпечення теплиць енергонезалежністю є використання фотоелектричних панелей для виробництва енергії, які можуть розташовуватися, як на покрівлі сервісної зони, так і на виробничих блоках теплиць. Управління системою здійснюється комп'ютеризованим способом за допомогою датчиків та прогностичного програмного забезпечення, яке мінімізує споживання енергії. Як зазначається в роботі [6] надійність конструкцій, технологічного обладнання та їх складових відіграють важливу роль в забезпеченні України якісною продукцією захищеного ґрунту при обґрунтованій ціні. Перспективою подальших досліджень є обґрунтування конструктивних параметрів архітектурних споруд захищеного ґрунту, технологічних схем підключення систем альтернативної енергетики та видів резервування для забезпечення надійності та довговічності культивацийної системи в цілому.

Список літературних джерел

1. Міненко С.В., Савченко В.М., Савченко Л.Г. Механізми реалізації державної політики поліпшення галузі рослинництва закритого ґрунту у світлі сучасних тенденцій продовольчої безпеки України. *Публічне управління та адміністрування в Україні*. 2021. №23. С 51-56
2. Савченко Л.Г., Савченко В.М., Міненко С.В. Формування державної політики розвитку галузі рослинництва закритого ґрунту в контексті продовольчої безпеки України. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. Серія: Державне управління. Том 32 (71). №3. 2021. С. 41-47
3. Якобчук В.П. Вплив технічного стану культивацийних систем захищеного ґрунту на продовольчу безпеку України / В.П. Якобчук, В. М. Савченко // *Крамаровські читання : зб. тез доп. VII міжнар. наук.-техн. конф., 20-21 лют. 2020*. – К. : НУБіП, 2020. – С. 189–191.
4. Селізар В.М. Особливості розробки проектнокошторисної документації будівництва теплиць/ В.М. Селізар, Т.Л. Чебанов, Л.С. Чебанов В.М. Савченко, С.В. Міненко— *К.: Будівельне виробництво*, 2019, №68, С. 47-51.

5. Чебанов Т.Л., Міненко С.В. Будівництво збірнорозбірних теплиць. — *Програма та тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції "Ефективні технології і конструкції в будівництві та архітектура села. Розробка інноваційних моделей екопоселень Прикарпаття та Карпат" (м.Львів 15-17 травня 2019року).*.- Львів: Національний аграрний університет, 2019, С.91-92

УДК 629.113

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНОЇ І МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,
А. А. ТИХИЙ, канд. техн. наук, доц.,

В. Ю. ЯЦЕНКО, аспірант,

В. М. ЧУМАК, аспірант,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

E-mail: AulinVV@gmail.com

Пусковий період двигуна пов'язаний з підвищеною інтенсивністю зношування підшипників ковзання колінчастого валу, яка залежить від тривалості не використання дизеля перед пуском, від температури трибоспрямижень деталей вузла тертя і властивостей мастильного матеріалу. Пусковий період супроводжується змінами величин та форм зазорів.

Значне зношування при пуску дизеля обумовлено низкою причин. Після зупинки двигуна нагріта олива залишається в підшипниках у незначній кількості. Тертя в момент стругування валу тим більше, чим більша перерва між зупинкою та наступним пуском. Дуже істотно і абразивний вплив збережених і утворених при пуску продуктів зносу. При роботі підшипника в умовах тертя напіврідинного або граничного змащення швидкість зношування залежить від фізико-механічних, структурних і триботехнічних характеристик поверхневих шарів спряжених поверхонь.

Перехід дизеля на форсований режим роботи може значно погіршити умови роботи підшипників. При експлуатації дизелів встановлено, що після збільшення частоти обертання колінчастого валу тиск подачі оливи в підшипники помітно знижується і тільки через деякий час починає повільно підвищуватися до величини, що відповідає швидкісному режиму роботи двигуна. Аналогічні явища спостерігаються у разі "рознесення" двигуна (внаслідок заїдання плунжерів паливних насосів та інших причин).

Робочий стан характеризується гідродинамічним режимом тертя, при якому мають місце механічні та корозійно-механічні види зношування, що

мають максимальну величину в зоні з мінімальною товщиною масляної плівки. Однак при навантаженнях, що перевищують робочий тиск на підшипник, нестачі оливи або її високої температури, підвищеної шорсткості шийки валу відбувається порушення гідродинамічної оливної плівки, і робота трибоспряження деталей проходить в умовах тертя при граничному змащенні, що приводить при короткочасному порушенні оливної плівки до підвищеного, а при тривалому – до задиру вкладишів. У тому випадку, коли підшипник працює переважно при рідинному змащуванні, умови його роботи визначаються безрозмірним коефіцієнтом навантаженості підшипника, при цьому швидкість зношування мінімальна.

Встановлено, що температура оливи на вході в дизель дуже впливає на всі показники роботи підшипника: у міру збільшення температури оливи зменшується товщина мастильного шару і зростають тиск в оливному шарі і температура на поверхні тертя вкладиша підшипника. Виявлено також інтенсивне розрідження оливи паливом, у результаті якого коефіцієнт кінематичної в'язкості знижується. При зменшенні вихідної в'язкості оливи до $5 \cdot 10^{-6}$ м²/с при 100 °С товщина шару в підшипниках знижується до величин, при яких не забезпечується тертя при рідинному змащенні.

Складність вирішення проблеми забезпечення заданої довговічності трибоспряження полягає в необхідності врахування взаємозалежних параметрів комплексу "технологія - підшипник колінчастого валу - експлуатація". Випадковий характер зміни технологічних та експлуатаційних факторів зумовлює складність оцінки параметрів матеріалу в процесі формування, неможливість у більшості випадків передбачити необхідні коригувальні впливи для уникнення їх відхилень, а також врахувати структурно-механічні зміни в поверхневому шарі матеріалу в процесі технічної експлуатації.

Особливість проблеми полягає в тому, що важливе не тільки факт досягнення заданого рівня параметрів матеріалу, але і те, в яких межах вони можуть змінюватися, не порушуючи несучої здатності матеріалу поверхневих шарів деталей трибоспряження, як вибирати оптимальні інтервали їх значень, щоб забезпечити задану довговічність відновлених деталей.

Важливою частиною вирішення цієї проблеми є розробка науково-практичного апарату, що дозволяє проектувати технологію відновлення та зміцнення шийок колінчастих валів, що забезпечує задану довговічність за прийнятною вартості.

Проблему забезпечення заданої довговічності колінчастих валів дизелів вирішували з урахуванням застосування системного аналізу. З позиції теорії управління колінчастий вал є у системі "технологія-підшипник колінчастого валу-експлуатація" об'єкт дослідження, до якого входять такі блоки: вхідні параметри; процеси у трибоспряжених деталях, та вихідні параметри. Вхідні параметри поділені на три категорії – технологічні, експлуатаційні та перешкоди. Такий поділ дозволяє в явному вигляді виділити вплив технологічних параметрів на елементи тертя системи. Вхідні експлуатаційні параметри системи утворюють блок, що характеризується за допомогою

параметрів руху та прикладених до трибоспряження деталей.

Найбільш важливим етапом при проектуванні технології зміцнення є розробка нових зносостійких композиційних матеріалів з урахуванням усіх процесів, що спостерігаються в трибосистемі. Найбільш перспективними композиціями для зміцнення поверхонь тертя деталей є мінеральні та органомінеральні матеріали.

Потім здійснюється вибір способу зміцнення шийок колінчастих валів. В даний час модифікування поверхонь тертя мінеральними та органомінеральними матеріалами здійснюється фрикційним методом або ультразвуковою обробкою. Для зміцнення шийок колінчастих валів найперспективнішим є фрикційний метод.

Оптимізація параметрів зміцнення шийок колінчастих валів здійснюється на підставі отриманих моделей впливу параметрів режиму обробки на механічні та триботехнічні властивості покриттів.

Завершальним етапом аналізу розробленого варіанту зміцнення шийок колінчастого валу є прогнозування його ресурсу, а також розрахунок вартості та визначення економічної ефективності.

Ефективність розробленої технології залежить від доцільності прийнятих рішень. Часто заходи щодо підвищення довговічності можуть і не вимагати суттєвих витрат, оскільки наука та практика підказують раціональні рішення. Аналіз різних варіантів досягнення раціонального рівня довговічності повинен виходити із умови отримання найбільшого сумарного економічного ефекту з урахуванням витрат на зміцнення деталі та подальшу експлуатацію обладнання.

УДК 621.785

АКАДЕМІК МИКОЛА ПРОКОПОВИЧ ЧИЖЕВСЬКИЙ

С. М. ГЕРУК канд. техн. наук., доц., ст. наук співр
Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир

О. М. СУКМАНЮК канд. іст. наук, доц.
Житомирський національний університет, м. Житомир
E-mail: mega_sgeruk@ukr.net, sukmanyukolena@gmail.com>

Азотування - це технологічний процес хіміко-термічної обробки, при якій поверхню різних металів або сплавів насичують азотом у спеціальному середовищі азоту. Поверхневий шар виробу, насичений азотом, має у своєму складі розчинені нітриди і набуває підвищеної корозійної стійкості та найвищої мікротвердості. По мікротвердості азотування поступається лише борируванню, в той же час трохи перевищуючи цементацію і нітроцементацію. Одним із засновників азотування був академік Н. П. Чижевський, який у той період визначив основні закономірності майбутнього процесу.



Народився він у Казані 27 березня (8 квітня) 1873 року. Батько його, Прокопій Андрійович Чижевський, був із різночинців, працював чиновником у суді, мати, Ганна Григорівна Чижевська (урод. Дембровська), — дворянка, дочка досить багатого поміщика.

Перший рік його життя пройшов щасливо, але батько захопився грою в карти і розорився: невдовзі будинок і майно були продані. На 36 році померла мати, а Микола був направлений і казанську гімназію, де провчився 2 роки. У зв'язку з переїздом сім'ї, він короткий час навчався у Московській гімназії і в тому ж році - в Єлецькій, яку закінчив у 1895р.

У квітні 1899 року, за місяць до закінчення, відрахований з університету та з Академії мистецтв за участь у демонстраціях та підпільних сходах. Висланий з Петербурга до Тамбовської губернії та позбавлений права навчатися у навчальних закладах Росії.

Для продовження освіти М. П. Чижевський поїхав до Австрії, до міста Леобен, де вступив на металургійний факультет Гірської академії. Вибирати навчальний заклад йому довелося, виходячи насамперед із розміру плати за навчання та вартості проживання.

«Студенти Гірської академії вели вільний спосіб життя. Зазвичай університетський курс проходили за сім-десять років. Чижевський протягом кожного року виконував дворічну навчальну програму. Він мав величезну пам'ять, креслення та проекти у фарбах виконував блискуче в короткі терміни. «Вічні студенти», позаздривши, наклепали якомсь професору, що креслення йому роблять на замовлення. Назрівав скандал. Але на грізне запитання професора Чижевський відповів, що він художник і, якщо професор забажає, напише його портрет... Інцидент було вичерпано.

Курс навчання в Академії Н. П. Чижевський закінчив у 1901 році. На випускних іспитах, які для кожного студента приймалися в один день з усіх предметів, був присутній професор хімії В. П. Іжевський із Київського політехнічного інституту, відряджений до Європи для ознайомлення із постановкою металургійної освіти. Він запросив М. П. Чижевського до Київського політехнічного інституту на кафедру металургії, яку він мав намір створити після свого повернення до Києва.

Повернувшись до Росії, М. П. Чижевський домогся дозволу, склав іспити і отримав диплом I ступеня за спеціальністю «хімія» у Санкт-Петербурзькому університеті. У цей період він не мав постійної роботи та перебивався випадковими заробітками.

У 1902 році на запрошення В. П. Іжевського вступив на посаду лаборанта (помічника) до Київського політехнічного інституту. Разом із В. П. Іжевським він створював металургійну лабораторію. Згадуючи студентські роки, академік

І. П. Бардін зазначив, що це була «... чудово обладнана лабораторія, у чому важливу роль зіграв М. П. Чижевський». Одночасно М. П. Чижевський екстерном закінчив 1906 року хімічний факультет Київського політехнічного інституту. У 1907 р. М. П. Чижевський був відряджений для проведення наукової роботи до Німеччини, до Політехнічного інституту в Аахені. Тут він вивчав вплив молібдену та вольфраму на властивості швидкорізальної сталі. Повернувшись до Києва, М. П. Чижевський приступив до дослідження впливу азоту на якість чавуну, сталі та заліза.

У 1909 році переїхав до Томська у зв'язку з обранням за конкурсом завідувачем кафедри металургії чавуну, сталі та заліза Томського технологічного інституту. У 1911 році він склав іспити на вчений ступінь ад'юнкту і був затверджений на посаді виконуючого обов'язки екстраординарного професора.

1914 року захистив у Київському політехнічному інституті дисертацію «Залізо та азот. Експериментальне дослідження кількості азоту та причин утримання його в чавуні, сталі та залізі. Вплив азоту на механічні властивості заліза». Після захисту дисертації йому було присуджено вчений ступінь ад'юнкту металургії.

У 1915 році затверджений у званні простого професора. У 1913-1917 і 1922-1923 роки - декан гірничого відділення Томського технологічного інституту. 1915 року — голова хімічної секції Томського обласного Військово-промислового комітету.

Громадянська війна, що почалася, вкрай ускладнила життя в Томську. Частина студентів пішла на війну, інститут було закрито.

У 1923 році, після закінчення громадянської війни, переїхав до Москви у зв'язку з обранням його професором і деканом металургійного факультету щойно заснованої Гірничої академії.

У 1930 році перейшов до Інституту сталі, утворений на базі металургійного факультету Гірської академії. У 1932—1935 рр. одночасно очолював кафедру хімічної технології твердого палива у Московському хіміко-технологічному інституті імені Д. І. Менделєєва.

В 1934 на підставі дисертації, захищеної в 1914, і наукових праць Вища атестаційна комісія Комітету у справах вищої школи при РНК СРСР присудила М. П. Чижевському ступінь доктора технічних наук.

У 1934 р. академік І. М. Губкін запросив Н. П. Чижевського до Інституту горючих копалин АН СРСР. Там М. П. Чижевський займався питаннями розширення сировинної бази коксової промисловості та конструюванням коксових печей. Незабаром він залишив Інститут сталі та повністю присвятив себе роботі в Інституті горючих копалин.

У 1939 р. Чижевський був обраний дійсним членом Академії наук СРСР.

М. П. Чижевський помер 22 квітня 1952 року.

УДК 621.785

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ АКАДЕМІКА М.П.ЧИЖЕВСЬКОГО

С. М. ГЕРУК канд. техн. наук., доц., ст. наук співр
Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир
О. М. СУКМАНЮК канд. іст. наук, доц.
Житомирський національний університет, м. Житомир
E-mail: mega_sgeruk@ukr.net, sukmanyukolena@gmail.com>

Перші наукові дослідження М. П. Чижевського, започатковані в Київському політехнічному інституті, були присвячені вивченню впливу азоту, який вважався шкідливою домішкою, на механічні властивості чавуну, сталі та заліза.

Для встановлення залежності між вмістом азоту та властивостями сталі та заліза Н. П. Чижевський розробив спеціальну апаратуру, що дозволяла визначати вміст азоту в залізі та сталі. Так як молекулярний азот не взаємодіє з твердим залізом, то як джерело азоту використовувався аміак. Було встановлено, що оптимальний інтервал взаємодії аміаку із залізом 450-600°C.

Н. П. Чижевський визначив закономірності формування структури поверхневого шару сталі при її насиченні азотом, встановив фазові та структурні перетворення при нагріванні та охолодженні. Виявив багатозонну будову дифузійного шару: у приповерхневій зоні утворюються нітриди Fe_2N , глибше – евтектоїдна суміш (брауніт), далі голчасті виділення.

На стадії насичення приповерхневого шару азотом його твердість підвищується, із збільшенням часу насичення відбувається розпад нітридів. При нагріванні азотованого заліза вище 600 ° С (до 750 ° С) і подальшому швидкому охолодженні відбувається загартування як вуглецевої сталі. Утворюється структура подібна до мартенситу.

М. П. Чижевський уточнив діаграму стану системи залізо-вуглець, показавши, що лінія SE має бути прямою, для цього дослідження ним був розроблений метод травлення шліфів при високих температурах у вакуумі і введений у практику метод кольорової металографії, що мало велике самостійне значення.

Ним було досліджено систему залізо-бор і побудовано діаграму стану.

Для цього дослідження було розроблено методику визначення бору в сталях та вивчено вплив бору на фізичні властивості. Він розробив метод поверхневого зміцнення сталі шляхом насичення поверхні бором (борування). При цьому він чітко визначив, що це метод саме поверхневого зміцнення, оскільки зі збільшенням вмісту бору зростає крихкість сплавів. Цей метод може бути корисним там, де відбувається псування від стирання деяких машинних частин. При цьому він зазначав, що бор дає твердість без спеціальної термічної обробки, тоді як після науглерожування необхідне загартування. Діаграма залізо-бір зі статті М. П. Чижевського, А. Гердта та І. Михайловського, 1915.

Після фундаментальних робіт М. П. Чижевського з промислового освоєння борирування було виконано дуже багато досліджень. Було встановлено, що борируваний шар має високу зносостійкість у найважчих умовах (сухого, абразивного зносу), окислостійкістю до 800°C, теплостійкістю (твердість зберігається до 950°C).

Н. П. Чижевським було також побудовано діаграму стану кобальт-бору. Досліджено систему залізо-нікель-бору.

При виробництві заліза і стали сучасними способами метал переходять шкідливі домішки з руди і палива. Чим чистіше залізо, тим найкращим матеріалом є для виробництва якісних сталей. М. П. Чижевський був ініціатором робіт з бездоменного процесу отримання заліза з руд. Він розробив різні способи прямого відновлення залізних руд газами, що містять окис вуглецю та водень, що конвертуються коксовими газами. Своїми роботами по відновленню газами дашкесанського магнітного, тульського бурого та криворізького червоного залізняків Н. П. Чижевський показав можливість та умови отримання дуже чистого губчастого заліза для виплавки на його основі високосортних сталей. Спільно із співробітниками, М. П. Чижевським було виконано також цикл робіт з прямого відновлення природно-легованих титано-магнетитових руд.

Значний науковий та практичний інтерес представляють розроблені Н. П. Чижевським та П. С. Лебедевим способи отримання сплавів сталей шляхом хлорування руди. Таким шляхом було отримано сплави заліза з ураном.

Дуже важливими у розвиток вітчизняної металургії були дослідження М. П. Чижевського у сфері отримання металургійного коксу, застосовуваного відновлення заліза з руди в доменних печах. Цим напрямом робіт М. П. Чижевський займався понад 30 років. Роботи мали на меті розширення сировинної бази коксування та використання для цієї мети вугілля низької якості, технології коксування яких не існувало.

У перше десятиліття XX століття, коли розпочалася наукова діяльність М. П. Чижевського, виробництво металургійного коксу було зосереджено лише у Донецькому кам'яновугільному басейні. Металургія Уралу працювала, переважно, на деревному вугіллі. При систематичному винищуванні деревини металургія Уралу не могла набути розвитку.

М. П. Чижевський поставив собі завдання розширити асортимент кам'яного вугілля, які можна було б використовувати для отримання металургійного коксу: металургійні заводи країни мають працювати на місцевому паливі. Спільно зі співробітниками він провів величезний обсяг експериментальних досліджень і розробив технології коксування «вугілля, що не коксується»: суміші газового ливарного коксу з малою реакційною здатністю, худого, бурого вугілля, вугілля, що містить велику кількість антрациту і навіть торфу. Всіх основних вугільних басейнів країни: вугілля Далекого Сходу, Кузбасу, Уралу, Закавказзя, Сибіру, Караганди, Черемхівського басейну, Підмосковного басейну. Ним була також значно розширена гамма коксівного вугілля Донбасу. Вугілля різних басейнів

вимагали різного, індивідуального підходу розробки технології отримання металургійного палива. Проблема забезпечення вітчизняної металургії доброякісним доменним паливом було вирішено багато на років. Ці дослідження послужили основою будівництва заводів Урало-Кузбаса.

Великим науковим досягненням М. П. Чижевського стало створення промислового способу отримання залізококси, що утворюються при спіканні вугільної шихти з 30-40% порошкової залізняка і колошникового пилу. Одержуваний у своїй залізококс, будучи використаний у доменній плавці, значно підвищує її производительность. Залізококс став одним із видів вихідної сировини для виплавки чавуну. Аналогічно було отримано і хромококс.

У 1935 році М. П. Чижевський спільно з Д. В. Нагорським розробив теоретичні основи конструкції та спроектував принципово нову коксову піч, названу піччю системи ПІ на честь Інституту горючих копалин, де вона була розроблена.

УДК 631.331

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКЛАДОВИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУД ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

В.А. БАЛАБОЛОВ, асистент,
В. М. САВЧЕНКО, кандидат технічних наук, доцент
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: vadik201497@gmail.com, dgs-ua@ukr.net

Для зниження енерговитрат необхідно спроектувати теплицю таким чином, щоб система пасивного вентилявання забезпечувала необхідний повітрообмін при найменших енергетичних затратах. Пасивна вентиляція, що складається з вентиляційних фрамуг на покрівлі теплиці та їх приводом і керована інтелектуальним програмним забезпеченням, зменшує втрати електричної та теплової енергії та забезпечує правильну аерацію для підтримання оптимального мікроклімату в середині культивативної споруди.

В роботах [1] відображено вплив культивативних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту. В дослідженнях [2, 3] наведено наліз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях

В роботі [4] розглянуті проблеми забезпечення надійності та довговічності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту.

Основними складовими, що впливають на надійність цілісної системи пасивного вентилявання є мотор редуктори та зубчасті рейки приводу вентиляційних фрамуг культиваційної споруди захищеного ґрунту (рис 1).

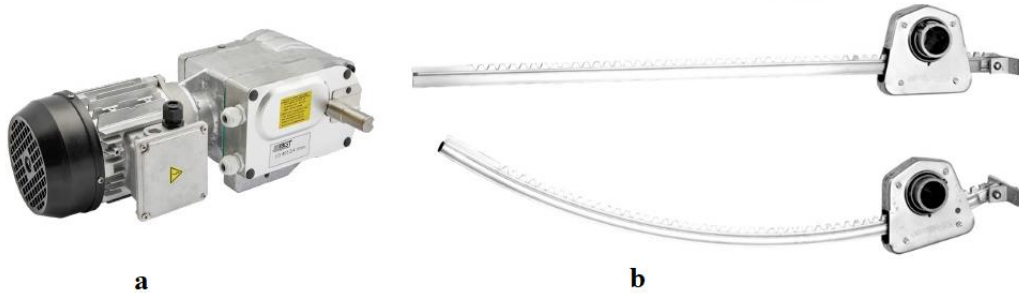


Рис. 1 Експериментальні мотор редуктор та зубчасті рейки приводу вентиляційних фрамуг: а - мотор редуктор LG405, б - зубчасті рейка LV7R/LV20R (виробництво DGT (Данія)

Перспективою подальших досліджень є побудова моделі експлуатації та структурної схеми системи активного вентилявання культиваційних споруд захищеного ґрунту.

Список літературних джерел

1. Савченко В. М. Вплив культиваційних споруд та технологічних систем на параметри мікроклімату при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. М.Савченко, В. В. Крот // Крамаровські читання : зб. тез доп. II міжнар. наук.-техн. конф., 3 квіт. 2013. –К. : НУБіП, 2013. –С. 72–74.
2. Міненко С. В. Аналіз залежності інтенсивності продуктивного фотосинтезу від режимів мікроклімату в індустріальних теплицях / С. В. Міненко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Вісник ЖНАЕУ. –2016. –№ 1 (53), т. 1. – С. 270–276.
3. Крот В. В. Дослідження технічного стану автоматизованих систем керування вологістю та охолодженням повітря при вирощуванні продукції захищеного ґрунту / В. В.Крот, В. М. Савченко // Підвищення надійності машин і обладнання : зб. тез доп. IX Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 15–17 квіт. 2015 р. –Кіровоград : КНТУ, 2015. –С. 120–122
4. Бойко А. І. Проблеми забезпечення надійності технологічного обладнання при вирощуванні продукції захищеного ґрунту в АПК України / А. І. Бойко, В. М. Савченко, В. В. Крот // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2016. – № 6. – С. 200-2003.

УДК 621.9.04

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ СПОСОБІВ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

М. О. ВАСИЛЕНКО, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу

Д. О. БУСЛАЄВ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

О. Є. КАЛІНІН, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Ю. А. КОНОНОВ, провідний інженер

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук

E-mail: nnc-imesg.0930@ukr.net

За аналізом літературних джерел за характером впливу електричного струму на деталі, що обробляються, найрозповсюдженіші електричні способи оброблення можна поділити на групи, що наведені на рис.

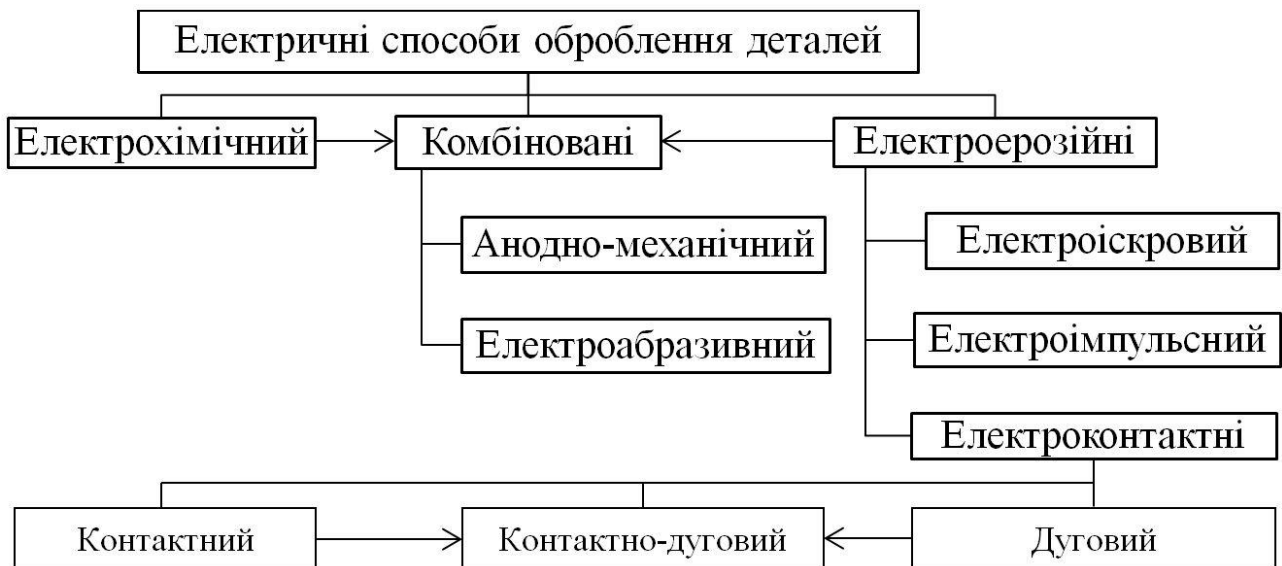


Рис. Електричні способи оброблення деталей робочих органів технічних засобів для обробітку ґрунту

Через високу енергоємність електрохімічного способу та слабкої технологічності електроліту, що застосовується за аодно-механічного та електроабразивного способів, для зміцнення деталей одними з найперспективніших способів є способи електроерозійного оброблення.

У свою чергу способи електроконтактного оброблення мають більшу продуктивність і менше зношення електрода-інструмента в порівнянні із іншими способами електроерозійного оброблення, а саме: електроіскрового та електроімпульсного.

Переваги та недоліки електричних способів оброблення деталей наведені в таблиці.

Табл. Характеристика електричних способів оброблення деталей робочих органів технічних засобів для обробітку ґрунту

Назва способів (опис)	Товщина зміцненого шару, мм	Переваги	Недоліки
Електрохімічний (розчинення матеріалу деталі в електроліті під дією електричного струму)	-	Оброблення деталей складної форми та мінімальний знос інструмента	Висока енергоємність процесу
Комбіновані (розчинення матеріалу деталі під дією електричного струму та їх видалення механічною дією)	0,2-0,5	На одному тому самому обладнанні можна виконувати як попередні, так і чистові операції	Слабка технологічність електроліту, що застосовується
Електроіскровий (зняття матеріалу електричними іскровими розрядами)	0,2-0,3	Оброблення жароміцних та нержавіючих сталей	Невелика продуктивність та великий знос інструмента
Електроімпульсний (зняття матеріалу електричними імпульсами великої тривалості)	0,8-1,5		
Електроконтактний (зняття матеріалу нестационарними електричними розрядами)	0,1-5,0	Основна частка енергії витрачається на зняття матеріалу деталі	Підвищена витрата енергії у випадку великого тиску інструменту на деталь

Відповідно до класифікації Попілова Л. Я. електроконтактне оброблення в залежності від напруги, прийнято розділяти на три способи, що відрізняються механізмом руйнування:

- контактний (до 10-12 В) – коли руйнування електродів відбувається в результаті високої щільності електричного струму; характерні великий тиск інструменту на деталь, нагрів оброблюваної поверхні і підвищена витрата енергії;

- контактнo-дуговий (до 20-22 В) – що з'явився в результаті поєднання двох процесів: тертя електродів з одночасним електричним розрядом; зняття матеріалу здійснюється з малою продуктивністю та зі значним тиском інструменту в зоні контакту з оброблюваною поверхнею;

- дуговий (понад 22 В) – всі форми ерозії, які спостерігаються в електричних розрядах; встановлюється дуговий процес, тому оброблення проводиться майже при повній відсутності тиску на поверхню.

За своїми характеристиками дуговий розряд в значній мірі відрізняється від іскрового, як потужністю, так і площею оброблюваної ділянки. Тому при реалізації великої потужності (десятки кВт) електричної дуги основна частка енергії витрачається на видалення припуску, що знімається.

Для одночасного загострення і зміцнення деталей робочих органів технічних засобів для обробітку ґрунту раціонально використання дугового розряду постійного струму з охолодженням рідиною з утворенням загартованих

структур [1, 2]. Це оброблення володіє більш широким технологічним діапазоном за якістю обробленої поверхні і за питомою витратою енергії.

Список використаних джерел

1. Пат. № 97298 Україна, МПК (2006.01) В23Н 9/08, В23Н 7/26. Установка для электроконтактного оброблення деталей. М. В. Молодик, М. О. Василенко, О. О. Чернявський, В. С. Матвійченко ; заявник і патентовласник ННЦ «ІМЕСГ». № а201004776; заявл. 21.04.2010; опубл. 25.01.2012, бюл. № 2. 4 с.

2. Пат. № 97874 Україна, МПК (2006.01) В23Н 9/00, В23Н 9/08, В23Н 7/26. Спосіб електроконтактного оброблення деталей. М. В. Молодик, М. О. Василенко, О. О. Чернявський, В. С. Матвійченко ; заявник і патентовласник ННЦ «ІМЕСГ». № а201007979; заявл. 25.06.2010; опубл. 26.03.2012, бюл. № 6. 4 с.

УДК 636.083.45:62-192

ДОВГОВІЧНІСТЬ АГРЕГАТИВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,
М. М. ФЕДІРКО студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua

Як показує аналіз, більшу частину всіх аграрних робіт виконують на тракторах сільськогосподарського призначення. Сільськогосподарські трактори складають значну частину комплексу техніки та обладнання агропромислового виробництва, які призначені для агрегування ґрунтообробних, посівних та збиральних робіт, догляду за культурами, первинної обробки врожаю та багатьох інших робіт.

Аналіз надійності тракторів дає змогу виявити найменш надійні елементи для їх подальшого технологічного удосконалення [1, 2]. Попередніми дослідженнями встановлено, що найбільша кількість несправностей і відмов припадає на двигун внутрішнього згорання, у якого найчастіше відмовляє паливна система та гідравлічна система. Ресурс представлених систем лімітується їх основними агрегатами [3-5]. Аналіз несправностей і відмов агрегатів гідравлічної апаратури тракторів дав змогу встановити, що надійність гідравлічної системи лімітується ресурсом наступних елементів: гідророзподільника (32%), клапанів та фільтрів (26%), шестеренного насосу (18%); трубопроводів і рукавів високого тиску (13); силових циліндрів (8%); інших елементів (3%).

Виникнення несправностей і відмов зумовлені тим, що гідравлічна апаратура працює в досить складних умовах. При цьому значний вплив на довговічність агрегатів гідравлічної апаратури надає навантажувальний режим, що визначається величиною тиску, відповідною кількістю вмикань-вимикань, а також періодом роботи під тиском в процесі виконання трактором сільськогосподарських, навантажувально-розвантажувальних або інших операцій. Аналіз літературних джерел показує, що середня річна робота гідросистеми під навантаженням для тракторів сільськогосподарського призначення становить: для тракторів тягового класу 1,4 становить 24-29 год., що відповідає 25-50 тис. циклів; для тракторів тягового класу 3 – відповідно 17-22 год. і 15-20 тис. циклів [3-5].

Найбільш навантаженим і найменш довговічним елементом гідравлічної системи є гідророзподільник. До вітчизняних моделей клапанно-золотникових гідророзподільників, що застосовуються в навісних гідросистемах сільськогосподарської техніки, належать моноблочні трьохзолотникові гідророзподільники з пропускною здатністю 80, 100 і 160 л/хв. (P80, MP80, P100, MP100, P160). За критерій граничного стану гідророзподільників прийнято зниження внутрішніх витоків нижче 75%. Середній нормований заводом-виробником ресурс клапанно-золотникових гідророзподільників становить 5000 год., або 125 тис. циклів увімкнень. Однак за високих нормованих значень ресурсного параметра в умовах реальної експлуатації довговічність гідророзподільників значно нижча. За даними В. Ю. Черкуна, середній доремонтний ресурс гідророзподільників P80 становить 2500-2800 мото-год., а В. А. Дідур оцінюють цей показник 1400 мото-год., що значно нижче за нормований [4].

Розглянемо особливості функціонування розподільника в гідравлічній системі трактора та оцінити рівень надійності [6, 7]. В процесі використання гідророзподільник розподіляє робочу рідину під великим тиском до гідроциліндрів, своєчасно і чітко відсікає потік робочої рідини шляхом перепуску надлишкового тиску. Зазначені операції виконуються за допомогою прецизійних пар «перепускний клапан – напрямна», «золотник – корпус». Прецизійна пара «перепускний клапан – напрямна» працює лише під час переведення золотника з положення «нейтральне» в положення «підйом» і «опускання» і в процесі експлуатації має незначний знос.

Найбільш інтенсивно в процесі експлуатації зношується прецизійна пара «золотник – корпус», яка є основним робочим з'єднанням гідророзподільника. Знизити знос і запобігти схоплюванню поверхонь у прецизійних парах гідравлічної апаратури можна за рахунок підвищення мікротвердості робочих поверхонь деталей з урахуванням підбору триботехнічно сумісних матеріалів, які знаходяться в з'єднанні [6].

Список використаних джерел

1. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.

2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.

3. Білоконський Ю. В., Бовкун Я. В., Харьковський І. С. Технологічні особливості відновлення деталей гідравлічних систем. Збірник наукових праць Вісник студентів факультету конструювання та дизайну Національного університету біоресурсів і природокористування України. Вип. 10. К., 2022. С. 58–59.

4. Дідур В. А., Мушкевич О. І., Паніна В. В. Спосіб пневматичної діагностики гідророзподільників на герметичність. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. НУБіП. К., 2016. С. 85–91.

5. Новицький А. В., Щербак О. О., Башук Р. В. Сучасні підходи до відновлення працездатності гідравлічних розподільників. Крамаровські читання: X Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, Україна, 23-24 лютого 2023 року: Збірник тез доповідей. Київ, 2023. Видавничий центр НУБіПУ. С. 125–127.

6. Новицький А.В., Бистрий О.М., Ружи́ло З.В., Банний О.О, Сиволапов В.А. Надійність машин та обладнання. Том 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання: навчальний посібник. Київ. НУБіП України. 213 с.

7. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2016. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 636.083.45:62-192

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТА НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,

С. М. ГОНЧАРЕНКО, студент магістратури

Д. О. ЯРЕМЧУК, студентка

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

E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua

Ефективність використання сільськогосподарської техніки визначається її здатністю виконувати задані функції з відповідним рівнем надійності, який характеризує властивість техніки тривало зберігати і, за необхідності, відновлювати свою працездатність за мінімальних витрат часу, праці та

матеріальних затрат [5]. У зв'язку з цим основними і найважливішими завданнями сільськогосподарського виробництва є повне використання надійності сільськогосподарської техніки в процесі її експлуатації, а також якісне та з мінімальною собівартістю відновлення надійності до оптимального рівня, що забезпечує найменшу питому вартість одиниці напрацювання на відмову техніки між ремонтами. вартість одиниці напрацювання техніки між ремонтами.

Як відомо, надійність машини включає чотири основні властивості: довговічність, безвідмовність, ремонтпридатність і збереженість [5]. Одним із важливих показників надійності є довговічність, яка оцінюється міжремонтним ресурсом, величина якого залежить від довговічності тих деталей і з'єднань, втрата працездатності яких призводить до виникнення ресурсної відмови і необхідності ремонту вузла або агрегату.

Несправності сільськогосподарської техніки в період польових робіт дезорганізують виробництво, позбавляють можливості проводити роботи в оптимальні агротехнічні терміни, часто призводячи до зниження або ж втрати врожайності на 20-30 %.

В останні десятиліття, у зв'язку з нестачею природних ресурсів, найважливішого значення набуває раціональне використання металу і різних енергетичних матеріалів, а довговічність як нової, так і відремонтованої техніки не задовольняє сучасним вимогам [4, 5]. У середньому по країні простої сільськогосподарської техніки внаслідок ремонту становлять близько 40%, що тягне за собою величезні додаткові витрати. У зв'язку із зазначеним, підвищення міжремонтного ресурсу сільськогосподарської техніки, а отже, її довговічності має особливо важливе значення, оскільки високий рівень довговічності техніки є головною умовою збереження і підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Велика економія коштів, металу і паливо-мастильних матеріалів може бути досягнута за рахунок збільшення зносостійкості і, відповідно, ресурсу деталей сільськогосподарської техніки.

У вартості ремонту сільськогосподарської техніки основна частка витрат полягає в придбанні запасних частин [1]. Скорочення витрат нових запасних частин може бути досягнуто відновленням зношених деталей або підвищенням довговічності ресурсовизначальних деталей найбільш відповідальних агрегатів. У будь-якому разі найбільш ефективним є шлях підвищення довговічності деталей як під час відновлення в процесі ремонту, так і під час їхнього виробництва [2, 4].

В агрегатах сільськогосподарської техніки найпоширенішими є зноси величиною 0,01–0,6 мм. Такі зноси спричиняють зміну розмірів, геометричної форми, міцності, жорсткості, маси деталей, структури матеріалу, міцності, жорсткості, маси деталей, структури матеріалу, якості поверхні та собівартості робіт, які виконуються при відновленні. Виходячи із зазначеного, під час розробки нових технологій відновлення і зміцнення слід, насамперед, приділяти особливу увагу усуненню таких величин зносу.

Список використаних джерел

1. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.
2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.
3. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
4. Новицький А. В., Банний О. О., Бистрий О. М. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на технічний стан сільськогосподарської техніки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 39–46.
5. Новицький А.В., Бистрий О.М., Ружио З.В., Банний О.О, Сиволапов В.А. Надійність машин та обладнання. Том 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання: навчальний посібник. Київ. НУБіП України. 213 с.

УДК 631.3:360.172.21

ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ КУЗОВІВ АВТОМОБІЛІВ НАНЕСЕННЯМ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ

А. С. ДИМБОВСЬКИЙ, студент магістратури,
П. С. ПОПИК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В процесі експлуатації машини потребують технічного обслуговування і ремонту. Практично під дією зовнішнього середовища та внутрішніх навантажень у всіх машин, незалежно від того експлуатують їх чи вони транспортуються, зберігаються змінюються фізико-механічні і геометричні характеристики деталей. Разом з тим зменшується техніко-економічні показники конструкції і настає момент, коли експлуатація техніки стає неможливою або економічно недоцільною [1].

Зміни, що відбуваються в захисному покритті автомобільного кузова в ході його експлуатації, насамперед погіршують зовнішній вигляд лакофарбового покриття через те, що на його поверхні накопичуються різні забруднення і фізико-хімічні властивості покриття змінюються. Внаслідок цих змін, як правило, зникає блиск лакофарбових покриттів, зменшується його водонепроникність, з'являється сітка мікроскопічних тріщин і осередків підплівкової корозії, тобто лакофарбове покриття старіє. В умовах експлуатації

автомобілів спостерігається безліч найрізноманітніших факторів, що негативно впливають на термін служби кузова: кліматичні умови, умови збереження й експлуатації, ступінь забруднення навколишнього середовища продуктами промислових відходів. Серйозні руйнування лакофарбових покриттів відбуваються й через порушення правил технічної експлуатації автомобіля: їзда на підвищеній швидкості по пересіченій місцевості, по розбитих дорогах, при переїздах через трамвайні і залізничні колії, а іноді навіть при різкому гальмуванні.

Необхідність ремонту кузова легкового автомобіля визначається насамперед розмірами аварійних руйнувань, ступенем корозійних ушкоджень та станом лакофарбових покриттів. Види і ступінь експлуатаційних ушкоджень досліджувалися на автомобілях, що надійшли в ремонт на станції технічного обслуговування. У номенклатуру обстеження входили деталі, що мають значні габаритні розміри [2].

Наносять матеріал щіткою, шпателем, розпиленням, зануренням, обливанням і іншими способами. В умовах авторемонтних і автотранспортних підприємств забарвлення автомобілів в даний час проводять головним чином методом повітряного розпилення, деякі операції виконуються і щіткою. При повітряній розпиленості фарба, що подається до фарборозпилювача, в дрібнодисперсному стані потрапляє на поверхню виробу. Цей метод отримав широке розповсюдження в промисловості, оскільки забезпечує високу якість забарвлення, дає можливість застосовувати найрізноманітніші види лакофарбових матеріалів і прискорює фарбування.

Недоліками методу повітряного розпилення є великі втрати лакофарбових матеріалів і утворення туману фарби, шкідливого для здоров'я і небезпечного в пожежному відношенні.

Досить важливим у процесі нанесення лакофарбових покриттів є якісна підготовка поверхонь деталей під фарбування. Від якості підготовки поверхонь деталей залежить довговічність та технічні характеристики нанесених покриттів.

Добре підготовлені під фарбування поверхні забезпечують рівномірне нанесення лакофарбових покриттів, їх якісне закріплення на поверхнях деталей, міцне зчеплення та тривалий термін експлуатації. Адже поверхні в яких якісно видалені залишки старого покриття, продукти корозії, бруд мають більш високі фізико-хімічні властивості щодо контактування деталі з лакофарбовим покриттям, а також забезпечують однорідність і рівномірність нанесеного покриття.

Важливе місце у технологічному процесі нанесення лакофарбових покриттів займають установки та верстатні пристосування для підготовчої обробки поверхонь деталей. У різних галузях промисловості, з метою підготовки поверхонь деталей під фарбування, застосовують установки для обробки сухим абразивом та установки для гідроабразивної обробки з безліччю способів подачі суспензії до струменевого апарату і їх прискорення [3]. Огляд літератури показав, що найбільшу продуктивність гідроабразивної обробки

мають струменеві апарати з примусовою насосною подачею у порівнянні з ежекційними та іншими типами апаратів.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, О.В. Тіхонов. – К.: Агроосвіта, 2014. - 665 с.
2. Карабиньош С.С., Ружило З.В., Мельник В.І. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С.С. Карабиньош, З.В. Ружило, В.І. Мельник. – К.: НУБіПУ, 2016.- 389 с.
3. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. - 221 с.

УДК 631.3:360.172

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

С. А. МАЛЮГА, студент магістратури,
П. С. ПОПИК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Забезпечення роботоздатності двигунів ЯМЗ неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню ділянок. При аналізі технічного стану деталі досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості [1].

Заміна гільз при ремонті двигунів щорічно потребує великих витрат. З загальної кількості витрачених гільз циліндрів використовують знову біля 11%. Масове та якісне відновлення гільз дозволяє отримати велику економію коштів та знизити витрачання запасних частин.

Гільзи циліндрів мають такі дефекти.

1. Зношування внутрішньої робочої поверхні, риски та задири.
2. Зношування нижньої поверхні упорного бурта.
3. Зношування посадочних поясків.
4. Кавітаційне руйнування зовнішньої поверхні

Найбільше зношування гільз циліндрів спостерігається на відстані 22...25 мм від верхньої кромки в зоні зупинки кільця верхньої мертвої точки і коливається в широких межах від 0,005...0,5 мм.

Ділянки гільзи, зіпсовані кавітацією, і поверхню навколо зіпсування зачищають до металевого блиску, продувають стиснутим повітрям і двічі обезжирюють технічним ацетоном. Потрапляння води, оливи і бруду на обезжирені поверхні не дозволяється. Після обезжирювання гільзи нагрівають в електропечі типу ОКБ-4188А, СНОЛ-3,5 або іншій до 60°C. Температура гільзи в момент нанесення епоксидної смоли повинна бути не нижче 40°C.

Гільзи з кавітаційними руйнуваннями на нижньому посадочному поясі та з овальністю поясків, більш допустимого, ремонтують контактним приварюванням стрічки. Після очищення знімають установочні фаски під кутом 30° з обох торців гільзи. Після цього обточують або шліфують верхній та нижній посадочні пояски до діаметра, менш за номінальний на 0,5 мм [2].

Метод термопластичного обтиснення. Гільзу розміщують в матрицю. Внутрішню поверхню нагрівають індуктором за допомогою струмів високої частоти з наступним проточним її охолодження. Спосіб побудований на використанні природи матеріалу та особливостей структурних перетворень. Відновлення цим способом забезпечує відновлення деталі до номінальних розмірів. Проте при відновлення зустрічається брак деталей в наслідок нерівномірного нагрівання та недосконалого охолодження. До того ж можливе відновлення гільз, зношування яких перевищують допустимі. При цьому фізико-механічні та експлуатаційні властивості відновлених деталей не тільки не поступаються новим, але й перевершують їх.

Після очищення, контролю, усунення кавітаційних руйнувань на зовнішній поверхні і відновленні посадочних поясків внутрішня поверхня гільзи обробляється під ремонтний розмір, тобто збільшення внутрішнього діаметру на 0,7 мм; а гільз двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01, А-41 – на 0,5 мм. Розточування гільз виконують на вертикальному алмазно-розточному верстаті моделі 278 або 278Н [3].

Відповідно до цього запропоновано сучасну технологію відновлення роботоздатності внутрішніх поверхонь гільз циліндрів, яка складає наступну послідовність технологічних операцій: розточування до розміру під встановлюєму втулку; запресування втулки; розточування втулки до номінального розміру; хонінгування внутрішньої поверхні встановленої втулки. Розраховані технологічні параметри режимів відновлення роботоздатності внутрішніх робочих поверхонь гільз циліндрів.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К.: Аграр Медіа Груп, 2018.- 632 с.
2. Карабиньош С.С., Ружило З.В., Мельник В.І. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С.С. Карабиньош, З.В. Ружило, В.І. Мельник. – К.: НУБіПУ, 2016.- 389 с.
3. Організація технологічних процесів ремонту машин та обладнання в майстернях підприємств АПК. Навчально-методичний посібник / Г.І.

Дашивець, О.Ю. Новік, О.В. В'юник. Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2020.- 64 с.

УДК 629.331:629.017

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН РЕЗЕРВУВАННЯМ ЯК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Ю. А. НОВИЦЬКИЙ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: novickii_yurka@ukr.net

У зв'язку зі збільшенням обсягів закордонних машин та обладнання для тваринництва, яка надходить в аграрні підприємства, є актуальною необхідність забезпечення її ефективного використання [2], дослідження впливу техніко-експлуатаційних параметрів техніки на ефективність її роботи [1], забезпечення працездатності при технічному обслуговуванні та ремонтуванні [5], оцінка та розрахунок показників її експлуатаційної надійності [3].

Одним із наукових підходів до реалізації зазначених напрямків є використання комплексного системного підходу для забезпечення їх працездатності на протязі життєвих циклів машин [7].

Для прикладу розглянемо змішувач SPW INTENSE 2 CS, який представляє сучасні самохідні засоби для приготування і роздавання кормів від фірми KUHN [1, 6]. Самохідні засоби для приготування і роздавання кормів можна віднести до транспортно-технологічних машин, які широко використовуються в аграрному виробництві. Невід'ємною частиною змішувача є інструкція на його використання [6], в якій представлена інформація, необхідна для оптимальної експлуатації. Разом з тим, змішувач SPW INTENSE 2 CS є складною багатоопераційною машиною, що з позиції ефективного використання та забезпечення надійності можна представити як складну технічну систему «Людина-Машина-Середовище», яку в процесі її експлуатації формують такі складові, як «людина-оператор», «машина», «корми».

Надійність змішувача в значній мірі залежить від «людини-оператора» та умов її роботи, тому актуальним питанням є аналіз систем фільтрації які впливають на їх формування [9]. Розглянемо систему кондиціювання повітря в кабіні змішувача SPW INTENSE 2 CS (таблиця).

Виходячи з представленого аналізу системи кондиціювання змішувача SPW INTENSE 2 CS як складової складної технічної системи «Людина-Машина-Середовище», можна констатувати, що забезпечення працездатності засобу можна провести з використанням технологій резервування. Однією з

Таблиця

Інформація про елемент фільтрування кабіни змішувача	Місце встановлення елементу фільтрування в кабіні змішувача
Конденсатор (1) розташований у верхній правій частині кабіни. Для забезпечення його ефективного функціонування необхідно регулярно виконувати його перевірку та очищення. У разі сильного забруднення фільтра система кондиціонування повітря може зупинитися та перейти в безпечний режим роботи.	
Випарник (1) розташований у задній частині кабіни. Необхідно регулярно виконувати перевірку та очищення випарника з метою забезпечення ефективної його роботи.	
Комфортні умови роботи оператора підтримує також фільтр осушувача. Заміну фільтра осушувача необхідно виконувати один раз на 2 роки. За необхідності заміни фільтра осушувача (1) або проведення робіт з технічного обслуговування системи кондиціонування повітря слід зв'язатися з дилером KUNN.	
В системі подачі повітря до кабіни оператора змішувача важливе значення відводиться повітряному фільтру. Повітряний фільтр кабіни (1) розташований у захисному корпусі у задній частині кабіни. Очищення повітряного фільтра слід проводити регулярно, використовуючи відповідні засоби захисту дихання. Рекомендується виконувати заміну фільтруючого елемента щорічно. Необхідно пам'ятати, що вугільні фільтруючі елементи, за умови їх встановлення не підлягають очищенню. Їх заміну рекомендується виконувати щороку.	

слабких ланок в забезпеченні надійності та ергономічних характеристик змішувача SPW INTENSE 2 CS в цілому і системи кондиціювання зокрема, є людський фактор.

Також представлена інформація дає можливість зрозуміти, як на надійність та працездатність змішувача впливає професійність та надійність людини-оператора, яка експлуатує засіб та людини-оператора, яка забезпечує сервісне обслуговування [8,10].

Список використаних джерел

1. Fuyang, T., Yuhua, C., Zanhua, S., & Yinfu, Y. (2020). Finite element simulation and performance test of loading and mixing characteristics of self-propelled total mixed ration mixer. *Journal of Engineering*, 12, 1-15. [doi: 10.1155/2020/6875816](https://doi.org/10.1155/2020/6875816).
2. Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across animal productions. *Sensors*, 22(12), article number 4319. [doi: 10.3390/s22124319](https://doi.org/10.3390/s22124319).
3. Novitskyi A. V., Banniy, O. O, Novitskyi Yu. A., Antal, M. V. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), 101–110. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101>.
4. Novitskyi, A. V., Banniy, O. O. (2021). Statistical analysis of functioning of repair service of ukraine. *Machinery and Energetics*. 12(2), pp. 39–47. <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-12-2-2021/statistichnyi-analiz-funktsionuvannya-ryemontnoyi-sluzhbi-ukrayini>.
5. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. (2021). Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*. 12(4), pp. 85–93. <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-12-4-2021/monitoring-tyekhnichnogo-stanu-silskogospodarskoyi-tyekhniki-za-kyerivnimi-matyerialami-na-yiyi-yekspluatatsiyu>.
6. Operator's manual. Mixer feeder wagon. SPW INTENSE 2 CS. (2020). 252 p.
7. Zinovi Ruzhylo, Andriy Novitskii, Dmytro Milko, Volodymyr Bulgakov, Ivan Beloev, Adolfs Rucins. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”. *Engineering for rural development*. 25-27.05.2022 Jelgava. pp. 911-917.
8. Новицький А. В., Карабиньш С. С., Ружи́ло З. В. (2017). Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ. 221 с.
9. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. (2017). Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кропивницький: ЦНТУ. С. 255–256.
10. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. (2016). Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного

обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 631.331.85

АНАЛІЗ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ

М. С. ФІЛІППОВ, студент магістратури,
П. С. ПОПИК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

На даний час проведено велику кількість досліджень по використанню швидкісних агрегатів при оранці, луштині і культивації ґрунту, при посіві і збиранні технічних культур. Використання підвищених (до 9 км/год) і високих (12-18 км/год) швидкостей при посіві просапних культур переконливо підтверджується високим економічним ефектом і перспективністю швидкісних методів праці в сучасному землеробстві [1].

Якість розподілу насіння при висіві залежить від багатьох показників роботи посівної машини. Основну роль при цьому відіграє ефективність роботи висівного апарата. Кількісно це виражається в рівномірності висіву насінин по довжині рядків.

Аналіз факторів, що впливають на нерівномірність висіву насінин вказує на те, що вони можуть бути представлені двома групами з варіаціями по швидкості і моменту часу скидання насінини. Вказуючи на важливість цих процесів в формуванні рівномірності зернового потоку, очевидним є те, що розсіювання швидкості і часу скидання обумовлені геометричними і фізико-механічними (коефіцієнтом тертя) властивостями поверхні насінин [4].

Встановлено, що одною із причин нерівномірності розподілу насінин є розсіювання насінин через кочення по дну борозни. Для зменшення цього ефекту необхідно знизити швидкість відділення насінин від дозуючого елемента.

Встановлено, що сівалки точного висіву розподіляють насінини в заданому інтервалі лиш на 18...29 % при необхідній нормі 90 %. Особливо точність висіву знижується при збільшенні швидкості руху сівалки до 2,5...3,0 м/с. Це насамперед пов'язано з недосконалістю конструкції висівних апаратів і недостатньою схожістю насіння. Точність дотримання інтервалів між насінинами в рядках позитивно впливає на урожайність, особливо при малих нормах висіву і вузьких міжряддях [2, 3].

В цілому багатосторонніми дослідженнями встановлено, що результати роботи апаратів, що задовольняють агротехнічні вимоги, досягаються лиш при швидкостях висіву просапних культур до 1,5 м/с.

Підраховано, що збільшення швидкості руху лише на 1 км/год підвищує продуктивність агрегатів з колісними тракторами на 16-18 %, а з гусеничними – до 22 %. При переході ж на робочі швидкості 12-18 км/год продуктивність їх зростає відповідно на 55-60 % і 85-90 %.

Зі збільшенням швидкості, що є нагальною вимогою сучасного землеробства, якість посіву різко знижується. Внаслідок цього ставляться вимоги до створення нових висівних апаратів, що задовольняють більш високим швидкостям і заданій точності висіву.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник / [Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Boiko A., Popyk P., Gerasymchuk I., Bannyi O., Gerasymchuk N. Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018, vol. 5, no. 1 (95). pp. 46-53.
3. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. – К., 2003. – 206 с.
4. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., Stepanenko S.P. Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH: Agricultural Engineering, 2019, vol. 57, pp. 141-146, Bucharest, Romania.

УДК 630.331.82

АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ ЛІСНИХ МАШИН

Д. А. ДВОРНИК, студент магістратури,
П. С. ПОПИК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

В даний час частка витрат на утримання та ремонт лісозаготівельної техніки в структурі собівартості лісозаготівель становить більше 20%. Однією з причин такого положення є низький рівень організації та якості технічного обслуговування та ремонту транспортних та технологічних машин. У лісовому господарстві та лісовій промисловості широке застосування знайшли машини із дизельними двигунами.

Переваги використання дизелів як джерело енергії для лісової техніки обумовлені кращою економічністю завдяки великій величині компресії, що

покращує процеси горіння паливоповітряної суміші; підвищеним коефіцієнтом корисної дії, малим вмістом токсичних речовин у відпрацьованих газах [1].

Енергетичні, економічні та екологічні показники роботи дизелів (потужність, витрата палива в розрахунку на одиницю напруцювання, величина механічних та теплових навантажень, надійність та токсичність) значною мірою залежать від технічного стану паливної апаратури.

Відповідно до функціонального призначення та конструктивного виконання паливна апаратура автотракторних дизелів повинна забезпечувати:

- подачу за короткий проміжок часу (0,001...0,01 с) точно дозованої кількості палива в циліндри двигуна відповідно до порядку їх роботи;
- інтенсивне впорскування палива в камеру згоряння під високим тиском та в дрібнорозпиленому стані;
- оптимальний розподіл розпиленого палива за об'ємом камери згоряння залежно від типу та форми її конструктивного виконання;
- подачу палива у певний момент часу щодо верхньої мертвої точки положення поршня на такті стиснення та відповідно до навантажувальних та швидкісних режимів роботи двигуна;
- підтримка стабільності параметрів процесу паливоподачі;
- регламентований ступінь очищення дизельного палива від різних видів забруднень.

Для проведення лісозаготівельних та лісосічних робіт лісовому господарству щорічно потрібна величезна кількість дизельного палива [2].

Разом з тим ці величезні паливні ресурси недостатньо ефективно використовуються через низьку паливну економічність тракторних та автомобільних дизелів в умовах рядової експлуатації. Основний вплив на витрату палива надає технічний стан паливної апаратури. У процесі експлуатації дизелів, внаслідок механічних та фізико-хімічних впливів, параметри агрегатів паливної апаратури часто виходять за межі регламентованих значень, приводячи при цьому до підвищеної витрати палива, втрати потужності та збільшення токсичності відпрацьованих газів.

Для забезпечення оптимальних показників витрати палива, ефективної потужності дизеля і відповідності все більш зростаючим вимогам до токсичності відпрацьованих газів, потрібно своєчасне виконання ремонтно-обслуговуючих операцій для дизельної паливної апаратури [3, 4].

Великий вплив на ці показники надає якість випробування та регулювання форсунок, від працездатності яких залежить якість розпилювання палива, точність його дозування, потужність, економічність та токсичність відпрацьованих газів дизеля. Для підвищення ефективності використання дизелів форсунок важливе значення має розробка та застосування нових сучасних засобів діагностування. В результаті знижуються витрати на проведення технічного обслуговування, передчасних складання та розбирання, тим самим зростає ефективність використання транспортних засобів у лісовому комплексі, що є актуальною проблемою. В даний час для діагностування форсунок лісових машин використовують в основному прилади КИ-15706, М-

106 та ДД-2110. Проте вони забезпечують об'єктивну оцінку технічного стану форсунок за показниками точності контрольованих параметрів. Тому метою досліджень є вдосконалення випробувань та регулювання форсунок при технічному обслуговуванні та ремонті дизелів лісових машин за рахунок використання модернізованих приладів та науково обґрунтованих оціночних параметрів технічного стану форсунок. Для цього визначено показники, що впливають на роботу форсунок дизелів лісових машин, та подано закономірності їх зміни від напрацювання.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, О.В. Тіхонов. – К.: Агроосвіта, 2014. - 665 с.
2. Карабиньош С.С., Ружило З.В., Мельник В.І. Сучасні технології ремонту і відновлення сільськогосподарської техніки / С.С. Карабиньош, З.В. Ружило, В.І. Мельник. – К.:НУБіПУ, 2016.- 389 с.
3. Роговський Л.Л., Вечера О. М, Поліщук О. Г., Попик П. С. Ефективність способів відновлення деталей плунжерних пар паливних насосів дизельних двигунів сільськогосподарської техніки. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 10, No 2, 115-120.
4. Патент на корисну модель № 136744 Україна, МПК (2006): F02M 65/00. Пристрій для перевірки плунжерних пар паливних насосів високого тиску і форсунок дизелів / Топчій С.І., Кириченко О.М., Попик П.С., Роговський Л.Л. // -№ u201903414; Заяв. 04.04.2019; Опубл. 27.08.2019, Бюл. № 16/2019.

ЗМІНА ГЕОГРАФІЇ ЕЛЕВАТОРНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ЛОГІСТИКУ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

В. МЕЛЬНИК, кандидат економічних наук, доцент

В. КІСІЛЬ, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Україна відома своєю значною роллю на світовому зерновому ринку, і елеваторне господарство є критичною складовою її аграрного сектору. Довоєнні десятиліття відзначались змінами у географії елеваторного господарства України, що мало значний вплив на логістику зернової продукції.

У період незалежності України, елеваторне господарство пережило значні трансформації. Реформи сільського господарства та приватизація спричинили зміни власності та управління багатьма елеваторами. Однак, однією з найбільш помітних змін було зміщення центрів виробництва зерна в напрямку південно-східних регіонів країни.

Південь та схід України стали головними областями для вирощування зернових культур через їх сприятливі кліматичні умови та наявність родючих

ґрунтів. Ця зміна в географії виробництва зернових вплинула на розташування елеваторів, з якими була пов'язана логістика зернової продукції.

Зміна географії елеваторного господарства мала на той час безпосередній вплив на логістику зернової продукції через наступні аспекти: транспортування; інфраструктура; експортні можливості.

Транспортний аспект розглядався щодо впливу розташування елеваторів у південних та східних регіонах на збільшення витрат на транспортування зернових до цих елеваторів з центральних та західних областей, що спричиняло збільшення витрат на логістику та підвищення цін на зерно.

Зміна географії елеваторного господарства вимагала розвитку та модернізації інфраструктури транспортування та зберігання зернових. Недостатня інфраструктура призводила до затримок у перевезенні та зберіганні, що негативно позначалось на логістиці та якості зернової продукції.

Розташування елеваторів біля морських портів на південному та східному узбережжі удосконалювало експортні можливості для українських зернових. Це створювало потенціал для розвитку зовнішньої торгівлі та підвищення конкурентоспроможності на світовому ринку.

Через війну в елеваторному господарстві України відбулися зміни. Деякі елеватори, що постраждали від обстрілів, відновили свою роботу, інші навпаки — втратили свою дієздатність. За підрахунками Elevatorist.com на червень 2023 року в країні по всіх областях в експлуатації знаходилось близько 57 млн т. Тимчасово втрачено, не працювало або було пошкоджено потужностей майже на 13 млн т одночасного зберігання. Серед постраждалих областей Донецька, Луганська, Дніпропетровська, Харківська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська, Сумська. Велика кількість аграрних компаній втратила неймовірну кількість сільськогосподарських земель через окупацію, забруднення та затоплення. На цей час відсутня точна оцінка втрат, орієнтовно вона коливається від 0,5 до 8 млн гектар.

Через закриття шести морських портів України, агрокомпанії зіткнулися з проблемою вивезення великого обсягу зернової продукції, яка повинна йти на експорт до інших країн. Тож було прийнято рішення про налагодження альтернативних маршрутів, що допомогло збільшити експорт зерна, але логістичні витрати залишаються високими.

Для розв'язання проблем зі зберіганням та перевантаженням зернової продукції, агрокомпанії запланували та вже будують нові елеватори та хаби в прикордонних областях України. Деякі агрохолдинги почали змінювати стратегію управління. Наприклад «НІБУЛОН» об'єднує свої 22 елеватори у 6 груп для оптимізації використання ресурсів та створення ефективної системи управління. За кожною групою елеваторів буде закріплена вахтова бригада, до якої будуть входити апаратники оброблення зерна та інші фахівці, які надаватимуть допомогу філіям у найбільш завантажені періоди роботи.

Таке розв'язання проблем підвищує інвестиційний потенціал. Через майже два роки життя України у війні фермери інвестують у власні сховища,

компанії розширюють потужності зберігання і перероблення, будують перевантажувальні сухопутні і річкові термінали.

Вплив війни на логістику зернової продукції можна розглядати за такими аспектами: безпека та ризики; обмежений доступ до інфраструктури; перенаправлення логістичних маршрутів.

Стратегія розвитку агропромислового комплексу України, оприлюднена міністерством аграрної політики та продовольства влітку 2023 р., передбачає загальне інвестування зберігання агропродукції на рівні \$3.8 млрд, з них: будівництво 600 нових елеваторів по 30 тис. т задля збільшення потужностей зі зберігання на 18 млн т; відновлення 77 зруйнованих елеваторів потужністю 9.4 млн т. Прогнозовані ринкові показники (2033) щодо інвестицій у нове будівництво та відновлення зруйнованих та пошкоджених елеваторів до 2033 р. – \$3.8 млрд (\$2.7 млрд та \$1.1 млрд, відповідно).

Інвестування аграрної логістики прогнозоване на рівні \$2.9 млрд, з них: на оновлення 14.6 тис. вагонів-зерновозів (із 24 тис. наявних), оновлення 14.6 тис. вагонів-зерновозів (із 24 тис. наявних) та забезпечення виробництва 130 електротягів – \$1.9 млрд.

Також згідно згаданої Стратегії передбачається створення в Україні оператора екологічного річкового транспорту (на водні) та інвестування сучасного зеленого залізничного транспорту – створення оператора або інвестиції в Укрзалізницю.

Загалом зміна географії елеваторного господарства України мала і має значний вплив на логістику зернової продукції. Ця зміна вимагає адаптації та інвестицій у транспортну інфраструктуру, зберігання та експортні маршрути для забезпечення ефективності та конкурентоспроможності українського зернового сектора. Умови війни в Україні вносять серйозні зміни у географію елеваторного господарства та логістику зернової продукції. Безпека, доступ до інфраструктури та перенаправлення логістичних маршрутів стають ключовими викликами для сільськогосподарського сектора. Розуміння цих викликів та розроблення стратегій для їх подолання є критичними для забезпечення стабільності та безпеки зернового сектора України в умовах війни.

УДК 631.358:62

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН

Б. М. ОКСІМЧУК, студент магістратури

В. А. СИВОЛАПОВ, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Забезпечення роботоздатності агрегатів ходової частини тракторів Т-150-05-09 неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню дільниць. При аналізі технічного стану деталей досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

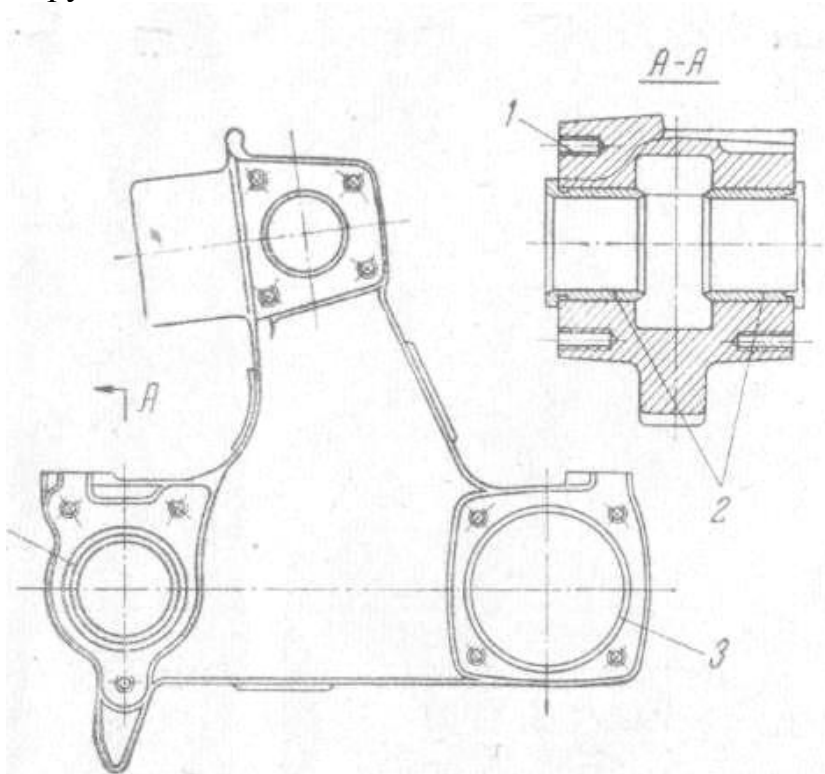


Рис. 1. Балансир 150.31.021-1. Схема дефектів.

Дослідження ремонтного фонду деталей проводять, застосовуючи методи математичної статистики, так як їх пошкодження відносяться до категорії випадкових величин. На базі співставлення допустимих при ремонті і фактичних розмірів спрацьованих поверхонь встановлюємо технічний стан деталей. При дослідженні ремонтного фонду деталей для найбільш повного відображення інформації про їх технічний стан дослідження проводимо для 25 деталей.

Таблиця 1. Балансир 150.31.021-1. Карта дефектації

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.			Способи і засоби контролю	Висновок
Номер	Назва	За кресленням	Допустимі в з'єдн. з деталями			
			Що були в експл.	Новими		
-	Тріщини, зломи	Тріщини, зломи не допускаються			Огляд	Бракувати
1	Пошкодження різі	Вмятини, забоїни, викришування, зрив більше 2-х витків не допускаються			Огляд	Відновлювати
2	Знос поверхні втулки балансира під цапфу 150.32.127	60 ^{+0,6} _{+0.4}	60,80	61,20	Штангенциркуль	Відновлювати
3	Знос поверхні під роликотідишипник	100 ^{+0,02} _{-0.01}	100,01	100,05	Штангенциркуль	Відновлювати
4	Ослаблення посадки втулок 150.31. 103	Ослаблення посадки не допускаються			Остукування Молоток	Відновлювати

1. Досліджуємо технічний стан деталей для дефекту № 3 (Знос поверхні отвору під роликотідишипник 7909К).

Результати заносимо в таблицю .

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідуючий

Придатних — 1 шт.

На відновлення — 24 шт.

На вибраковування — 0 шт.

Висновок. Таким чином, проведені дослідження технічного стану балансира 150.31.021-1 показали, що коефіцієнт відновлення складає 72 відсотки від всіх поступаючих на ремонт деталей, а розробка чи удосконалення технології відновлення їх є актуальною задачею сучасного ремонтного виробництва.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 С.

УДК 631.358:62

ВІДНОВЛЕННЯ ШЛІЦЕВИХ ВАЛІВ ТРАКТОРІВ МТЗ

Д. О. САВКО, студент магістратури

В. А. СИВОЛАПОВ, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основними дефектами шліцевих валів є знос опорних шийок, знос і руйнування шліців, деформація вала, знос різбових ділянок.

Знос шийок під шарикопідшипники не перевищує 0,3 мм. Знос шийок, що сполучаються з сальниками і втулками, може досягати 0,6 ... 0,9 мм. Шліци зношуються переважно у верхній частині бічної поверхні. Близько 90% шліців трактора має знос 0,4 ... 0,6 мм, а решта 10% - не більше 1 мм.

Шліцеві вали, центровані по зовнішньому діаметру, зношуються по цьому діаметру і відповідно вимагають відновлення даної поверхні. Вали, центровані по боковій поверхні шліців, зносу по зовнішньому діаметру зазвичай не мають, проте в процесі роботи деформуються. Короткі вали зазвичай мають деформацію в межах 0,1...0,3 мм, а деформація довгих валів (наприклад, піввісь) досягає 1...1,5 мм.

Шліци валів зношуються по ширині переважно до 1...2 мм. Знос по центруючому діаметру не перевищує 0,1...0,2 мм. В окремих випадках знос шліцевих валів тракторів досягає найбільшої величини (до 3...4 мм). Мають місце випадки зминання шліців. Знос різбових ділянок валів характеризується зазвичай зминанням витків різби, особливо характерним на кінцях вала.

При відновленні шийок і різбових ділянок рекомендується вібродугове наплавлення, наплавлення в середовищі вуглекислого газу, наплавка під шаром флюсу, контактна приварка металевого шару, газотермічне напилення, електроферромагнітне нарощування порошками.

Електродугова наплавка рекомендується при відновленні зношених бічних ділянок шліців. Для валів з дрібними шліцами западини між останніми повністю заплавляються. Для того щоб зменшити деформацію вала, наплавляють по черзі шліци на діаметрально протилежних його сторонах. Наплавлення ведуть електродами ОЗН-300, ОЗН-350, ОЗН-400 діаметром 4...5 мм, на зворотній полярності, при силі струму 200...250 А.

Кільцеву наплавку по спіралі можна застосовувати і для валів з великими високими шлицями, проте в цьому випадку їх попередньо обробляють (обточують або обдирають крупнозернистим кругом), зменшуючи висоту шліців до 6...8 мм.

Наплавлення ведуть з таким розрахунком, щоб шар виступав над поверхнею шліца на 1,2...2 мм. Це дозволяє в подальшому забезпечити нормальний розмір валу по центруючому діаметру. Наплавлений вал відпалюють на високочастотній установці, що полегшує механічну обробку.

Обточують вал різцем з твердосплавною пластиною T15K16 при частоті обертання 400 об / хв.

Для валів з великими шліцями застосуємо спосіб відновлення шліців контактним зварюванням і тиском. При цьому способом до вершин шліців контактним зварюванням приварюють присадочний матеріал (смугу або дріт) з одночасною осадкою і роздачею шліців по ширині. Присадний матеріал може подаватися з касети, що знаходиться на зварювальній машині, або підготовлятися у вигляді відрізків необхідної довжини з попередньою прихваткою їх до шліців в одній або декількох точках (в залежності від довжини шліців). Осадка і роздача шліців при зварюванні компенсують знос і забезпечують припуск на подальшу обробку.

Шліцевий вал з присадним матеріалом закріплюють в установочному пристосуванні і пневмоциліндром притискають до зварювальних роликів. Після включення зварювального струму одному з роликів надають коливальний рух за допомогою профільного кулачка. При зближенні роликів відбувається осадження нагрітих до температури зварювання ділянок шліців, що контактують з роликами, а при розведенні роликів на деяку величину - переміщення вала на 10...15 мм і нагрів наступних ділянок. Таким чином, відбуваються наплавка і осадження одночасно двох протилежних шліців по всій їх довжині. Швидкість наплавлення двох шліців на оптимальних режимах становить в середньому 30...50 м/год (в залежності від типорозмірів). Після наплавлення однієї пари шліців ролик розходяться і вал повертається на відповідний кут для наплавлення наступної пари.

При невеликому зносі шліців відновити їх можна методом пластичного деформування роликів розкатними головками. Спосіб заснований на роздачі шліца по ширині, переважно у верхній його частині, вдавленням ролика. При цьому вдається компенсувати знос шліців на величину до 2 мм (в залежності від ширини шліца).

Шліцеремонтну головку монтують на пресі. Шлицеву ділянку слід нагрівати (700...800°C) за допомогою індукційної високочастотної установки. Необхідне зусилля для розкатування близько 25 тс. Припуск на подальшу обробку необхідно давати 0,2...0,25 мм, що дозволяє застосувати тонке шліцефрезерування, отримати високу точність обробки і шорсткість поверхні в межах 6...7.

Список використаних джерел

1. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
2. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружи́ло З.В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіП, 2017. 212 с.

УДК 621.432.3

ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯМИ.

А. А. РАДЬКО, студент магістратури
В. А. СИВОЛАПОВ, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При ремонті деталей циліндропоршневої групи двигунів розточують зношені гільзи і хонінгують їх, ставлять поршні ремонтного розміру з комплектом кілець. У поршні ремонтного розміру встановлюють нові або відновлені поршневі пальці. Така технологія має істотні недоліки. По-перше, розточування гільз циліндрів викликає зниження їх зносостійкості через знімання найбільш твердого поверхневого шару, що сприяє зниженню довговічності двигуна в цілому. По-друге, застосовуваний метод ремонту пов'язаний з великою витратою запасних частин, що економічно не вигідно.

Істотного зниження витрат праці, витрати запасних частин і підвищення довговічності можна досягти використанням технології, заснованої на відновленні номінальних розмірів гільз і поршнів. Такий метод ремонту дає можливість компенсувати величину зазору у з'єднанні поршень-гільза за рахунок відновлених гільз.

В даний час є певний позитивний досвід відновлення гільз циліндрів постановкою спеціальних чавунних вставок, наплавленням і гальванопокриттями.

При використанні тонкостінних вставних гільз основну гільзу розточують під зовнішній діаметр вставки. Попередньо виготовлену з легованого чавуну вставку запресовують у гільзу з натягом 0,04...0,08 мм, потім механічно обробляють під зменшений ремонтний розмір.

Для вставок застосовують чавун, легований одним або декількома карбідоутворюючими елементами: хромом, молібденом, ванадієм, титаном, цирконієм. Наявність цих елементів створює чавуни аустенітно-мартенситної структури із включеннями вільних карбідів та графіту. Карбіди сприяють збереженню високих механічних властивостей чавунів при робочих температурах гільзи. Найбільш сильний карбідоутворюючий елемент - ванадій. Навіть при невеликому вмісті ванадію в чавуні зношування його суттєво знижується.

Дослідження працездатності гільз двигуна із вставками дозволили встановити, що зносостійкість їх збільшується в 1,8... 3,4 рази в порівнянні з суцільними гільзами із загартованого чавуну СЧ21-40. Як матеріал вставок рекомендується чавун із вмістом 6...8% марганцю і 1,8... 2% ванадію.

Для відновлення гільз двигунів ЯМЗ-238НБ під номінальний та ремонтний розмір застосовують вставки, виготовлені зі сталеві стрічки У8А,

У10А, 65Г підвищеної точності за товщиною та шириною. Ширина заготовки для гільзування 70 мм, товщина 0,7 мм, довжина 411,5 мм при твердості HRC 50...55. На одну гільзу використовують чотири заготовки. Запресовують заготовки в гільзу на пресі з використанням спеціального пристосування для формування кілець. Експлуатаційні випробування гільз, відновлених цим способом, показали їхню високу надійність в експлуатації (3500...4000 мотогодин) при відносно низькій вартості відновлення.

Наплавлення гільз циліндрів замість використання нової чавунної вставки також дає позитивний ефект. Як матеріал для наплавлення застосовують порошковий дріт ПП-АН-124-0. Режим наплавлення: напруга 22...26 В, струм 110...130 А, швидкість наплавлення 0,4...0,6 см/об, подача електрода 49,5...57,4 м/год, виліт електрода 20...25 мм, зміщення його з zenіту 8...10 мм. Чорнове розточування гільз проводиться на токарному верстаті, чистове - на розточувальному. Як ріжучий інструмент рекомендується застосовувати пластини з твердого сплаву ВК6М. Довговічність гільз після такого ремонту збільшується в 1,3...1,6 рази.

Запропоновано також відновлювати гільзи циліндрів індукційною відцентровою наплавкою порошковою шихтою. Для цього на внутрішній поверхні гільзи виконується проточка, в яку вводиться шихта. Гільзі надається обертальний рух. Розігрівають гільзу струмами високої частоти, застосовуючи внутрішній індуктор. Механічній обробці підлягає і зовнішня поверхня гільзи. Наплавлення проводиться порошком ПГ-ХН80СР4 із застосуванням флюсу: азотнокислий вісмут (основний) 10%, бура 45%, борний ангідрид 45%. Частота обертання гільзи в межах 750...950 об/хв. Температура нагрівання гільзи 1027...1047°C, час нагрівання 80 с. Після наплавлення проводиться високотемпературний відпуск з нагріванням деталі до 550°C протягом чотирьох годин і охолодження разом з піччю. Твердість наплавленого шару в межах HRC 55... 58. Застосування цієї технології сприяє зменшенню коефіцієнта тертя в з'єднанні кілець з гільзою, підвищенню маслоємності поверхні за рахунок кращої адгезії оливи порівняно з серійними гільзами і як наслідок підвищення їх зносостійкості в 4,8...5,5 рази.

В даний час розроблено багато електролітів, що дозволяють отримати різні сплави з підвищеними фізико-механічними властивостями. Стосовно відновлення гільз циліндрів становлять інтерес сплави $Fe - P$, $Fe - Ni - P$ та ін.

Список літературних джерел

1. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. – М.: "Колос", 1981. – 351 С.
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]; За ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 С.

УДК 630*8:630*36

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ

Р. О. СТОРОЖ, аспірант,
А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,
Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: greeesss999@gmail.com, Novytskyy@nubip.edu.ua

Однією з основних тенденцій розвитку лісової галузі в Україні є використання сучасних багатофункціональних машин, включаючи лісозаготівельні машини [2, 5], обладнання для подрібнення деревини [2, 6], транспортні системи [1], деревообробне обладнання [4, 7].

Важкі умови експлуатації обладнання для подрібнення деревини (МПД) є одним з основних чинників зниження показників їх надійності [2]. В процесі експлуатації МПД знаходяться під дією значних знакозмінних навантажень в широкому діапазоні швидкостей. Особливістю використання МПД є підвищена швидкість руху робочих органів. Так, частота обертання робочих органів МПД знаходяться в межах 540...1000 хв⁻¹. Вони експлуатуються в умовах забрудненості повітря, абразивні частини та відходи робочих процесів потрапляючи на поверхні тертя, змішуються з мастилами та оливами, призводять до зростання інтенсивності зношування поверхонь деталей.

Разом з тим, надійність є визначальним показником, який формує якість та ефективність роботи технологічного обладнання для приготування стружки [6]. Обладнання для виробництва деревостружкових плит представляє собою комплекс автоматичних ліній об'єднаних в одну систему, яка працює безперервно. Дослідженням функціонування обладнання для виробництва деревостружкових плит присвячено наукові статті [6, 7]. В представлених роботах показано, що на ефективну роботу основного конвеєра впливають простоти, які пов'язані з відмовами всього комплексу обладнання цеху, включаючи машини для підготовки технологічної стружки.

Досвід використання МПД показує, всі відмови можна розподілити на основні механізми [2]: завантаження; подрібнення; вивантаження. Практика експлуатації зазначених машин показує, що на механізм подрібнення припадає більша частина всіх відмов. В дослідженнях [2] зазначено, що всі елементи МПД можна розподілити на групи в залежності від терміну служби. Це елементи, що мають терміни служби, які дорівнюють кільком тривалостям ремонтного циклу: станини, кожухи. Інші дві групи включають ті елементи, які реально втрачають працездатність за тривалість одного ремонтного циклу. До складу таких елементів відносяться: пасові, ланцюгові та зубчасті передачі; муфти, шпонки; вали; захисні огороження; контрножі; електричні прилади та електродвигуни. Якщо в процесі спостережень легко встановити напрацювання на відмову та час відновлення працездатності кожного елемента МПД, то

з'являється можливість встановити інтенсивності відмов та відновлень кожного елементу і системи в цілому, розрахувати комплексні показники надійності [2].

Фахівці, користувачі МПД стверджують, що в сьогоденних умовах важливо не лише володіти інформацією про номенклатуру, ціни, технічні характеристики та особливості конструкцій вказаних машин, але й про їх надійність. Для подрібнення деревини використовуються різноманітні машини і верстати вітчизняного виробництва та від фірм-постачальників з Німеччини, Польщі та інших країн. Споживачів цікавлять питання, які мало відображені в проспектах на вказані засоби, але які так часто виникають під час огляду експозицій цих фірм на виставках, під час придбання та експлуатації техніки [2, 4]: які переваги машин з позицій забезпечення їх надійності; якими значеннями показників надійності характеризуються агрегати; яка довговічність основних робочих органів; яке передбачається сервісне обслуговування машин.

Список використаних джерел

1. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В. та інші. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. Кропивницький: КОД, 2017. 370 с.
2. Новицький А. В., Каменецька А. В., Чеботар І. Е. Моніторинг напрямків забезпечення надійності лісогосподарської техніки. Збірник наукових праць Луцького НТУ, Сільськогосподарські машини. Випуск 33. Луцьк. 2015. С. 107–116.
3. Полоз В. І., Шостак В. В. Оптимальна періодичність технічного обслуговування та ремонту обладнання для подрібнення деревини. Науковий вісник. Науковий вісник. Український державний лісогосподарський університет. 2005, Вип. 15.1. С. 156–161.
4. Ружило З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2016, Вип. 2. С. 223 – 231.
5. Тітова Л. Л., Роговський І. Л., Надточій О. В. Імітаційність місцеперебування засобу відновлення працездатності машин для лісотехнічних робіт. Збірник наукових праць Луцького НТУ, Сільськогосподарські машини. Випуск 33. Луцьк. 2015. С. 140–149.
6. Шостак В. В. Дослідження безвідмовності обладнання дільниці виготовлення стружки заводу деревостружкових плит. Машинознавство. 1999. №6. С.39–43.
7. Шостак В. В. Критерії оптимальності структури ремонтного циклу обладнання для виробництва деревностружкових плит. Науковий вісник. Український державний лісогосподарський університет. 2001, Вип. 11.2. Львів. 2001. С. 18–21.

УДК 629.331:629.017

ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ МЕХАНІЗМІВ ЕКСКАВАТОРА

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,

І. Г. ІЛЬІН, студент магістратури

*Національний університет біоресурсів і природокористування
України*

E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua, _crypticys@yahoo.com

Працездатність техніки, включаючи екскаватори, залежить від реалізації Програми забезпечення надійності на протязі всіх життєвих циклів [1, 2]. Ремонт екскаватора DOOSAN може бути організованим двома методами: індивідуальним і агрегатним. Рекомендується до застосування агрегатний метод ремонту, при якому несправні деталі і складальні одиниці екскаватора замінюють на нові або заздалегідь відремонтовані.

Надійність екскаватора лімітують ряд механізмів, включаючи ківш. Розглянемо характерні відмови ковша екскаватора. Зуб ковша – елемент, який приймає на себе основне навантаження, в процесі використання піддається інтенсивному зношуванню під час копання та значним навантаженням. На зуб ковша діє цілий ряд руйнівних факторів, через які він переходять непрацездатний стан. Вони включають ударні навантаження, вплив поверхні, абразивний вплив дрібних частинок, що потрапили у замки або в місця примикання зуба до адаптеру або ковша.

Дослідженнями встановлено, що ківш може втратити працездатність та знизити ефективність роботи екскаватора. Через це рекомендовано регулярно оглядати та за необхідності замінювати зуби на ковші екскаватора, що вийшли з ладу. Виробники екскаваторів і ковшів рекомендують проводити обслуговування ковша кожні 50 годин або щотижня. Змінювати зуби ковша проводять після 500 год. роботи. Однак головною вимогою для зміни зубів є не тривалість відпрацьованого часу, а їх фактичний технічний стан.

Нижче наведена послідовність заміни зубів ковша:

1. Регулярно оглядайте зуби ковша, щоб запобігти розвитку ознак зносу або руйнування. Не допускайте зносу змінних зубів ковша до ступеня, за якого відкривається перехідник ковша (рис. 1).

2. Порівняйте новий і зношений зуби ковша екскаватора.

3. Для заміни зуба 1 (рис. 2) використовуйте розбирально-складальне обладнання, щоб видалити установочний штифт (2) і стопорну шайбу (3) із перехідника зуба (4).

4. Після демонтажу зношеного зуба провести очищення перехідника.

5. Встановити новий зуб в перехідник в необхідне положення та стопорну шайбу.

6. Встановити в зуб установочний штифт.

7. Встановити шайбу в фіксуючу канавку.

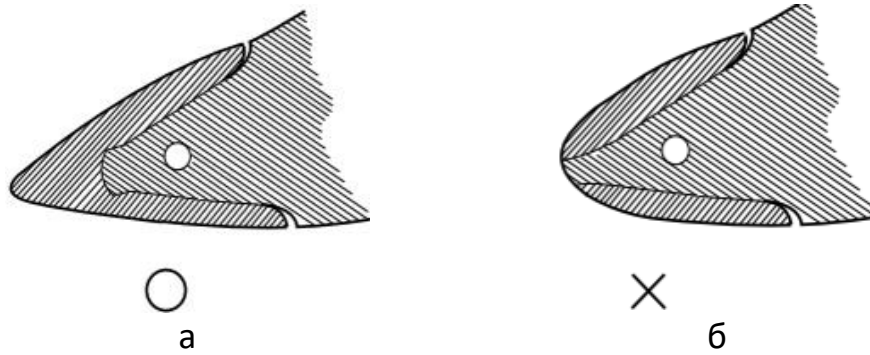


Рис. 1. Критерії граничного стану зуба ковша екскаватора:
а – новий зуб ковша; б – зношений зуб ковша.

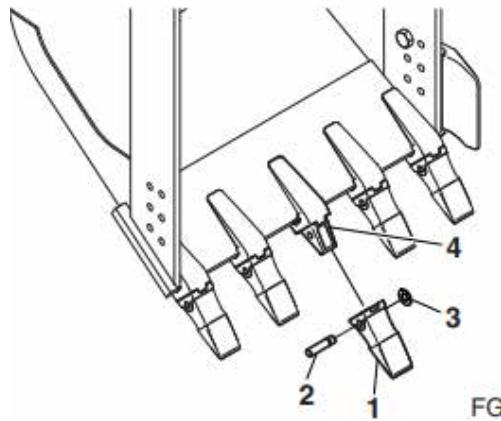


Рис. 2. Складові зуба ковша екскаватора

Поточні ремонти є основним в системі планово – попереджувальних ремонтів екскаваторів і являється собою комплекс заходів щодо усунення несправностей, попередження аварійних зносів, відновлення працездатності техніки [1].

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги.
2. Новицький А. В. Методичні підходи до формування програми забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Центральнотукраїнський науковий вісник. Технічні науки, Кропивницький. Україна. 2022. Вип. 6(37), ч. I. С. 134–143.
4. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2016. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 631.3

**ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ФІЛЬТРІВ MANN-FILTER
ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДВЗ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН**

О. В. ПРОДЕУС, керівник відділу збуту,
ТОВ «Манн+Хуммель ФТ Україна»

Ю. А. НОВИЦЬКИЙ аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: oleg.prodeus@mann-hummel.com, novickii_yurka@ukr.net

Функціонування двигунів внутрішнього згорання неможливе без надходження повітря. Повітряні фільтри знайшли своє застосування, як в легкових та вантажних автомобілях, так і в транспортно-технологічних машинах (ТТМ), які широко використовуються в аграрному секторі [1, 2]. Разом з повітряними потоками до двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) можуть потрапляти сторонні частки. Навіть мікроскопічні порошинки, що потрапляють до ДВЗ, виводять з ладу його датчики та механізми. З метою захисту від передчасного та граничного зносу деталей ДВЗ, необхідно регулярно оцінювати технічний стан та змінювати повітряні фільтри відповідно до рекомендацій заводу-виробника.

Основна функція повітряних фільтрів полягає у видаленні мінерального пилу, сажі, вугілля та інших забруднень з повітря перед процесом надходження його до систем ДВЗ та його змішування з паливом в системі впорскування [3, 4]. Попадання забруднень в циліндри ДВЗ може викликати зношування робочих поверхонь гільзи, поршневих кілець і безпосередньо поршнів. Повітряні фільтри ДВЗ підвищують ресурс деталей та забезпечують надійний захист від попадання різноманітних забруднень в системи. Слід зазначити, що на сьогодні існує досить багато типорозмірів повітряних фільтрів, які призначені для однієї і тієї ж моделі ДВЗ. Це пояснюється, перш за все, бажанням виробників продовжити його ресурс. Серед них існує два основних типи фільтрів. Для першого типу фільтрувальний елемент затискається кришкою уздовж його поздовжньої осі. Для зазначеного типу періодичність заміни фільтра становить близько 50 тис. км пробігу. Практика використання ТТМ показує, що при такому пробігу фільтри «прикипають» до посадкової поверхні, а для їх зняття слід прикладати додаткові зусилля. Для таких фільтрів характерним є те, що частина пилу, що знаходиться між гофрами, може просипатись всередину корпусу, потрапити до впускного колектору, а потім до систем ДВЗ. У таких випадках знімати фільтрувальний елемент слід обережно, лише похитуючи його з боку в бік.

Для другого типу фільтрів була запропонована принципово інша конструкція – з радіальним ущільненням. У конструкціях таких фільтрів передбачена змащена силіконом посадкова поверхня, якою він встановлюється

на трубу. Використання такої конструкції повітряного фільтра значно зменшує можливість його «прикипання», негерметичність ущільнення і попадання бруду у впускний колектор ДВЗ.

Необхідно звернути увагу фахівців з фільтрації, що в останні роки намітилась тенденція зменшення використання круглих повітряних фільтрів, оскільки в сучасних легкових автомобілях простір, який виділено для систем впуску та очищення повітря значно обмежено у зв'язку зі встановленням додаткових систем, включаючи кондиціонування повітря. Круглі фільтри складної конструкції продовжують оснащувати автомобілі преміум класу з великим об'ємом ДВЗ.

Розглянемо основні характеристики та особливості повітряних фільтрів від MANN-FILTER. Фільтрувальний матеріал фільтрів MANN-FILTER підібраний відповідно до індивідуальних специфікацій, та вимог замовників. Зазначені фільтри забезпечують повноцінну продуктивність фільтрації протягом періоду експлуатації із закладеним запасом ресурсу. Фільтри MANN-FILTER не лише забезпечують високу продуктивність, але й забезпечують кращий захист ДВЗ, та інших вузлів та агрегатів ТТМ.

Ефективність повітряних фільтрів MANN-FILTER PUR забезпечується надійним ущільненням, яке має рівні краї по контуру. Ущільнення характеризується стійкістю до впливу температурних коливань та умов використання ТТМ. Фільтрувальний елемент ідеально встановлюється в корпус повітряного фільтра та зберігає еластичність протягом міжсервісного інтервалу обслуговування та заміни.



Рис. 1. Ущільнення фільтрів MANN-FILTER

Характеристики стійкості та стабільності геометрії складок фільтрувальних елементів MANN-FILTER представлені на рис. 2. Фірма MANN-FILTER пропонує цілий ряд спеціальних технологій тиснення для фільтраційного матеріалу повітряних елементів фільтрів. Фільтрувальні елементи MANN-FILTER забезпечують ефективні характеристики просочення фільтраційного матеріалу, високу механічну та хімічну стійкість. В залежності від області застосування фільтрів, фільтрувальний матеріал підтримується в стабільному стані завдяки клейовим доріжкам або ж спіральним вставкам. Високі техніко-експлуатаційні характеристики фільтрів від фірми MANN-FILTER забезпечуються навіть при роботі в умовах з підвищеною вологістю в

польових умовах та агресивним середовищем, яке може бути в приміщеннях тваринницьких ферм.



Рис. 2. Характеристики цілісності фільтрів MANN-FILTER

Для фільтрів MANN-FILTER характерним є дотримання на високому рівні вимог пожежної безпеки завдяки вогнетривкому просоченню фільтра.

Однією з слабких ланок в забезпеченні надійності техніки в цілому і в повітряних фільтрів зокрема, є людський фактор, тобто вплив на їх працездатність оператора-експлуатаційника та оператора сервісного виробництва [5]. З одного боку, це обслуговування в процесі експлуатації та технічного обслуговування ТТМ а з іншого – обґрунтований підхід до оцінки технічного стану та заміни, підбір фільтрувального елементу.

Список літературних джерел

1. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.
2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.
3. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Карабиньош С. С., Новицький Ю. А. Повітряні фільтри ДВЗ та особливості їх обслуговування. *Агроексперт*. 2018. № 1 (114). С. 64– 67.
4. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. XI Міжнародна науково-практична конференція. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 255–256.
5. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. *Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»*. Харків, 2016, Вип. 2. С. 223–231.

УДК 631.3

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАДІЙНІСТЬ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОБУСІВ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,

С. В. СТЕЦЮК, асистент,

А. М. ЩЕКАЛЬОВА, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

E-mail: stecykss@bigmir.net

Експлуатація автомобільного парку пов'язана з вирішенням цілого ряду складних науково-технічних, економічних та організаційних проблем [2]. Це, з одного боку, забезпечення надійного та безпечного функціонування транспортної системи, що потребує збільшення витрат на створення нових, більш надійних та безпечних автомобілів, дорожнє будівництво, створення необхідної виробничої бази та підвищення кваліфікації персоналу, удосконалення засобів обслуговування тощо.

Найважливішими елементами автомобіля є механізми підвіски. Особливо надійність підвіски актуальна для автобусів великого класу, оскільки від їх стану суттєво залежать комфорт та безпека пасажирів.

Надійність пневматичної підвіски залежить від великої кількості факторів, які можна розділити на кліматичні, дорожні, режим роботи та інші. До кліматичних факторів відноситься температура (високі та низькі її значення), частка днів з опадами, вологість, сонячна радіація, тумани, заповишені бурі.

Зміни властивостей матеріалів залежить не тільки від наявності перерахованих факторів, але також і від інтенсивності та тривалості їх проявів. Слід зазначити, що кліматичні фактори інтенсифікують відмови, які виникають внаслідок дії сил тертя, втомних явищ у металі, випадкових перевантажень та інших проявів зношування деталей.

В окремих дослідженнях автори виділяють три основні типи факторів, що впливають на технічний стан автомобіля. Перший – конструктивні чинники, які визначаються формами, розмірами деталей, жорсткістю конструкції тощо. Технологічні фактори залежать від якості матеріалів, що використовуються для виготовлення деталей, застосування відповідної термічної обробки та складальних робіт. На технічний стан автомобіля більшою мірою впливають перелічені вище фактори [2].

На автотранспортних підприємствах основна увага має приділятися постачанню запасних частин першої, другої та третьої груп складності. Термін служби агрегатів та окремих деталей значною мірою залежить від умов експлуатації автомобілів. Тому в кожному автомобільному підприємстві слід вести статистичний аналіз термінів служби окремих вузлів та деталей, та, на

основі цього, здійснювати планування та постачання запчастин, проведення ремонтних робіт [3, 4].

Одним із шляхів підвищення ефективності використання та якості проведення ремонтних робіт є скорочення їх кількості за рахунок підвищення кваліфікації до раціонально допустимих значень [1, 3, 5]. Розроблено ряд методик з метою підвищення кваліфікації робіт з ТО і ремонту автомобілів за складністю на основі встановленої кваліфікації ремонтних робітників та методика розподілу трудомісткостей вказаних робіт для ремонтних підприємств.

Список літературних джерел

1. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.
2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.
3. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Карабиньош С. С., Новицький Ю. А. Повітряні фільтри ДВЗ та особливості їх обслуговування. *Агроексперт*. 2018. № 1 (114). С. 64– 67.
4. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. XI Міжнародна науково-практична конференція. Кропивницький: ЦНТУ, 2017. С. 255–256.
5. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. *Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів»*. Харків, 2016, Вип. 2. С. 223–231.

Секція 2 «Прикладна механіка»

УДК 631.3(075.8)

ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОЇ НАУКИ – ОБ'ЄКТИВНА НЕОБХІДНІСТЬ ЧАСУ

В. М. БУЛГАКОВ, академік НААН, д.т.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Впевнений рух України в своєму розвитку уперед, прагнення до скорішої інтеграції у Європейський та світовий простір викликають природню необхідність нових поглядів на державну політику у багатьох її напрямках, в тому числі на аграрну науку та освіту. Якими б не були зараз сучасні межі їх функціонування та навіть розвитку, але саме зараз в епоху докорінних змін у державі (пов'язаних з війною та подальшою відбудовою після Перемоги) та нових поглядів виникає доволі гостра необхідність подолання застарілих догм, які на жаль дуже живучі і стереотипів мислення минулого, для ґрунтовної розробки нової концепції майбутнього прогресу в цьому напрямі.

Однак тільки на підставі об'єктивного наукового підходу по обґрунтуванню та аналізу, широко використовуючи передовий зарубіжний досвід є можливість окреслити реальні кроки до формування концепції подальших трансформувальних саме цих питань, які стратегічно важливі для України.

Спочатку є всі підстави стверджувати що аграрні освіта та наука країни ще не достатньо вписуються у державну систему прийняття важливих чи навіть кардинальних рішень. Вищі навчальні заклади аграрного спрямування країни та Національна академія аграрних наук поки що стоять у більшості випадків осторонь і не являються тим надійним фундаментом стратегії й тактики державної політики у цій важливій галузі. Можна назвати поодинокі випадки, коли для прийняття доленосних рішень в аграрній галузі країни вимагалась обґрунтована думка або науково розроблена концепція дій, які гарантовано були б враховані. Здебільшого найчастіше для цього вимагають довідки про стан справ.

Жодним чином не відкидаючи існуючу зараз об'єктивну критику, а навпаки до неї уважно прислухаючись, все ж таки є необхідність констатувати наступну тезу: «Національна академія аграрних наук України та провідні науковці аграрних вишів, поки що не є, але можуть бути для держави джерелом принципово нових напрямів розвитку та постачальником кадрів у державницькій структурі». Саме ці справжні наукові кадри високої кваліфікації повинні входити в державницькі структури для розробки, розгляду й прийняття виникаючих нових напрямків науки, техніки, виробництва, цифрової економіки, яка зараз швидко еволюціонує, біотехнологій, високотехнологічного сільськогосподарського виробництва та переробної промисловості тощо. Саме ці наукові аграрні кадри повинні «народжуватись» у надрах вишів та Національної академії аграрних наук, стати справжніми та компетентними

фахівцями шляхом еволюційного зростання з молоду, а не поповнювати ряди працівників іноземних фірм, яких доволі багато і які здається надовго підкорили простір України. У багатьох наших вишах, зокрема у Національному університеті біоресурсів і природокористування України, де створені відповідні умови здобуття фахової освіти ці кадри з'являються, навіть з врахуванням того, що їх стажування на останніх курсах навчання відбувається у провідних університетах та наукових закладах Західної Європи, але вони все ж таки повертаються для подальшої роботи на Батьківщині. Але це, на жаль, поки що одиниці.

Які ж є шляхи у подоланні цієї доволі складної та нелегкої задачі у рамках цілої держави?

Якщо починати ґрунтовний аналіз стану справ, то для розвитку сучасного освітянського простору в аграрних вишах необхідний перш за все склад висококваліфікованих викладачів та сучасне навчальне обладнання, а для успішного розвитку аграрної науки також необхідний і кадровий потенціал, і відповідний досвід роботи, і сучасне наукове обладнання.

Таким чином, зараз напряду виникають питання у спрямуванні на об'єднанні цілком однакових зусиль.

Але відверто кажучи, зараз у Національній академії аграрних наук (внаслідок менших ставок заробітних плат, відсутності надання житлових умов тощо) немає достатньої кількості щорічного притоку нової молоді генерації науковців. На жаль і у вишах аграрного профілю країни, у більшості випадків, наукова робота викладачів, ще залишається побічною працею. Розробки вчених аграрних університетів (навіть дуже потужні та яскраві) у більшості випадків не можуть бути широко впровадженими. Без перебільшення є підстави також стверджувати, що й наукові розробки, створені у стінах Національної академії аграрних наук України, також не є широко затребуваними.

Тому першим кроком, який відразу спадає на думку, є питання стратегічного планування розвитку й функціонування всієї аграрної науки держави, в яких виші не тільки готують для цього потужні кадри, а також приймають безпосередню участь у досить актуальних сучасних досліджуваних проєктах. Повне дублювання наукових розробок за державний кошт усередині країни повинно бути ліквідованим назавжди.

Як це не прикро, але на жаль у нас у більшості випадків ще немає достатньої кількості наукових працівників, здатних успішно виконувати в аграрній сфері дослідження такого рівня, який дозволяє отримувати нові наукові знання і мати практичні рекомендації, які б конкурували у світовому співтоваристві. У цьому легко переконатись прочитавши (або прослухавши) наукові звіти за останні роки, де ще досі за значним накопиченням загального змісту (який з року в рік залишається фактично незмінним) приховуються переписані закордонні надбання, застарілі дані, що були давно отримані і про них ніхто вже не пам'ятає, викладання результатів без глибинного пророблення реальних процесів (а так: «посіяв–зібрав»), наводяться «трьох-чотирьох поверхові» формули, які не перевірити ні застосувати неможливо.

Достовірність багатьох агрономічних досліджень апіорі взагалі ніяк не можливо ні перевірити, ні оцінити, ні порівняти. Результати таких досліджень з року в рік дещо змінюються, але їх достовірність може бути насправді сумнівною, її навіть ніяк не можна проконтролювати.

Другим, більш докорінним кроком є, крок який дозволяє нарешті позбутись звичайної радянської «зрівнялівки» й поділити і аграрні виші і НДІ, що належать Національній академії аграрних наук на три категорії. Насамперед боятись цього кроку зовсім не потрібно – так робиться в усьому цивілізованому світі.

Якщо застосовувати звичайну термінологію, то назви цих категорій можуть бути такими:

- провідні;
- стабільно працюючі;
- звичайні.

Зупинимось на ґрунтовному аналізі цих вказаних категорій.

Так, провідні установи – це вищий рівень і це установи, де відбувається генерація нових знань. Безумовно це установи де освітянські послуги та наукові дослідження здійснюються, підтверджуються і порівнюються з аналогічними показниками провідних установ Західної Європи або світу. Для цього необхідні визнання за необхідною кількістю наукових статей, що надруковані саме у часописах Європи та світу, обов'язкові виступи на міжнародних симпозиумах та конференціях серед світових грандів, наявність працюючої професури, яка визнана у світі (це обов'язкове обрання у склад іноземних академій, обрання почесними докторами або професорами іноземних університетів, присутність у міжнародних асоціаціях та об'єднаннях, членство у редакційних колегіях провідних часописів, які входять у бази Scopus та Web of Science тощо). Цей показник визначається у розрахунку на 100 науково-педагогічних працівників і повинен бути якомога більшим. Обов'язковою повинна бути тут присутність викладачів, науковців та наукової молоді, яка стажувалась у провідних університетах та наукових закладах світу.

До другої категорії установ слід віднести освітні та наукові установи, які майже наполовину досягають встановлених показників наукової діяльності установ першої категорії.

І, нарешті установи третьої, звичайної категорії мають показники, що відповідають високому рівню, але тільки для нашої країни і здатні надавати науково-технічні послуги в аграрній діяльності теж високого сучасного ґатунку. Їх подальша робота повинна обов'язково бути спрямована до показників установ більш високої категорії.

Але ці загальні, навіть поверхневі поділи навчальних та наукових установ на категорії є лише початковою ланкою ланцюга докорінної зміни освітянського та наукового просторів в аграрній сфері нашої держави в даний час.

Головним, на наш погляд, є щорічне (або у подальшому багаторічне) «вироблення» освітньої та наукової «продукції», яка обов'язково повинна бути

замовленою.

В усьому цивілізованому світі наука робиться на замовлення!

В нашому випадку, оскільки держава є фінансуючою складовою означеного вище алгоритму, то вона й повинна бути «Замовником». Окрім, безумовно комерційних, приватних замовлень, які дуже розповсюджені у світі.

Але зараз у державі ще не має такої установи, яка б ретельно контролювала не тільки сучасний стан справ у освітянському та науковому просторах, а й сама виконувала б функції справжнього «Замовника», який здійснював би це замовлення для дуже негайної потреби і дуже прискіпливо дбав про обов'язкове повне використання замовленої продукції у рамках всієї держави. Такою науковою установою, на наш погляд, може бути створений в нашій країні «Комітет стратегічного наукового планування».

Тільки запроваджуючи такі кроки, на нашу думку, можливо значно прискорити входження України у світовий науковий простір, який поставить її в ряд сильних, самодостатніх та конкурентоспроможних держав.

УДК 637.31

ДИНАМІКА ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ТРАКТОРА З ФРОНТАЛЬНИМ ПЛУГОМ БЕЗ ОПОРНОГО КОЛЕСА

Г. А. ПЕТРОВ, аспірант,
В. Т. НАДИКТО, професор,

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного (Запоріжжя, Україна)*

E-mail: director@petrov.ua, volodymyr.nadykto@tstatu.edu.ua

Використання задньонавісних плугів зумовлює небажане розвантаження передніх керованих (як правило) коліс трактора. Для усунення цього недоліку застосовують баластування його переднього моста, що створює додаткове ущільнення ґрунту. Одним із шляхів відмови від використання баласту є застосування фронтальних плугів, які функціонують у режимі «push». Всі вони, як правило, обладнані принаймні одним опорним колесом. Наявність останнього, ускладнюючи конструкцію плуга, відповідним чином впливає на ступінь вертикального довантаження керованих коліс мобільного енергетичного засобу.

Для вивчення динаміки вертикальних коливань переднього мосту трактора з фронтальним плугом без опорного колеса розроблено математичну модель:

$$K_1 \cdot z(p) = K_2 \cdot h(p) + 1 \cdot N_s(p),$$

де $K_1 = M \cdot p^2 + 2K \cdot p + 2C$; $K_2 = 2 \cdot (K \cdot p + C)$; p – оператор Лапласа; $z(p)$

– амплітуда вертикальних коливань переднього мосту трактора; $h(p)$ – коливання нерівностей профілю поля; N_s – вертикальна сила, яка діє на трактор збоку фронтального плуга без опорного плуга; M – маса, яка припадає на передній міст трактора; K , C – коефіцієнти демпфування і жорсткості шин передніх коліс трактора відповідно.

Аналіз результатів моделювання показав, що збільшення вертикального довантаження переднього мосту трактора на 600 кг приводить хоча і до незначного, але бажаного зменшення значення амплітудно-частотної та бажаного зростання фазово-частотної характеристик відпрацювання динамічною системою зовнішнього збурення. Причому, що вище частота коливань останнього, то більш прийнятними є ці характеристики.

Встановлено, що для покращення характеру перетворення аналізованою динамічною системою зовнішнього збурення у вигляді коливань сили N_s , значення коефіцієнта жорсткості шин передніх коліс трактора (коефіцієнт C) слід зменшувати. На практиці це можна реалізувати шляхом встановлення у цих шинах відповідного тиску повітря.

За результатами математичного моделювання встановлено, що амплітудно-частотні характеристики розглядуваної динамічної системи практично інваріантні по відношенню до збільшення значення коефіцієнта демпфування шин передніх коліс трактора (коефіцієнт K) в межах від 1 до 3 $\text{кН}\cdot\text{с}\cdot\text{м}^{-1}$. Фазові частотні характеристики динамічної системи при цьому покращуються. Особливо це помітно при частоті коливань збурювального впливу в діапазоні $0-10 \text{ с}^{-1}$.

УДК 631.356.02

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ГИЧКИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ПРИ ЇЇ ВИВАНТАЖЕННІ З ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

І. В. ГОЛОВАЧ, чл.-кор. НААН, д.т.н., проф.
Національний університет біоресурсів і природокористування України

З метою обґрунтування раціональних параметрів розробленого нами вивантажувального механізму гичкозбиральної машини нової конструкції, у разі розкидання по поверхні поля скошеної та зібраної гички як органічного добрива, побудовано математичну модель руху частинки гички після її вильоту з вивантажувального патрубку зазначеного механізму до досягнення поверхні бурякового поля.

Для цього спочатку була складена еквівалентна схема, яка описує рух частинки гички і її політ з верхньої частини вивантажувального патрубку (рис).

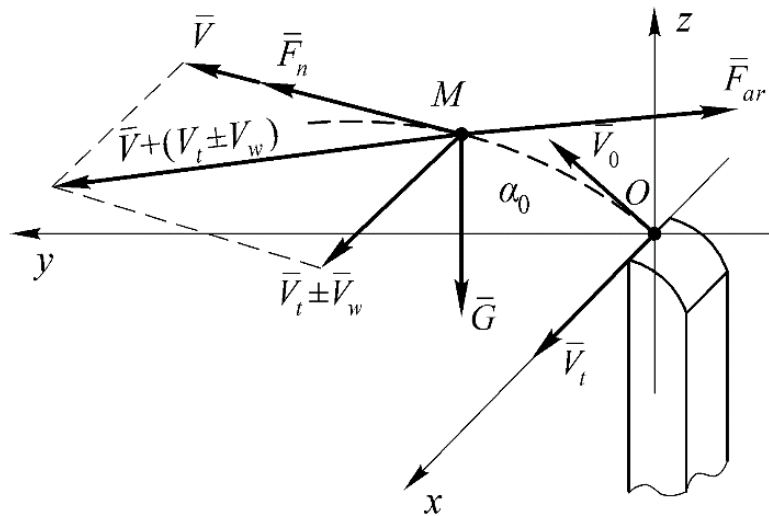


Рис. Еквівалентна схема руху частинки гички після її вильоту з вивантажувального патрубка

Далі була складена система диференціальних рівнянь, що описує політ частки гички у довільний момент часу з урахуванням швидкості її вильоту з вивантажувального патрубка, впливу повітряного потоку та опору повітря, що враховує поступальну швидкість переміщення гичкозбиральної машини по полю, а також швидкість та напрямок вітру.

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{x} &= -\lambda\sqrt{(\dot{y}^2 + \dot{z}^2) + (V_t \pm V_w)^2} \cdot (V_t \pm V_w), \\ m\ddot{y} &= k\left(V_n - \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}\right) \frac{\dot{y}}{\sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}} - \lambda\sqrt{(\dot{y}^2 + \dot{z}^2) + (V_t \pm V_w)^2} \cdot \dot{y} \\ m\ddot{z} &= k\left(V_n - \sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}\right) \frac{\dot{z}}{\sqrt{\dot{y}^2 + \dot{z}^2}} - \lambda\sqrt{(\dot{y}^2 + \dot{z}^2) + (V_t \pm V_w)^2} \cdot \dot{z} - mg \end{aligned} \right\}$$

Рішення отриманої системи диференціальних рівнянь на ПК дасть можливість визначити раціональні конструктивні та кінематичні параметри вивантажувального механізму, які забезпечують необхідну початкову швидкість вильоту частинок гички з вивантажувального патрубка, а отже, і необхідної дальності розкидання частин гички.

УДК 631.3.001.4:621.01

ЗАПОЧАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ ВИПРОБУВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ЗНАРЯДЬ

О. В. БУЛГАКОВА, канд. іст. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Згідно архівних документів встановлено, що перша в Україні станція з випробування сільськогосподарських машин та знарядь була заснована у 1889 році у Харкові у складі Харківського практичного технологічного інституту. І хоча раніше помилково вважалось, що першою аналогічною станцією була Київська станція випробувань землеробських машин та знарядь при Київському політехнічному інституті, яка знаходилася у с. Грушки, то зараз стало достовірно відомо (при вивченні архівів), що фактично її робота почалась у 1901 році, тобто більш ніж через 10 років після успішної роботи такої ж випробувальної станції у Харкові.

Також при дослідженні архівних документів з'ясувалось, що Київська станція по випробуванню сільськогосподарських машин та знарядь фактично існувала до 1910 року (надалі деякий проміжок часу існувала як звичайне господарство для виробництва сільськогосподарської продукції при КПІ і Київському сільськогосподарському інституті, що відокремився від нього у 1922 році), а Харківська станція для випробувань сільськогосподарських машин і знарядь виконувала свої функції за призначенням значно довше і нею в різні роки керував інженер-технолог, професор Латишев Г.О. (1903–1915 рр., 1919 р., а після його смерті станція далі фактично функціонувала до 1923 року). Професор Латишев Г.О. також успішно читав у ХПТІ курс лекцій з сільськогосподарських машин, оскільки, згідно архівних джерел, разом з заснуванням у 1889 році випробувальної станції в стінах ХПТІ була створена перша в Україні, як самостійна кафедра сільськогосподарського машинобудування і перша спеціальна лабораторія з сільськогосподарських машин [див.: «О введении преподавания в Институте «Сельскохозяйственного Машиностроения». Державний архів Харківської області. Ф. 770. Оп. 1. Спр. 100. Арк. 8 – мова оригіналу].

Керівник Харківської випробувальної станції, він же одночасно – завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування ХТІ професор Латишев Г.О. опублікував в той час такі підручники: «Курс сільськогосподарських машин» (Харків, 1895); «Курс нарисної геометрії» (Харків, 1897); «Нарисна геометрія» (Харків, 1901, 1910); монографію «Сільськогосподарські машини» (Харків, 1901). Отже, є також всі підстави вважати, що першими виданими систематизованими підручниками для студентів вишів, саме з курсу сільськогосподарських машин є саме ці праці, які побачили світ у Харкові. Тобто беззаперечним фактом є те, що цей вчений і був першим в Україні автором підручника з курсу «Сільськогосподарські машини»,

а не хто інший, як помилково вважалось донині. Це підтверджується архівними документами [див. Державний архів Харківської області. Ф. 770. Оп. 1. Спр. 100. Арк. 3. «О введении преподавания в Институте «Сельскохозяйственного Машиностроения» – мова оригіналу].

Зараз на місці розташування Харківської станції для випробування сільськогосподарських машин, що раніше знаходилась на околиці міста, а сьогодні це дуже близько до центру міста, у 10 хв. від станції метро, розміщені будівлі Українського фізико-технічного інституту (заснованого в Харкові у 1928 році і перші будівлі якого з'явилися тут у 1930 році; тепер це Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут» – а ці корпуси, розташовані у місті мають сучасну назву – старий майданчик ХФТІ), та Українського НДІ сільськогосподарського ґрунтознавства заснованого у 1931 році (тепер це Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»).

Однак ефективність роботи цих двох станцій для випробування сільськогосподарських машин та знарядь на початку ХХ сторіччя залишалась не дуже високою. Оскільки з часом виникла необхідність у більш систематичній перевірці машин, а також проведенні численних конкурсів при їх всебічних випробуваннях і ці станції вже були неспроможні продуктивно виконувати цю роботу, особливо з дослідження й прогнозування оптимальних параметрів досконалих конструкцій сільськогосподарських машин. Тому було створено Бюро з сільськогосподарської механіки при Вченому Комітеті Головного управління землеустрою та землеробства, куди входили відомі на той час вчені та інженери і тоді ж почали відкриватись нові машиновипробувальні станції.

До складу Бюро входили: відділ вивчення сільськогосподарських машин; лабораторія фізики ґрунтів із завданням дослідження впливу машин на зміну структури ґрунтів, відділ випробування тракторів та двигунів з підвідділами випробування матеріалів, конструювання інструментів, насіннєвою та хімічною лабораторіями, статистичний та довідковий відділи. При цьому спочатку у 1912 році було створено два відділення Бюро: у с. Якимівка (нині Запорізька область) та у с. Кіланбек (біля м. Ташкент) з випробувальними ділянками та майстернями для виготовлення приладів та інструментів. Згодом ці відділення були перетворені на окремі машиновипробувальні станції.

Цікаво згадати про те, що вперше думка про створення станцій для випробувань сільськогосподарських машин виникла ще у 1871 році, а 1877 року рада Петрівської землеробської і лісової академії обґрунтувала їх цілі й завдання. Проте, цілеспрямованих випробувань сільськогосподарських машин, вивчення їхньої роботи, розробки методики випробувань та необхідної апаратури тоді не було. І лише у Харкові, як було вже сказано при ХПТІ під керівництвом проф. Латишева Г.О. та в Київському політехнічному інституті (с. Грушки) під керівництвом проф. Шиндлера К.Г. і в Бюро з сільськогосподарської механіки, яке знаходилось у с. Якимівка під Мелітополем під керівництвом проф. Арцибашева Д.Д. де також у 1912 році

рішенням Департаменту землеробства офіційно було організовано ще й таку ж Якимівську станцію, це стало можливим.

При цьому слід відразу зауважити, що проведення випробувань навіть простих сільськогосподарських машин та знарядь (на кінній тязі або взагалі ручних) ще на початку зародження рільничого машинобудування на промисловій основі у середині XIX століття окремими фахівцями або викладачами-науковцями навряд чи є підставою вважати науково-відпрацьованими, методично правильними, ґрунтовними, повними і всебічними випробуваннями. Збирання колекцій існуючих тоді сільськогосподарських машин та знарядь (чи їх моделей) у музеях, студіях, конкурсах, виставках, сільських аграрних школах та гуртках, показ їх учням та слухачам для вивчення, навіть демонстрація роботи в реальних польових умовах – це не цілеспрямована, ґрунтозна та складна науково-інженерна діяльність по організації та проведенню випробувань сільськогосподарських машин та знарядь у необхідній кількості та з метою отримання об'єктивних даних. Головною перешкодою у цьому тоді була відсутність відповідного вимірювального обладнання та пристроїв для фіксування досліджуваних параметрів. Такого обладнання у інженерів-одинаків та навіть тих хто був професорами, у ті часи, ніяк не могло бути.

Просте, навіть примітивне оцінювання роботи в польових умовах більшості сільськогосподарських машин та знарядь в ті часи, коли майже все ґрунтувалось на звичайній візуалізації кінцевого результату (наприклад, гладка оранка після проходження кінського плуга, чи нерівна?), або оцінювання якості роботи під час змагань плугарів, навряд чи дає підстави вважати це започаткуванням випробувальної справи в Україні в середині XIX століття.

Вказане випробувальне обладнання і засоби для фіксування (самописці, фіксатори, лічильники тощо) для агроінженерної галузі тоді ще у світі просто не існували. Потрібно було самим розробляти відповідні конструкції, проектувати та потім виготовляти власні вимірювальні прилади, причому у майстернях, оснащених сучасними (на той час) станками та обладнанням, що гарантувало б відповідну точність, далі проводити правильне та тонке налаштування таких приладів, їх тарування і пристосування до кожної конкретної машини або знаряддя та подальше періодичне їх налагодження та перевірку. Причому всі вимірювальні прилади та фіксуюче обладнання мали тоді працювати виключно за механічним принципом, адже електрика з'явилась лише на початку XX століття. Проводити у польових умовах будь-які випробування, з використанням кінної тяги, було тоді просто неможливо. Це був насправді звичайний показ сільськогосподарських машин в роботі і не більше. Не існувало у ті часи й ґрунтових каналів (що давало б можливість проводити випробування робочих органів протягом цілого року) та стаціонарних випробувальних стендів. Зараз навіть важко собі уявити, яким чином можна було тоді точно вимірювати швидкість пересування коней з плугом або робити вимірювання змінних силових параметрів.

Отже, випробувальна справа ставала можливою лише наприкінці XIX

століття, коли багато чого з приладової бази почали виготовляти за кордоном і її було можливо там купити. Причому виробляли вимірювальні прилади для галузей промисловості, однак це давало можливість вже у подальшому їх самотужки переробляти і пристосовувати для випробувальної справи у рілльничій галузі. Але цікавим є те, що в нашій державі саме наприкінці XIX століття, після організації перших машино-випробувальних станцій вітчизняні науковці, інженери, конструктори почали самі створювати оригінальні вимірювальні прилади і виготовляти їх в механічних майстернях Харківського практичного технологічного інституту, Київського політехнічного інституту та Петрівської сільськогосподарської академії. Це дало можливість забезпечувати у польових умовах дійсні випробування сільськогосподарських машин та знарядь. Більшість з цих приладів й досі, вже більше 130 років, успішно використовуються у науковій та випробувальній справах у всьому світі, оскільки вони є прості за конструкцією, високоточні, надійні та зручні у застосуванні.

Особливо важливою при випробуваннях сільськогосподарських машин та знарядь є методика їх проведення. Мало хто тоді серед науковців та інженерів це у повній мірі розумів. І тут, першопочатковим є питання на яких типових ґрунтах проводити випробування, які сівозміни будуть при цьому застосовуватись, у яких природньо-кліматичних умовах потрібно їх проводити. Це так звана загальна методика польових випробувань сільськогосподарських машин та знарядь. Однак під кожний конкретний тип сільськогосподарської машини, чи її робочого органу необхідно розробити приватну методику випробувань (чи то до плугів, чи до борін, чи до сівалок). А це вимагає ґрунтовних знань агрономії, ґрунтознавства та агроінженерії та чималого практичного досвіду. Саме у цьому питанні є відповідні компромісні варіанти, наприклад, який параметр безпосередньо вимірюється і фіксується, а який на підставі отриманих даних можна з високою точністю розрахувати. В такому випадку польові випробування стають тісно пов'язаними з польовими експериментальними дослідженнями, чого тоді у багатьох випадках бракувало. Крім того найголовнішою залишалася методика обробки результатів багатократного вимірювання, яка забезпечувала б правильні, точні та об'єктивні їх результати. У 70–80-х роках XIX століття про це навіть не було ще уяви.

Отже, твердження про те, що зародження системи випробувань сільськогосподарської техніки було саме у середині XIX століття (і неважливо в якій би частині України це не відбувалось, і чи була вона тоді складовою частиною іншої держави), не відповідає дійсності. Окремі випадки демонстрування роботи у полі деяких рілльничих знарядь і показ його учням були (причому у різних місцях), але це жодним чином не свідчить про систематизоване та об'єктивне оцінювання, яке можливо провести на справжній машинно-випробувальній станції, саме за цих головних умов, які викладені вище. Виставковий, чи конкурсний показ працюючого в полі

сільськогосподарського знаряддя – це не випробування! Одна людина не в змозі це зробити.

Насправді випробувальна справа зароджувалась в Україні у Харкові та Києві і вона тісно пов'язана з ґрунтовою науковою та навчальною діяльністю в галузі сільськогосподарського машинобудування. Період організації перших кафедр сільськогосподарського машинознавства та машиновипробувальних станцій пов'язаний з діяльністю найвідоміших на той час вчених: Латишева Г.О., Шиндлера К.Г., Горячкіна В.П., Арцибашева Д.Д., Вейса Ю.А., Пигулевського М.Х., Качинського Н.А., Нагібіна В.І., Полетаєва С.В., Баркова К.М., Белова І.Д. та ін. З 1909 р. під керівництвом професора Арцибашева Д.Д. Департаментом землеробства видавався щомісячний журнал «Відомості бюро з сільськогосподарської механіки». У ньому друкувалися статті з теорії та конструкцій сільськогосподарських машин, а також висвітлювалися результати випробувань різних сільськогосподарських машин та знарядь, згодом тракторів.

Велику увагу розвитку сільськогосподарського машинознавства та й випробувальної справи приділяв відомий український науковець, член-кор. АН УРСР (з 1939 р.), д.т.н. (з 1938 р.), проф. (з 1938 р.) Крамаренко Л.П., який активно працював у цій галузі спочатку у Києві, а потім у Харкові.

Згідно архівних даних Леонід Петрович Крамаренко мав фундаментальну математичну та інженерну освіту, оскільки у 1907 році закінчив фізико-математичний факультет Київського університету Святого Володимира та у 1913 році механічний факультет Київського політехнічного інституту. Якщо у 1913–1914 роках він працював інженером на заводі Ельворті (завод належав братам Роберту і Томасу Ельворті, вихідцями з Великої Британії) в місті Єлисаветград (сьогодні – Кропивницький), який випускав машини саме для сільського господарства: сіялки, молотарки, плуги, маслобойки, то раніше помилково вважалося, що у 1915 році він нібито повернувся у КПІ для викладання дисципліни машинобудування і завідування кафедрою.

Однак згідно архівних джерел див. [ЛИЧНИЙ СОСТАВЪ Киевскаго Политехническаго Института Императора Александра II на 1915 годъ. Киевъ. Типо-литографія И. И. Чоколова, Б.-Житомирская 20, с. д. 1915. Алфавитный указатель. Приложение I, II, III – мова оригіналу] – прізвища Крамаренка Л.П. як професора, або як завідувача кафедрою, або звичайного викладача КПІ там немає.

Якщо вважати, що КПІ з 1915 по 1921 роки як виш взагалі не працював, то місцем роботи Крамаренка Л.П. скоріш за все була інша установа. Цією установою була науково-дослідна кафедра сільськогосподарської механіки, яка входила до складу Інституту технічної механіки Української академії наук (створеного ще у 1918 р.), а тому ні Київському політехнічному інституту, ні Київському сільськогосподарському інституту вона не належала. У подальшому Крамаренко Л.П. став директором Київського сільськогосподарського технікуму (1920–1922 рр.), далі директором Київського меліоративного технікуму (1922–1923 рр.), був він також на посаді директора

лабораторії сільськогосподарських машин і створеного кабінету сільськогосподарського машинобудування у Київському політехнічному інституті у 1925 р. Був недовго навіть директором дослідної станції, яка виконувала агрономічні функції і перейшла від КПІ до КСГІ. За історичними даними, ця станція припинила виконувати свою роботу за призначенням, як було сказано вище, ще у 1910 році, тобто фактично з переходом Шиндлера К.Г. на посаду декана механічного факультету і згодом звільнення з КПІ у лютому 1911 року. Навіть машиновипробувальна станція з 1914 р. була передана військово-промислового комітету і останній пристосував її для вироблення задушливих газів. І так було до кінця громадянської війни, а фактично до 1922 року. З цього року станція одночасно підпорядковувалась КПІ та Київському сільськогосподарському інституту. У складі КСГІ станція вже виконувала функції звичайного поля (на якому студенти проводили агрономічні досліді).

У 1927 році Крамаренко Л.П. працював в КСГІ і згідно інформації про «Адміністративний персонал» Київського сільськогосподарського інституту викладав тут дисципліну «Машинознавство» на лісо-інженерному факультеті. Слід підкреслити, що згідно архівних джерел, у 1927 році у складі Київського сільсько-господарського інституту – *мова оригіналу*, за ректорством проф. Мазуркевича Г.С та проректора навчальної частини Вовка П.Х. існувало 3 факультети: «Організації сільського господарства», декан Щоголів І.М.; «Лісо-інженерний», декан Новак А.В. та «Робітничо-селянський», декан Герасун Г.П. Враховуючи, що до складу Адміністративного персоналу входили ще завідувач педагогічним відділом Городецький С.І. та завідувач виробництв Романік А.А., то з усього Педагогічного персоналу вишу у складі 120 чоловік крім зазначеного Крамаренко Л.П. ще тільки дві інші особи викладали дисципліни інженерного спрямування. Це проф. Вовк П.Х. – який викладав Машинознавство (на фак. Орг. с. х.) та Методику машинозн. (педвідділ.) – *мова оригіналу* та проф. Заморський В.В. С.-г. машинознавство (фак. орг. с. г.) – *мова оригіналу*. Інших предметів з технічних дисциплін в ці роки у КСГІ не викладалось.

Якщо дисципліна машинознавство передбачала вивчення суто загальних питань з «Теорії механізмів та машин», «Властивості матеріалів», «Міцності», «Теорії тертя», «Зношення деталей», «Ресурс машин», при цьому незалежно від галузей та цільового призначення машин, то з трьох вказаних педагогів лише один (проф. Заморський В.В.) викладав дисципліну «Сільськогосподарське машинознавство» й то на факультеті організації сільського господарства [див. ЗАПИСКИ Київського сільсько-господарського інституту. Том III. Рік 1927. MEMOIRS of THE AGRICULTURAL INSTITUTE OF KYIV. ВИДАННЯ КИЇВСЬКОГО С.-Г. ІНСТИТУТУ. КИЇВ – 1927. С. 23–27 – *мова оригіналу*].

Далі згідно архівної інформації відомо, що подальша доля професора Крамаренка Л.П. була пов'язана з Харковом, де у 1928 році згідно постанови ВУЦВК та РНК УСРР був створений Український Науково-Дослідчий Інститут сільсько-господарського машинознавства та машинобудівництва при Вищій Раді народнього Господарства УСРР – *мова оригіналу*, і де він мав намір

працювати. Але у 1929 році НКО відкрив факультет сільськогосподарського машинобудування та тракторобудування у складі Харківського політехнічного інституту і професор Крамаренко Л.П. переїхав до Харкова і став деканом факультету сільськогосподарського машинобудування. На початку 1930 року на базі ХПІ було створено 6 самостійних спеціалізованих навчальних закладів, в тому числі й Харківський механіко-машинобудівний інститут (ХММІ) у складі якого й існував з 1928 році УкрНПІСГОМ. Була навіть спроба відкрити в Харкові «Автотракторний інститут», тобто виш, який би готував інженерів у цьому напрямі. Але за відсутністю приміщення він увійшов як факультет у Харківський машинобудівний інститут. Згодом Крамаренко Л.П. з 1932 року очолював в цьому виші кафедру сільськогосподарського машинобудування. У 1937 році його було запрошено очолити вже інший заклад освіти, який мав назву Харківський інститут механізації та електрифікації сільського господарства (ХІМЕСГ).

Список використаних джерел

1. Академік Василенко Петро Мефодійович – корифей землеробської механіки в Україні: монографія / С.М. Ніколаєнко, В.М. Булгаков, В.В. Адамчук та ін. – К.: Аграрна наука, 2015. – 264 с.
2. Гутник М.В. Внесок професора Г.О. Латишева у започаткування викладання та наукових досліджень у галузі з сільськогосподарського машинобудування у Харківському технологічному інституті / М.В. Гутник // Історія освіти, науки і техніки в Україні: матеріали 12-ї Міжнар. конф. мол. учених та спеціалістів. – Київ: ЦП «Компрінт», 2017. – С. 70–73.
3. Журило Д.Ю. Становлення та розвиток Харківського Технологічного інституту у кінці ХІХ – початку ХХ століть: монографія / Д. Ю. Журило; Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків: П-к НТУ «ХПІ», 2016. – 264 с.
4. Журило А.Г., Журило Д.Ю. Нариси історії Харківського політехнічного інституту. Конспект лекцій І А. Г. Журило, Д. Ю. Журило; НТУ «ХПІ». Харків: ФОП Панов А.М., 2021, 216 с.

УДК 631.356.2.06 : 635.21 (081)

ТЕОРІЯ РУХУ ТІЛА БУРЯКА СТОЛОВОГО ПО ПОВЕРХНІ СПІРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА ПРИ ЙОГО ОЧИЩЕННІ ВІД ДОМІШОК

В. В. МАРТИНЮК, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Очисні робочі органи, що застосовуються на сучасних комбайнах для збирання коренеплідних культур, зокрема коренеплідів буряків столових, є недостатньо ефективними, особливо в умовах пластичного і вологого ґрунту,

який буває, в більшості випадків, саме таким на момент їх збирання. Разом з коренеплодами буряку на очисні робочі органи подається вологий шар ґрунту, який призводить до інтенсивного залипання сепаруючих просвітів очисників, внаслідок чого відведення ґрунтових домішок стає ускладненим, або взагалі неможливим, при цьому якість очищення коренеплодів від ґрунтових домішок значно знижується.

Нами розроблено новий спіральний сепаратор для очищення коренеплодів буряків столових, здатний у процесі роботи не тільки самоочищатися від налиплого ґрунту, але й ефективно захоплювати і відводити за межі очисника ґрунтові грудки різних розмірів і форми, а також рослинні домішки.

Метою даного дослідження є визначення кінематичних і конструктивних параметрів спірального сепаратора для коренеплодів столових буряків, що забезпечують підвищення якості їх очищення від ґрунтових домішок на підставі розробленої нової теорії руху тіла столового буряку спіральним сепаратором.

Так, для даної конструкції сепаратора були проведені теоретичні дослідження щодо визначення його параметрів, які забезпечують ефективний рух тіл коренеплодів та просіювання ґрунтових домішок через наявні зазори у спіралях.

Для цього було побудовано еквівалентну схему руху тіла коренеплоду столового буряка, що знаходиться між двома сусідніми витками однієї спіралі та витком другої спіралі, як найбільш ймовірного місця його знаходження після подачі зверху на очисну поверхню даного вібраційного сепаратора. Оскільки тіло коренеплоду залучається до спільного руху витками двох спіралей, то аналітично було розглянуто випадок гарантованого руху тіла коренеплоду під дією прикладених зовнішніх сил. Для цього випадку захоплення та руху тіла коренеплоду була складена система диференціальних рівнянь, заснована на положеннях динаміки руху твердого тіла, що контактує з витками спіралі в трьох точках.

Отримана система диференціальних рівнянь була розв'язана чисельними методами за допомогою ПК, що дало можливість побудувати графічні залежності між конструктивними й кінематичними параметрами даного очисника. На підставі проведених теоретичних досліджень визначені вказані оптимальні параметри даного спірального сепаратора.

Наступним етапом буде проведення експериментальних досліджень, які дадуть можливість зробити порівняння їх результатів з даними теоретичних досліджень і застосувати в конкретній конструкції вібраційного очисника спірального типу.

УДК 631.356

ТЕОРІЯ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ГНУЧКОЇ ОЧИСНОЇ ЛОПАТІ З ГОЛОВКОЮ КОРЕНЕПЛОДУ МОРКВИ ПРИ ЇЇ ОЧИЩЕННІ НА КОРЕНІ

М. І. БУДЗАНІВСЬКИЙ, аспірант

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Однією з технологій збирання моркви є роздільне зрізання гички на корені та подальше викопування коренеплодів з ґрунту. Оскільки зрізання гички здійснюється, як правило, суцільним роторним гичкозрізуючим апаратом, то є необхідність здійснювати додаткове доочищення головок коренеплодів від залишків гички на корені.

Нами розроблено нову конструкцію двохвального очищувача головок коренеплодів моркви на корені, який здійснює очищення кожної головки з двох сторін гнучкими очищувальними лопатями, встановленими на горизонтальних привідних валах.

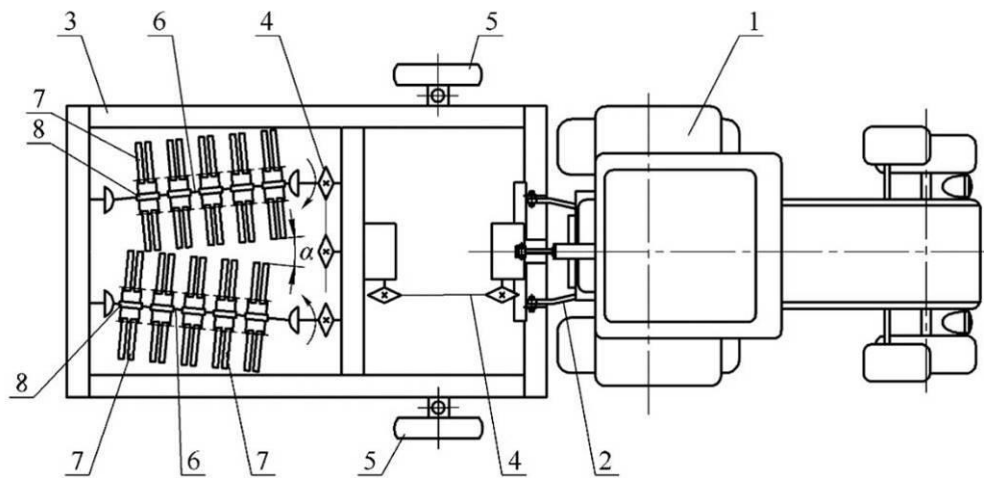
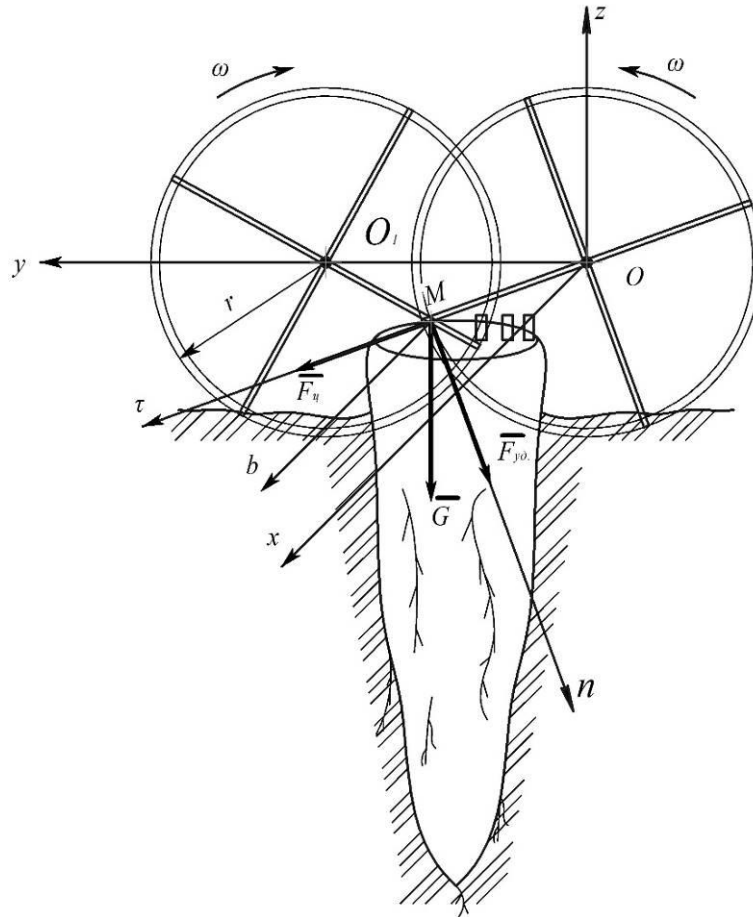


Рис. Конструкційна схема очисника головок моркви від залишків гички на корені: 1 – агрегатувальний трактор; 2 – начіпний пристрій; 3 – рама; 4 – елементи приводу очисних валів у зустрічно-обертальний рух; 5 – опорно-копіювальні колеса; 6 – привідні очищувальні вали; 7 – пари гумових очисних лопатей; 8 – маточини із шарнірно встановленими очисними лопатями

Для теоретичного дослідження цього процесу було побудовано розрахункову математичну модель взаємодії гнучкої очисної лопаті з головкою коренеплоду моркви. Для цього спочатку було складено еквівалентну схему взаємодії гнучкої очищувальної лопаті з коренеплодом моркви, який розташований у ґрунті (умовно він міцно закріплений у ньому).



Еквівалентна схема взаємодії гнучкої очисної лопаті з головою моркви при її очищенні від залишків гички

Причому на цій еквівалентній схемі, коренеплід моркви умовно жорстко закріплений у ґрунті, а зверху на головці є залишки гички. При цьому взаємодія гнучкої очисної лопаті з головою коренеплоду моркви здійснюється у дві фази: спочатку фаза удару лопаті по головці коренеплоду, а потім післяударне її переміщення. Ці фази удару по головці коренеплоду забезпечують умови, згідно з якими під час взаємодії відбувається спочатку збивання, а далі зчісування залишків гички. На еквівалентній схемі показані швидкості точок при ударній взаємодії, діючі швидкості та показані прикладені сили. Вибрані осі координат, які показані на еквівалентній схемі і розташовані відповідним чином.

На підставі використання теореми про зміну кількості руху матеріальної точки при ударі визначено ударний імпульс та отримано кінцевий аналітичний вираз для визначення кінцевої швидкості точки удару. Використовуючи розроблену програму, проведено розрахунки на ПК отриманого аналітичного виразу для швидкості точки контакту після удару та знайдено графічні залежності, що впливають на неї.

Наступним етапом теоретичного дослідження стало дослідження післяударного руху гнучкої очищувальної лопаті по самій головці коренеплоду моркви, що дало підставу визначити умови ефективного зчісування на ній залишків гички.

УДК 631.452

**ДО ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ РЕЛЬЄФУ ЗЕМЕЛЬ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ**

О. М. ТРОХАНЯК, к.т.н., доц.;

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Н. В. СЕРГЄЄВА, к.е.н.,

М. І. БУДЗАНІВСЬКИЙ, аспірант

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Головною особливістю земель сільськогосподарського призначення є їхня родючість, яка, в першу чергу, визначається структурним станом ґрунтового середовища. Ґрунти є основним засобом виробництва рослинної сільськогосподарської продукції на будь-яких етапах його розвитку.

У роботі [1, 2] представлено класифікацію порушень ґрунтового покриттів внаслідок бойових дій, які спричиняють механічний та хімічний вплив на ґрунти. Знищення рослинності, порушення ґрунтового покриву, дефіцит природного зволоження, опустелювання є поширеними наслідками воєнно-техногенного навантаження. Унаслідок цього різко скорочуються рівень біорізноманіття, а це зі свого боку впливає на біологічні популяції та види, а втрата біорізноманіття посилює зміною структури та функцій ландшафтів. Механічний вплив під час воєнно-техногенного навантаження полягає значній кількості воронки від вибухів з розкиданням на значні площі непридатним ґрунтом, у механічній деформації ґрунтового покриву під час пересування колісної та гусеничної військової техніки, безпосереднього руху військ, будівництва приповерхневих та підземних споруд, бомбардування, розмінування територій та будівництва оборонної інфраструктури. Основним механічним впливом на ґрунт є ущільнення з пошкодженням гумусового шару, що має прямі негативні наслідки, як-от порушення водного балансу ґрунту, та спричинює розвиток вітрової та водної ерозії.

Вплив воєнної діяльності є настільки нищівним, що його наслідки можуть призвести до ряду процесів, які в подальшому викличуть повну деградацію ґрунтових ресурсів. Така загроза потребує розроблення необхідних заходів з рекультивації або консервації земель порушених внаслідок воєнних дій. На даний час в Аграрному комітеті зазначають, що фермери не можуть використовувати приблизно 25% посівних площ через замінування. Адже на стан ґрунтів впливає все: падіння снарядів, замінування територій, побудова бліндажів, хімічні, фізичні забруднення та механічні порушення структури землі.

Механічний вплив, окрім первинних деформацій ґрунтового покриву, відображається в забрудненні ґрунтів продуктами бойової діяльності з металевими відходами гільз, осколками артилерійських снарядів. Для

відновлення родючості ґрунтів потрібно забрати пошкоджений поверхневий шар та вирівняти рельєф земель сільськогосподарського призначення. Для цього можна використовувати шнекові робочі органи, які дозволять механізувати процес очищення поверхневого шару ґрунту з наступним вирівнюванням поверхні полів відомими машино-тракторними агрегатами. Одним з перспективних напрямків вирішення даної задачі є розробка засобів механізації технологічних операцій на базі жорстких та гнучких гвинтових робочих органів, які забезпечать зрізання пошкодженого поверхневого шару ґрунту з подальшим його транспортуванням по криволінійних трасах при вільному розташуванні робочого органу в гнучкому кожусі.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень з визначення продуктивності, коефіцієнта заповнення шнека, встановлення впливу завантажувального патрубку і кута його нахилу до горизонту для жорстких і гнучких шнеків викладені в праці [3]. Шнекові транспортери знайшли широке застосування при переміщенні різних сипких та кускових матеріалів. Результати досліджень контактної взаємодії таких матеріалів з робочими поверхнями гвинтових транспортерів викладено в роботах [4, 5].

Нові конструкції та їх комбінації гнучких і жорстких гвинтових робочих органів дозволять механізувати технологічні операції забирання та переміщення пошкодженого і забрудненого поверхневого шару ґрунту, для відновлення поверхневих шарів земель сільськогосподарського призначення.

Список використаних джерел

1. Сплодинець А., Голубцов О., Чумаченко С., Сорокіна С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів. – Київ: ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. – 32 с.
2. Weber, A.K., Bannon, D.I., Abraham, J.H., Seymour, R.B., Passman, P.H., Lilley, P.H., Parks, K.K., Braybrooke, G., Cook, N.D., Belden, A.L., 2020. Reduction in lead exposures with lead-free ammunition in an advanced urban assault course. *J. Occup. Environ. Hyg.* 17 (11–12), 598–610.
3. Tian, Y., Yuan, P., Yang, F., Gu, J., Chen, M., Tang, J., Su, Y., Ding, T., Zhang, K..., Cheng, Q., (2018). Research on the Principle of a New Flexible Screw Conveyor and Its Power Consumption. *Applied Sciences*, 8, (7, 1038).
4. Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. (2012) – Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія. Тернопіль: Астон, 204 с.
5. Bulgakov V., Holovach I., Klendii M., Trokhaniak O., Ihnatiev Ye., Dubrovina O. Experimental study of the driving resistance of a harrow with screw working bodies. *International Scientific Journal "Mechanization in Agriculture & Conserving of the Resources"*. Issue 3. 2023. P. 86-88.

УДК 621.9.048

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

О. М. ЧЕРНИШ, к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: chernysh@nubip.edu.ua

Мета дослідження. Обґрунтувати алгоритм розв'язку прямої задачі кінематики для моделі багатоланкової маніпуляційної робототехнічної системи на основі матричного методу приєднаних координат.

Результати досліджень. Питання розробки і створення прикладних методів розрахунку у тому або іншому програмному середовищі відповідно до конкретних поставлених умов на сьогоднішній день досить актуальні. Для створення алгоритму таких обрахунків можна залучити, як загальновідомі програмні пакети MathCAD, MATLAB, Maple, так і інші вузько-спеціалізовані програмні продукти.

У цілому вибір методів і засобів програмування і розрахунку кінематичних параметрів робототехнічних систем мають місце для більшості сучасних технологічних процесів. При цьому разом із задачами забезпечення точності і швидкості позиціювання і переміщення робочих органів руху робототехнічних систем, підвищення якісних показників існує також актуальна задача зменшення енергозатрат на його здійснення. Ці задачі можна розв'язати шляхом розробки і створення більш ефективних і точних алгоритмів керування маніпуляційними робототехнічними системами.

Доцільність та ефективність застосування матричного підходу в задачах створення алгоритмів розрахунку кінематичних параметрів багатоланкових маніпуляційних робототехнічних систем полягає в тому, що тут застосовується послідовне перетворення координат при переході від однієї ланки до наступної. При цьому процес переходу складається з послідовного набору матриць перетворення, які зв'язані з системами координат ланок кінематичного ланцюга механізму робототехнічної системи. Кожна система координат кінематичного ланцюга формується за методом Денавіта-Хартенберга послідовної побудови систем координат із формуванням однорідних матриць перетворення.

Використовуючи такі матриці перетворення, можна отримати зв'язок між координатами P_i будь-якої точки P i -ї ланки маніпуляційної робототехнічної системи у системі відліку, що рухомо з'єднана із суміжною $(i-1)$ -ю ланкою:

$$\bar{P}_{i-1} = {}^{i-1}A_i \cdot \bar{P}_i,$$

де ${}^{i-1}A_i$ – матриця елементарного перетворення для суміжних систем координат; $\bar{P}_{i-1}$, $\bar{P}_i$ – вектори положення довільної точки P для суміжних систем координат.

Це дозволяє описати положення кожної ланки відносно положення попередньої ланки системи.

Добуток матриць утворює однорідну матрицю складного перетворення:

$${}^{i-1}A_i = T_{Z,d_i} \cdot T_{Z,\theta_i} \cdot T_{X,\alpha_i} \cdot T_{X,a_i},$$

де ${}^{i-1}A_i$ – ДХ-матриця складного перетворення для суміжних систем координат, $a_i, \alpha_i, d_i, \theta_i$ – чотири геометричні параметри кінематичного ланцюга, що описують зв'язок між суміжними системами координат.

При цьому матриця координат точки P в $(i-1)$ -й системі відліку, зв'язаною з $(i-1)$ -ю ланкою може бути представлена у вигляді $P_{i-1} = (X_{i-1}, Y_{i-1}, Z_{i-1}, 1)^T$, а матриця координат точки P в i -й системі відліку, зв'язаною з i -ю ланкою – у вигляді $P_i = (X_i, Y_i, Z_i, 1)^T$, а однорідна матриця ${}^0T_i$, що визначає положення i -ї системи координат відносно базової, являє собою добуток послідовності однорідних матриць перетворення:

$${}^0T_i = {}^0A_1 \cdot {}^1A_2 \cdot \dots \cdot {}^{i-1}A_i = \prod_{j=1}^i {}^{j-1}A_j = \begin{bmatrix} X_i & Y_i & Z_i & P_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} {}^0R_i & {}^0P_i \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

де ${}^0R_i$ – матриця, що визначає орієнтацію i -ї системи координат по відношенню до базової; ${}^0P_i$ – величина вектора, що з'єднує початок базової і i -ї системи координат.

Пряма задача кінематики саме і полягає у визначенні положення і орієнтації робочого органу робототехнічної маніпуляційної системи щодо абсолютної системи координат, тобто параметрів матриці:

$$T = {}^0A_1 \cdot {}^1A_2 \cdot \dots \cdot {}^{n-1}A_n = \prod_{i=1}^n {}^{i-1}A_i, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

де n – число ланок кінематичного ланцюга маніпуляційної робототехнічної системи.

В результаті задані закони руху ланок робота можна визначити певним добутком однорідних матриць перетворення при переході від рухомих систем координат ланок до абсолютної. У своїй визначеній послідовності набір таких добутків складають алгоритм аналітичних розрахунків.

Аналітичні дослідження проводились на базі елементарної моделі механізму триланкового маніпулятора робота із застосуванням програмного пакету MathCAD.

Висновки. Проведені дослідження дають аналітичний розв'язок прямої задачі кінематики робототехнічної маніпуляційної системи та алгоритм визначення координат і орієнтації робочого органу відносно абсолютної системи координат. Перевірка алгоритму підтвердила правильність програмних розрахунків, які спрощують і прискорюють процес отримання даних та дають можливість їх застосування для подальшого динамічного аналізу і керування механізмом.

УДК 539.3

ДИНАМІЧНЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ ВІД ТИСКУ ГЕРЦА

А. Г. КУЦЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
О. Г. КУЦЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Визначення контактних напружень, які виникають при нестационарному динамічному навантаженні пружних тіл, відноситься до практично важливих задач теорії пружності. Правильне врахування впливу сил інерції на локальні деформації в околі зони контакту необхідне для адекватного моделювання роботи конструкції чи механізмів, складові яких взаємодіють при значних швидкостях.

Запропоновано метод знаходження переміщень у пружному півпросторі, що поступово навантажується (розвантажується) контактним тиском Герца (рис. 1).

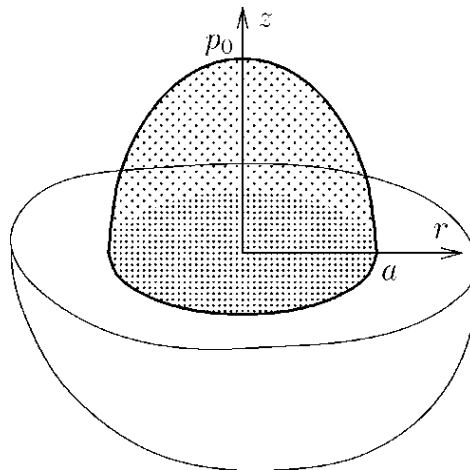


Рис. 1. Пружний півпростір, навантажений тиском Герца.

Попередньо на основі перетворення Ханкеля за радіальною координатою та Лапласа за часовою координатою відновлено розв'язок допоміжної задачі — задачі про миттєве навантаження півпростору. Зокрема граничні умови в просторі образів для допоміжної задачі представляються у вигляді

$$\left(\frac{1-\nu}{1-2\nu} \frac{dW}{dz} + \frac{\nu\lambda}{1-2\nu} U \right) \Big|_{z=0} = -\Pi_0(\lambda, s), \quad \left(\frac{dU}{dz} - \lambda W \right) \Big|_{z=0} = 0, \quad (1)$$

де

$$\Pi_0(\lambda, s) = -L(H(\sigma_z|_{z=0})) = \frac{2}{\pi(1-\nu)R} \frac{\sin a\lambda - a\lambda \cos a\lambda}{s\lambda^2}. \quad (2)$$

Сам же розв'язок допоміжної задачі записується у вигляді простих (некратних квадратур):

$$\tilde{w}^i(r, t, a) = -\frac{a^2}{\pi(1-\nu)R} f(\rho, \tau) \quad (3)$$

де

$$f(\rho, \tau) = (1-\nu)I(\rho) + \frac{1}{4\pi} \left\{ \pi \frac{(1-q/2)^2 \sqrt{1-q/\kappa} I_C(l, 2r)}{(1-q/2)^3 - (1+\kappa^{-1} - 2q/\kappa)/2} - \int_0^1 \frac{\sqrt{1-x/\kappa} I_S(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^2 - \sqrt{(1-x/\kappa)(1-x)}} dx - \int_0^\infty \frac{\sqrt{x/\kappa - 1} I_C(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^2 + \sqrt{(x/\kappa - 1)(x-1)}} dx - \int_1^\kappa \frac{(1-x/\kappa)^2 \sqrt{1-x/\kappa} I_S(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^4 - (1-x/\kappa)(1-x)} dx - \int_1^\kappa \frac{(1-x/\kappa)\sqrt{x-1} I_C(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^4 - (1-x/\kappa)(1-x)} dx \right\}.$$

Його наявність дозволила перейти до вирішення основної задачі — задачі про поступове навантаження поверхні півпростору тиском Герца. Вважаючи діаметр площадки навантаження змінним за часом (рис. 2) та повторно застосовуючи до вирішення допоміжної задачі перетворення Лапласа за часом, нормальні переміщення точок поверхні півпростору в основній задачі вдалося подати у вигляді інтегро-диференціального оператора від функції розподілу нормальних переміщення допоміжної задачі (3):

$$\tilde{w}^g(r, t) = \int_0^t \frac{\partial \tilde{w}^i(r, t-\bar{t}, a(\bar{t}))}{\partial \bar{t}} d\bar{t}. \quad (4)$$

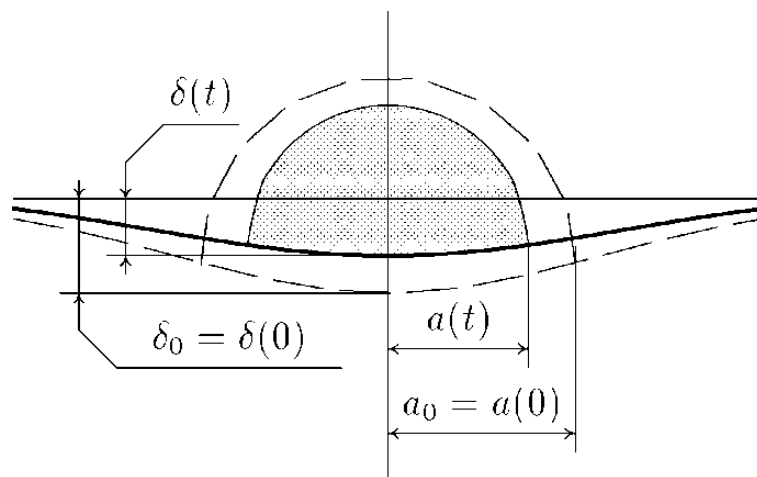


Рис. 2. Поступове розвантаження пружного півпростору

Таким чином, отримано ефективний шлях обчислення нормальних переміщень на площадці навантаження в основній задачі, який полягає у обчисленні інтегралів від обмеженої, скрізь безперервної за винятком однієї точки функції. Останнє дозволило дослідити поведінку нормальних переміщень точок площадки навантаження для кількох законів зміни її розмірів з часом в процесі зняття навантаження з поверхні півпростору. Розраховуючи глибину проникнення умовного штампу за радіусом площадки навантаження у відповідності до теорії Герца, були розглянуті випадки, що відповідають постійній швидкості руху штампу, рівноприскореному його руху та руху за законом першої чверті періоду косинусоїди у часі.

Було встановлено, що при розвантаженні півпростору квазістатична теорія Герца завжди дає менші за абсолютною величиною значення нормальних

переміщень. Величина відхилення цих переміщень від розрахованих на основі наведених співвідношень мало залежить від радіальної координати і обернено пропорційна часу розвантаження площадки. Останнє дозволило зробити висновок про подібність розподілу динамічних контактних напружень розподілу Герца статичним. Зроблено оцінку частини енергії, що йде на утворення пружних хвиль, для різних законів зняття навантаження.

УДК 631

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ

О. М. ТРОХАНЯК, кандидат технічних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України

Шнекові транспортери в агропромисловому виробництві отримали широке використання для транспортування сипких сільськогосподарських матеріалів. Транспортування зернового та насіннєвого матеріалів прямолінійними, криволінійними та комбінованими трасами за допомогою гнучких шнекових робочих органів, замкнутих в еластичних кожухах, забезпечує високу продуктивність та мобільність під час виконання різних технологічних процесів і відповідно розширює їхні технологічні можливості та забезпечує зниження енерговитрат. Але під час транспортування сипких сільськогосподарських матеріалів може виникати попадання їх частинок у зазор між обертовим шнеком і нерухомою внутрішньою поверхнею направляючої труби. Внаслідок цього можливе заклинювання робочого органу, що призводить до його поломок та підвищення енерговитрат.

Для відновлення працездатності конвеєра необхідно відвести в осьовому напрямку заклинене ребро шнека від контакту з матеріалом і в подальшому, після зняття перевантаження, елементи приводу мають забезпечити відновлення початкового положення робочого органу для подальшого транспортування матеріалу в зону вивантаження.

Реверсування заклиненого робочого органу виконують за відомим принципом, який здійснюється за допомогою планетарних запобіжних муфт, вони забезпечують зворотне провертання шнека від незначного кута повороту до декількох обертів із наступним відновленням його початкового положення [1-3]. Також можливий спосіб осьового відведення заклиненого гвинтового робочого органу за допомогою кулькових запобіжних муфт із профільним виконанням лунок, як під час виходу із зачеплення, так і під час їхнього входження [4].

Тому актуальним є завдання розробки нових конструкцій та обґрунтування конструкційних і силових параметрів запобіжних муфт гвинтових конвеєрів для осьового відведення робочого органу в разі

виникнення перевантаження та забезпечення відновлення його початкового положення.

З метою підвищення ефективності функціонування конвеєрів у екстремальних умовах експлуатації запропонована схема захисного пристрою (запобіжної муфти) (рис. 1), яка дозволить забезпечити осьове відведення шнека в протилежному напрямку до переміщення матеріалу, при автоматичному відновленні робочого стану.

При виникненні заклинювання шнека гвинтового конвеєра відбувається основне розчеплення півмуфт, тобто здійснюється вихід кульок з лунок на величину h по лінії ab . Далі кульки рухаються по похилих робочих канавках з кутом нахилу β веденої півмуфти (лінія bc), і таким чином здійснюється плавне «м'яке» осьове відведення гвинтового робочого органу на величину зазору x_2 , що суттєво зменшує динамічне навантаження на привід гвинтового конвеєра.

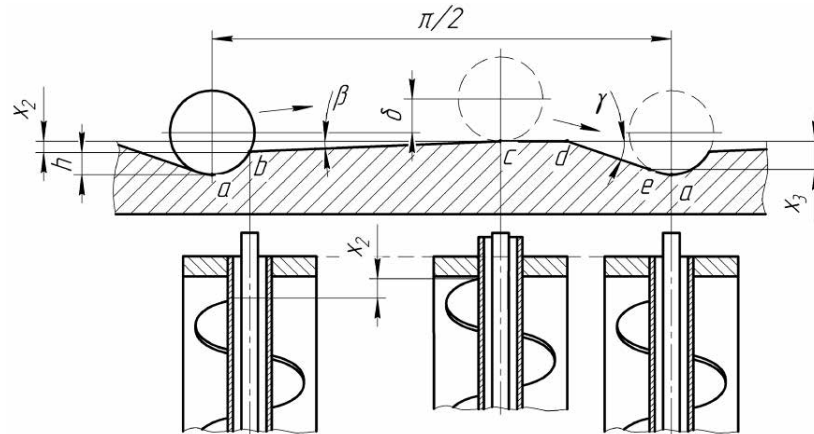


Рис. 1. Схема роботи запобіжної муфти

Внаслідок обертання ведучої півмуфти кульки заходять у початкове положення, рухаючись при цьому по похилих зворотних канавках з кутом нахилу γ на торцевій поверхні ведучої півмуфти (лінія de) і здійснюється переміщення шнека на величину x_3 , тобто відбувається відновлення робочого стану гвинтового конвеєра.

Для визначення параметрів запобіжної муфти виконано силовий розрахунок, основним призначенням якого є знаходження зміни величини крутного моменту в залежності від провертання півмуфт на всіх етапах її спрацювання. На рис. 2 показані залежність крутного моменту T , якбq виникає на кожному етапі роботи запобіжної муфти від зміни кута відносного провертання півмуфт ρ .

конструктивними параметрами: радіус кульки $r=12$ мм; діаметр розташування кульок $D=115$ мм; глибина лунки $h=0,53r$; жорсткість пружини $c=18,5$ Н/мм; попередній натяг пружини $\delta_0=15$ мм; кут нахилу робочої канавки $\beta=5^\circ$; кут нахилу зворотної канавки $\gamma=35^\circ$.

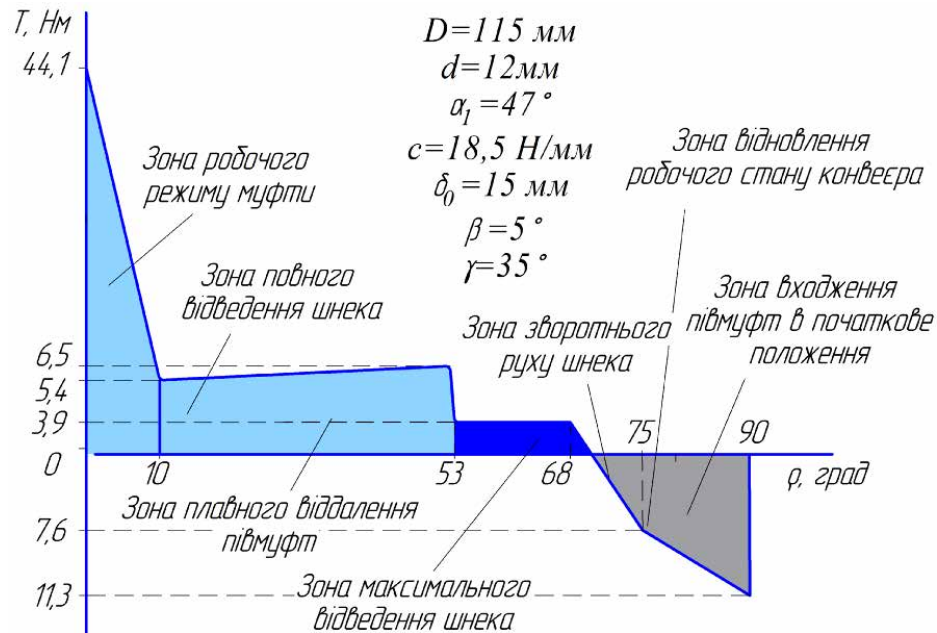


Рис. 2. Залежність крутного моменту T , який виникає на кожному етапі роботи запобіжної муфти від зміни кута відносного провертання півмуфти ρ

Для проведення досліджень запобіжна муфта виготовлялась з наступними

За результатами досліджень встановлено, що розчеплення півмуфт відбувалось при максимальному крутному моменті, який значно зменшується при виході кульок на похилі робочі канавки ведучої півмуфти. Під час руху кульок по робочих канавках крутний момент зростає не суттєво. У випадку руху кульок по похилих зворотних канавках виникає протимомент, однак його значення не перевищує момент спрацювання запобіжної муфти.

Список використаних джерел

1. Гевко Р.Б., Клендій О.М. (2013) - Методика проведення досліджень шнекового транспортера із запобіжним пристроєм // Сільськогосподарські машини: Збірник наукових статей. – Випуск 24. – Луцьк: Ред.- вид. Відділ Луцького НТУ, С. 67 – 75.
2. Гевко Р.Б., Вітровий А.О., Пік А.І. (2012) - Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія. Тернопіль: Астон, 204 с.
3. Tian, Y., Yuan, P., Yang, F., Gu, J., Chen, M., Tang, J., Su, Y., Ding, T., Zhang, K..., Cheng, Q., (2018). Research on the Principle of a New Flexible Screw Conveyor and Its Power Consumption. Applied Sciences, 8, (7, 1038).
4. Hevko R.B., Klendiy O.M. (2014) - The investigation of the process of a screw the conveyor safety device actuation, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 42, no.1, pg. 55-60.

Секція 3 *«Надійність технологічних систем у рослинництві»*

УДК 631.004.02

ENGINEERING MANAGEMENT OF CROP YIELD SENSORS IN SMART TECHNOLOGY SYSTEM

I. L. ROGOVSKII, Doctor of Technical Sciences, Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: rogovskii@nubip.edu.ua

Precision agriculture is a complex complex of various elements that apply to almost all field operations during the cultivation of agricultural crops [1]. Many farms use technologies aimed at achieving a specific goal [2]. Thus, yield mapping has gained wide popularity in Ukraine, i.e. determination of the exact results of grain yield and moisture in different fields, varieties and hybrids of crops, as well as field sections [3]. Thanks to this, agricultural producers are able to obtain detailed information about yield indicators on certain areas, and, accordingly, draw certain conclusions for the next season, in particular, improve cultivation technology or, conversely, minimize capital investment [4]. For this, special yield monitoring systems are used during harvesting [5], which are integrated into grain harvesters (Fig. 1). The "eyes" of such systems are sensitive sensors that transmit information to a computer, as well as to any devices convenient for farmers, in particular at a distance [6].

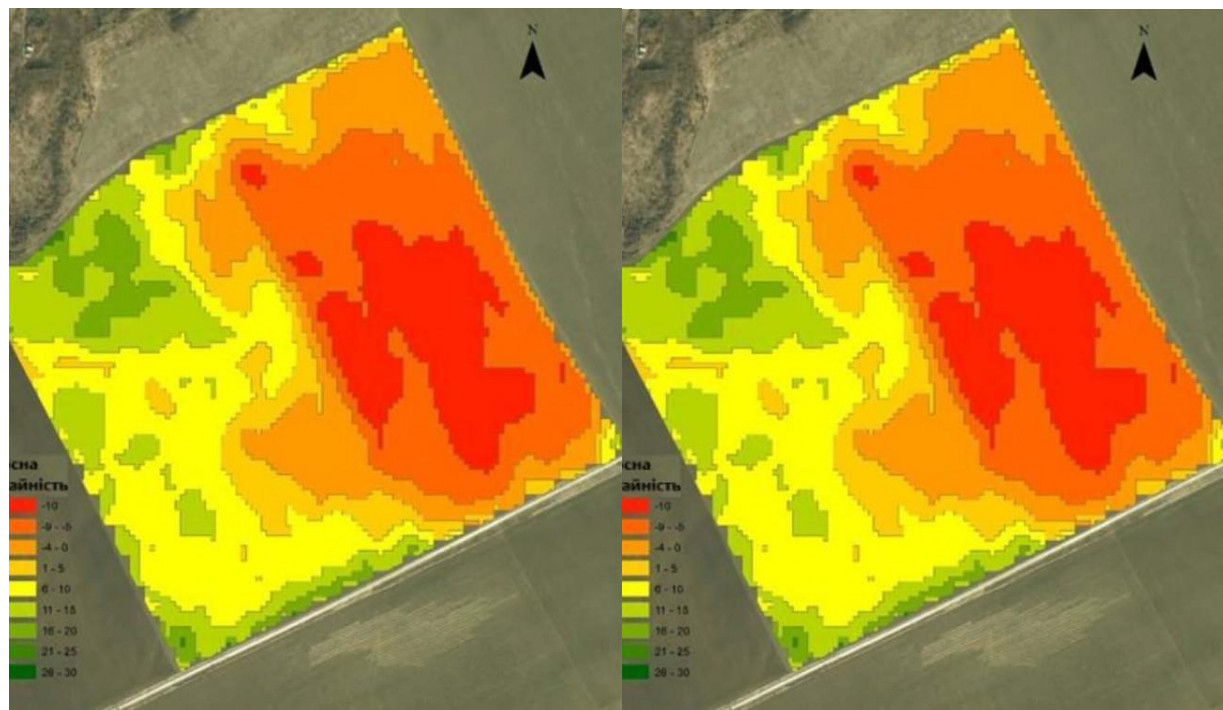


Fig. 1. Yield sensors.

Sometimes the choice of the optimal yield monitoring system turns into a difficult task for the farm manager, since the Ukrainian market is represented by a number of well-known global manufacturers, each of which offers its own technical

solutions. On the other hand, you will have to choose between good and very good, so we do not see a particular problem here and, accordingly, suggest that you familiarize yourself with the yield monitoring technologies of the world's leading brands. Two types of sensors are usually used for yield control: mechanical and optical, and the latter are the most common. Optical sensors for grain flow measurement are fixed with the help of brackets on the grain conveyor. The use of optical sensors shows a more accurate result compared to weighing plates, but they cannot be used for bucket conveyors. Most often, the error of yield measurement sensors does not exceed 5%. In the case of regular correct calibration of the sensors by volume or weight of the material, the measurement error can be reduced to 1%. During operation, the system takes into account the required time delay for moving the harvested mass from the harvester to the grain elevator. There are systems on the market that provide for automatic or manual sensor calibration. The first type is the most convenient, although there are certain nuances. Usually, it is recommended to calibrate the harvester at full load twice during the work shift. Its parameters depend on a number of factors: harvesting conditions, type of harvested mass, position of the header, etc.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*,

Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

УДК 631.001.04

MACHINE USE OF MINERAL FERTILIZER SPREADERS

V. V. ISHCENKO, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: ishchenko@nubip.edu.ua

The problem of low-quality distribution of granular fertilizers on the surface of the fields is known [1]. This is, in particular, the clogging of the output holes on the distribution disks [2]; incorrect dosage of granules as a result of electronic failures and other factors [3]; demolition of granules at high speed of work or due to the influence of weather factors [4], for example, strong wind [5]. Moreover, this is influenced by the often low quality of domestically produced fertilizers [6].

The design of Kuhn Axis fertilizer spreaders involves the use of a number of precise technologies. First of all, we are talking about EMC electronic dosing technology. The EMC measures the torque of each spreading disc and determines the amount and weight of fertilizer spread by a specific disc. The risk of clogging the holes, regardless of the application rate, is reduced to a minimum, because even with a low flow of fertilizers supplied to the disc, the electronics automatically open the metering valve, controlling the emptying rate of each section of the hopper.

An important feature of EMC is that this parameter does not depend on the type of fertilizers, size and density of granules. From the very beginning, the EMC electronic metering system continuously monitors and adjusts the degree of opening or narrowing of the opening to ensure maximum accuracy. Accordingly, depending on the programmed application rate, the EMC system accurately calculates the proper fertilizer consumption and torque.

A special sensor continuously measures the torque index. If the fertilizer flow on one of the discs becomes less or more powerful, the technology automatically adjusts the degree of opening of the outlet opening. The range of fertilizer dosing here can be from 3 to 500 kg/ha for a spreading width of up to 42 m. The working speed of these units can reach up to 20 km/h, and the volume of the hopper is 4,000 kg or more.

The brain center of Kuhn Axis mineral fertilizer spreaders is the CCI 200 ISOBUS terminal, designed for integration with tractors and additional equipment of all well-known global manufacturers. The maximum efficiency of the SSI 200 with the Kuhn Axis spreader is achieved by using maps of differentiated application of mineral fertilizers. The CCI Control special application on the CCI 200 monitor

directly controls the rate of fertilizer application according to the maps. In turn, the machine operator only enters data into the system from a USB drive.

The Optipoint system calculates the degree of opening and closing moments of each outlet, depending on the working width, for any type of fertilizer, regardless of the shape, size and density of the granules. In turn, at the extreme areas of the field, the Varispread system automatically opens and closes the exit holes at the most favorable moment, calculated by the Optipoint system.

The leading German manufacturer of a wide range of agricultural machinery offers the new generation ZG-TS spreaders on the market of Ukraine, in the design of which unique precise solutions are integrated. First of all, it is the ProfisPro weighing system with online calibration, which allows you to continuously monitor the settings of the gate valves. At the same time, an automatic check of the fertilizer balance in the bunker is carried out with automatic calculation of the number of hectares and working time. Thanks to this, the accumulation of granule residues in the hopper and the possible mixing of different types of fertilizers are also excluded.

Amazone Argus Twin is a system for determining areas of fertilizer distribution, which is based on the registration of transverse distribution by radars that work regardless of the presence of dust and pollution. Argus Twin changes the lateral distribution with the help of 14 radar sensors. In Argus Twin, the left and right distribution zones are controlled by 7 radar sensors mounted on two semicircular brackets. They are installed at a short distance above and beyond the spreader discs, but inside the protective frame. Each sensor detects volatile fertilizer granules at a distance of 40–90 cm; thus, they scan the entire scatter fan. Signal processing takes place several times per second in the spreader's working computer. You can activate the Argus Twin automatic cross distribution optimization mode on a terminal, for example CCI 100 or Amatron 3. For several years in a row, the German manufacturer has been improving another unique function – WindControl. The fact is that during the application of fertilizers, the oncoming or accompanying wind stretches or flattens the distribution arc of the granules, but this does not affect the transverse distribution. The side wind, on the contrary, significantly changes the picture of the transverse distribution: the arc flattens on one side, and stretches on the other. This is how an asymmetric pattern of distribution of granules is formed. Instead, AMAZONE has a solution that reduces the impact of the wind - the optional WindControl system.

The Amazone WindControl system ensures optimal lateral distribution even in crosswinds. Also, with the help of a high-frequency wind sensor, new value parameters for the fertilizer spreader are continuously calculated and automatically adapted. And in the work menu, in addition to all the important parameters of fertilizer application, the operator always sees the current wind parameters. The Za-TS FlowCheck outlet control system in the mounted distributors also deserves special attention, which continuously scans for possible clogging of the channel or idle operation of the mechanism.

Kverneland Exakta TL Geospread mineral fertilizer spreaders belong to the category of machines that, already in the basic equipment, are primarily designed for

work using precision farming technologies (Fig. 1). The machine already has a GPS tracker in the base, and this allows the owner to outline the contours of the fields. Moreover, the saving of fertilizers will be the higher, the more irregular the contours of the fields are. On average, due to the lack of overlaps, it will reach 10%. Also, Kverneland Exacta fertilizer spreaders are already equipped in the basic version with the possibility of differentiated introduction, unlocking of sections in 1 m increments, an automatic weighing system and other elements of precision farming.

The Kverneland Exacta TL Geospread spreader has two actuators on each of the dispensers. The first controls the application rate (kg/min), the second controls the spreading pattern and working width. Thanks to this, all settings of the spreader are performed from the tractor cab. In addition, they can be changed in the field manually or automatically using the GEOCONTROL system. In the case of using the Kverneland Exacta TL Geospread spreader in precision farming systems (by activating the Geocontrol system), the machine will automatically change the application rate according to the electronic task map, thus the spreading overlaps are turned off, because the spreading width will also change automatically section by section. All settings and adjustments are made in the Isobus terminal.



Fig. 1. Precision farming technologies.

This problem can be complicated by a well-known problem – the generally not very high quality of some types of granular fertilizers. They can stick together, clump, turn into dust, etc. Sometimes it is physically possible to pour them from the big-bag to the spreader's hopper, using the last argument – good flour. Accordingly, special attention should be paid to the work of the stirrer, which should not grind, namely, clearly separate the granules from each other. Otherwise, the outlet holes on the plates will be clogged or dust will pour out, which will be thrown not the specified 12-14 m in both directions, but literally a couple of meters behind the machine.

A particularly unpleasant problem can be the influence of various extraneous factors on the accuracy of scattering. So, if the machine works normally in windless weather and even at a moderate speed, then with an increase in the wind literally by a couple of meters per second or an increase in the speed of operation by 2-3 km/h, the spreader can produce an error of 20-30% or more. Frankly speaking, this problem does not exist with an ordinary car. But today, a number of well-known manufacturers of this segment of equipment offer quite effective solutions that make it possible to compensate for the influence of extraneous factors on the accuracy of spreading. Frankly speaking, it makes sense to pay attention to them.

However, the biggest financial losses are facing the owners of these machines, if the combination "tractor - spreader" is not equipped with elementary equipment for precise guidance in the folds along with shutdown. And at the same time, if the spreader is not set up properly, it does not throw pellets 1–2 m from both sides. The combination of these negative factors leads to the appearance of permanent gaps and overlaps only with the scattering of expensive pellets on the surrounding forest strips, if the work is carried out on the edges of the field. Such "little things" can be extremely expensive. World-renowned manufacturers of spreaders confidently claim losses of mineral fertilizers at the level of 100 euros/ha and above. Therefore, they say, if you scatter like that, it is better not to do anything.

Indeed, today it makes sense to buy a fertilizer spreader with integrated systems for precision farming and various technical solutions to control the flow and distribution of granules. You will have to overpay a little for this, but with the right settings, the farmer will see the difference in fertilizer consumption literally after 100 hectares of fields. The main thing to pay attention to here is the accuracy of settings and high-quality service provided by sellers. Customization is such a thing that 50% of success and even more depends on it. If we take a normal modern model of a fertilizer spreader and immediately adjust everything correctly, of course with the help of the manufacturer or seller, then soon we will get a tangible result.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant

separator with passive weeders. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.

6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

УДК 631.001.04

ENGINEERING MANAGEMENT OF GRAIN SAMPLER WITH MOISTURE AND TEMPERATURE SENSOR OF GRAIN HARVESTER

O. V. VELGAS, Post Graduate Student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

E-mail: velgas@nubip.edu.ua

Let's start with the Trimble Harvest yield monitoring system, designed to simultaneously determine crop yield and grain moisture [1]. The principle of its operation is that the GPS tracker in real time links the indicators of the yield sensor to an electronic map that contains data from all combines equipped with such software [2]. The optical sensor located on the conveyor, through which the cleaned grain enters the hopper [3], is directly responsible for measuring the yield [4]. The principle of calculating the volume of grain is based on the length of time that the vanes of the conveyor cover the light beam: the higher the layer of grain on the conveyor, the longer the light beam will be covered [5]. At the same time, Trimble equipment allows you to view maps, yield records and moisture data in real time, making the necessary corrections if necessary [6]. It is also possible to compare the performance of different varieties of seeds throughout the territory (Fig. 1).

Trimble equipment can be integrated into the already existing equipment of the combine (installed from the factory [7]), and it is also possible to choose a complete set for s/s combines that are not prepared for yield monitoring and mapping systems. Trimble's displays are multi-tasking and, in addition to building an interactive map of the crop, can simultaneously be active in auto-driving mode [8]. This combination

allows the operator to concentrate as much as possible on the technological process of harvesting and not be distracted by other, less important processes.



Fig. 1. Maps, yield records and real-time moisture data.

The leading American manufacturer of equipment for precision agriculture began its history with a yield mapping (monitoring) system in 1992. Company president Al Myers had been developing it on his father's farm in Illinois for five years before that (Fig. 2). In 1992, the first model, the Yield Monitor 2000, was introduced to the market and the company was launched. By the way, Al did not have enough money to start production and used all the money from credit cards, which he was able to pay back only after a few years. This device forever changed our understanding of agriculture and gave a powerful impetus to the technology of differential application. Today, Ag Leader's yield mapping components can be seen on conveyor-mounted combines from leading manufacturers such as John Deere, Case, New Holland and Agco.

The main components of the system are a yield flow sensor (strain sensor) installed on the top of the clean grain elevator and an EMS (elevator mounting system) – a grain sampler with a moisture and temperature sensor, which enables online monitoring and storage of grain moisture with reference to coordinates. This system gives you the best accuracy on the market. The error does not exceed 1–3%, depending on the condition of the combine (Fig. 2). A distinctive feature of the system is the need for only one calibration per crop only once a year.



Fig. 2. Interactive crop maps in driving mode.

All data is displayed and stored on InCommand displays, which can transfer it online to the AgFiniti cloud service for further analysis or processing. In addition, Ag Leader introduced CartAce technology two years ago, which allows a tractor with a hopper loader to drive under the combine's discharge auger and retrace the combine's path without the risk of losing grain or colliding with the combine.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.
7. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. 10 (4), 145-150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
8. Myhailovych, Y., Rogovskii, I., Korobko, M., Berezova, L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development, 2023, 22, pp. 908–914. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF179.

УДК 631.36.001.66

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

В. Ф. КУЗЬМЕНКО с.н.с., к.т.н.,
ІМА АПВ України

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,

Б. В. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,

А. А. ДЕМ'ЯНЕНКО студент магістратури
НУБІП УКРАЇНИ

Експериментальне визначення енерговитрат та транспортування маси диском ротаційної косарки проводилося в лабораторних умовах шляхом вимірювання потужності, затрачуваної електродвигуном на привод диска при подачі на нього рослинної маси. Таким чином моделювалися умови роботи транспортуючого диска ротаційної косарки.

На рис. 1. представлено схему експериментальної установки для визначення енергозатрат на транспортування скошеної рослинної маси ротаційним диском косарки. Основою її є вал 1, який встановлено на підшипниках в опорі 2, закріплений на основі. На валу в нижній частині змонтовано диск 3. З однієї із сторін він охоплений щитком 4, призначеним для утримання маси, яка подається конвеєром 5. Частоту обертання диска 3

можливо змінювати завдяки приводу, який включає клинопасові передачі 6, кутовий редуктор 7, варіатор 8, ланцюгову передачу 9, який з'єднує їх та електродвигун 10. Завдяки варіатору 8 є можливість змінювати частоту обертання диска, а використання конвеєра 5 забезпечує змінну подачу маси на диск 3. Подача рослинної маси на диск 3 змінювалася в межах 3,3-4,2 кг/с, частота обертання диска 180-450 об/хв., діаметр диска становив 650 мм. Потужність на привод диска вимірювалася з використанням самопишучого кіловатметра НЗ95, підключеного до електричної мережі через трансформатори струму. Отримані осцилограми розшифровувалися з урахуванням коефіцієнта трансформації трансформаторів струму.

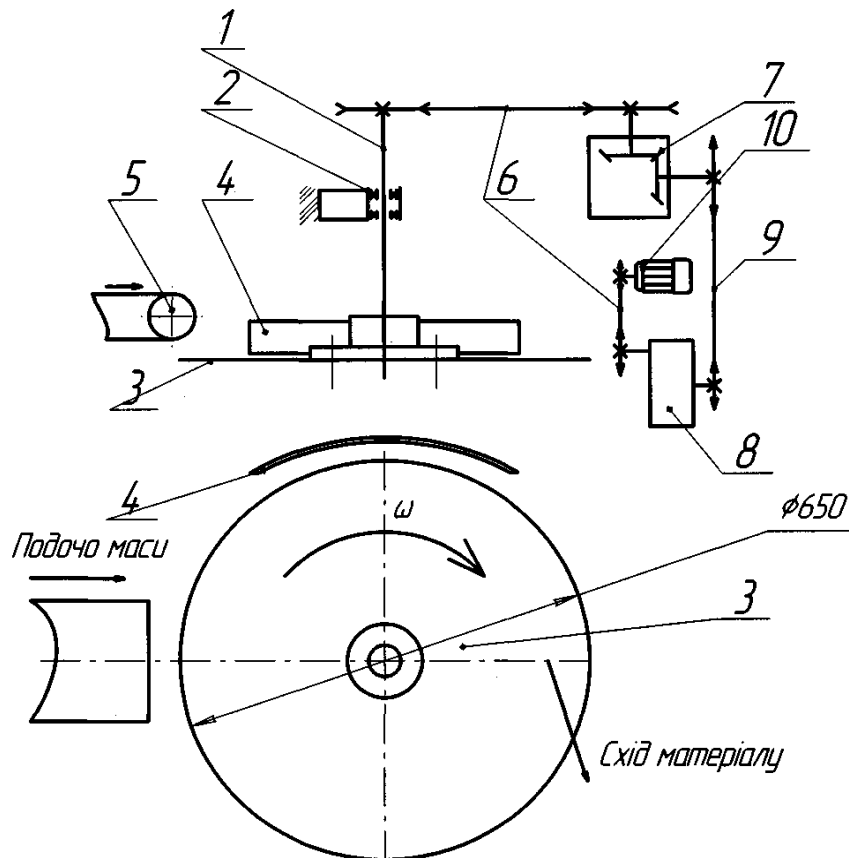


Рисунок 1- Схема установки для визначення енергозатрат на транспортування маси диском косарки: 1-вал; 2-корпус; 3-диск; 4-щиток; 5-конвеєр подаючий; 6- клинопасова передача; 7-редуктор; 8-варіатор; 9-ланцюгова передача; 10- електродвигун.

Досліди проводилися в трьохкратній повторності. Для обробки приймалися середні значення. Результати, отримані в результаті експериментальних досліджень після обробки показали, що вплив величини подачі рослинної маси на споживану потужність визначався при частоті обертання 375 об/хв. Збільшення подачі рослинної маси на диск призводить до збільшення потужності необхідної на привод диска, причому збільшення потужності відбувається пропорційно збільшенню подачі. Так, збільшення подачі із 3,3 кг/с до 3,8 кг/с, тобто на 9,1 % призводить до збільшення

споживаної потужності на 0,28 кВт, а збільшення подачі із 3,8 кг/с до 4,2 кг/с, тобто на 10,7 %, збільшує споживану потужність на 0,21 кВт.

Дещо інша картина зміни необхідної потужності при варіюванні частоти обертання. Зміна частоти обертання із 180 об/хв. до 450 об/хв. призводить до збільшення споживаної потужності з 0,11 кВт до 0,49 кВт.

Висновки

Слід відзначити, що при низькій частоті обертання ротаційного диска виконання технологічного процесу ненадійне, тобто частина маси не встигає зійти із диска і рухається по колу повторно.

Стосовно методики вимірювання потужності слід вказати, що при малих подачах маси відхилення на осцилограмі від величини холостого ходу дуже незначне, тому доцільно виконувати заміри шляхом тензометрування крутного моменту на валу, який несе диск.

Таким чином потужність на транспортування маси найбільше значення приймає при максимальній подачі на максимальних обертах і складає близько 0,6 кВт на 630 мм захвату, тобто 0,952 кВт на 1 м захвата.

Список використаних джерел

1. –Єільськогосподарські машини”. Основи теорії та розрахунку.. Київ –Вища школа” 2005.
2. –Жорновиробництво”: Навчальне видання.-2-евид., доп, і перероб.- К.: Вища освіта, 2005.-448 с.: іл.
3. –Жосарка навісна роторна”. ВАТ”Дрогобицький завод автомобільних кранів”.-1997.

УДК 631.001.04

ERGONOMIC OF SMART TECHNOLOGIES OF CONTROL OF MACHINE USE OF SELF-PROPELLED BEET HARVESTERS

M. V. KOBERNIK, Post Graduate Student
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: kobernik@nubip.edu.ua

The available literary sources [1-5] contain information on the technologies of growing and harvesting sugar beets and separate data on the assembly and use of modern machine units and the use of machine complexes in farms of various organizational forms of ownership (Fig. 1). Recently, the agricultural production of sugar beets has been equipped with new equipment from domestic and foreign manufacturers. However, in the existing literature there is no systematized data on recommendations for the assembly and use of machine complexes for growing and harvesting sugar beets.



Fig. 1. The combined weed remover provides trouble-free cleaning even with heavy weed growth.

Existing technologies for growing and harvesting winter wheat were studied based on data from literary sources. The composition of the complexes of machines for the production of sugar beets was determined based on the analysis of the data of agricultural machinery manufacturers. Technical and economic indicators of machine units and machine complexes were calculated on a PC according to the methodology and program [1]. In recent years, in connection with the reform of the agricultural sector of Ukraine and a significant violation of price parity for agricultural products, in particular, sugar beets and services for the countryside (fuel, fertilizers, pesticides, machinery, etc.), there has been a trend of a significant decrease in the production of domestic equipment, purchasing power and insecurity manufacturers, as well as material and technical support of mechanized production. As a result, during the years of Ukraine's independence in 2023, the gross harvest of sugar beets decreased by 3.3 times and the sown area decreased by 4.4 times. In order to stop the decline and further increase the production of sugar raw materials and sugar in Ukraine, scientific support and corresponding intensive technologies are necessary, which will make it possible to obtain the yield of root crops at the level of 45-50 t/ha, sugar content 17.0-18.5%, sugar yield - up to 9 tons per hectare (Fig. 2). It is known that 80-100 liters of bioethanol can be produced from a ton of sugar beets.

Important factors in increasing the volume and efficiency of sugar beet production are the increase in the level of agricultural machinery and mechanization due to the introduction of modern machine complexes. The highest yields of sugar beets are obtained when grown after legumes, annual and perennial grasses in one cut. Sugar beets remove a significant amount of nutrients from the soil per ton of root crops: nitrogen 5, phosphorus 1.3, potassium 5 kg. Therefore, in order to obtain high yields, it is necessary to provide the soil with a sufficient amount of nutrients during the main cultivation, or additionally apply fertilizers during sowing and during the growing season of plants. We calculated the need for machines for these operations under the conditions of applying fertilizers in three terms: for the main tillage (superphosphate - 250 kg/ha and potassium magnesium - 160 kg/ha), during sowing

(ammonium nitrate - 130 kg/ha) and in growing season for plant feeding (ammonium nitrate – 160 kg/ha).



Fig. 2. Ergonomic armrest with programmable elements and control panel.

In order to obtain high-quality root crops and ensure the reproduction of soil fertility, it is planned to apply 40 t/ha of manure (on 25% of the area) and to spread chopped chaff (23 t/ha) on the field. It is known that friendly and full seedlings are obtained when seeds are wrapped in warm moist soil, when its average daily temperature at a depth of 10 cm is 5-6⁰C. The depth of sowing seeds in conditions of sufficient moisture and on heavy soils prone to waterlogging is 2-3 cm, with unstable and insufficient moisture - 3-4 cm. According to the recommendation of the sugar beet research institute, the density of root crops for the harvesting period should be equal to 115-120 thousand/ha in areas of sufficient moisture, unstable - 110-115, insufficient - 100-105 thousand/ha. Planters of domestic and foreign production meet the above requirements of agricultural machinery. The industry of the world's leading countries, including Ukraine, produces a variety of equipment for one-, two-, and three-phase methods of harvesting sugar beets. The most common method of harvesting in Western Europe is the single-phase, that is, the combine method. In particular, OJSC "Ternopil Combine Plant" also offers the KS-6B-10 "Ternopil" self-propelled beet harvester (Table 1), which replaces three separate machines - the BM-6B beet harvester, the OGD-6A root cleaner and the KS-6B root harvester, which are used during two-phase harvesting, as well as a BM-6B string picker, a KVT SB-1,2 or AZK-6-01 digger-roller and a PNBV-1,6 or AZK-6-02 root picker-loader for a three-phase harvesting method.

The KS-6B "Ternopil" self-propelled beet harvester performs the following operations in one pass: cutting and spreading the beet on the field, trimming the remains of the beet from the heads of root crops, digging them up, cleaning them from the soil and plant residues, accumulating them in a bunker, followed by unloading them into field carts on transshipment or in the body of vehicles. Root crops from under the harvester can also be fed to a vehicle moving nearby. Active disc diggers are the main type of the combine's excavating working bodies. By

Table 1

Technical characteristics of combines for harvesting sugar beets

Indexes	Brand	
	KS-6B-10 "Ternopil"	SF-10-2
Nominal power, kW/hp	185/252	275/374
Operating speed, km/h	5-10	6-12
The number of collected lines	6	6
The width of the rows, cm	45	45 or 50
Productivity per hour of prime time, ha	1.35-2.70	1.62-3.24
Hopper capacity (m ³ /t)	5/3,7	15/11
Mass of the harvester, kg	11800	16220

special order, the harvester can be equipped with rotary forks, vibrating-oscillating plowshares or "passive disk-ploughshare" type diggers. The harvester is equipped with an automated system of driving along the rows of beets, systems of automatic control of technical and technological parameters. The new KS-6B-10 "Ternopil" beet harvester is equipped with hydraulics from the Italian firm Bondioli Pavesi and the German HANSA FLEX.

According to the research the fuel consumption per harvested hectare of sugar beets with the KS-6B-10 harvester is 50.4-54.5% lower, and the labor costs are 2.56-2.74 times lower than with a complex of machines in the warehouse BM-6B+OGD-6A+KS-6B. This testifies to the significant advantages of the single-phase method of harvesting with the KS-6B-10 harvester. Beet harvesters of leading European companies - Franz Kleine and Holmer (Germany), Matrot and Moreau (France), TIM (Denmark), work according to the same (single-phase) method. Agrifac (Netherlands) and others. The FRANZ KLEINE RL 200 SF "MOUSE" beet loader-cleaner is a self-propelled machine that provides high productivity - up to 250 tons per hour of prime time. Simultaneously with the load, root crops are cleaned from the ground and plant residues, which significantly improves the quality of the products and reduces the percentage of contamination when delivered to the sugar factory.

We have calculated the operational need for machine complexes for the production of sugar beets on an area of 1,000 hectares according to two criteria: the minimum specified costs and labor costs. Up to ten competing units were used in each operation of the technological process. As can be seen from Table 4, the composition of the complex of machines, based on the criterion of the minimum stated costs, includes domestic and CIS equipment, and according to the minimum cost of working time (labor), the equipment of far-off countries is mainly more productive and reliable.

The data show that the use of a complex of machines based on domestic equipment and the CIS countries, compared to the equipment of distant foreign countries, makes it possible to reduce capital investments by almost 2.3 times, by 1.9 times – the specified costs and by 1.7 times - direct operational costs, but require 9.5% more work time (labor) and 4.6% - fuel costs.

Conclusions. The technological process and complexes of machines for growing and harvesting sugar beets available in most farms are outdated and do not meet the modern requirements of technical progress. We substantiated the technical and economic indicators of promising machine units and machine complexes for the production of sugar beets according to the criteria of the minimum expenditure of working time (labor) and reduced costs. The use of a complex of machines, calculated according to the criterion of the minimum expenditure of working time (labor) makes it possible to obtain only lower labor costs, but has significantly larger capital investments and reduced costs of funds. Considering the financial difficulties, it is advisable for most grain-sowing farms to use cheaper domestic and CIS equipment. For the production of grain in large specialized financially capable farms, more reliable and productive equipment from countries far abroad should be purchased.

References

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6(7–108). P. 71-79.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Voinash S. A., Sokolova V. A., Tarandin G. S., Polyanskaya O. A. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 677. P. 022100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>.

УДК 631.331

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ПОРЦІЇ НАСІННЯ ІЗ КАМЕРИ ОБРОБКИ РОТАЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА

В. В. РАТУШНИЙ, кандидат технічних наук, с.н.с.,

П. І. ВІТРУХ, науковий співробітник,

Ю. В. КОСОВЕЦЬ, науковий співробітник,

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
НААНУ,*

В. Б. ОНИЩЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vratushnyi@ukr.net

Досліджуваний процес вивантаження порції насіння із камери обробки відбувається у ротаційному протруювачі для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур, який включає в себе робочу камеру із встановленим у ній вертикальним ротором у вигляді чаші, куди подається насіння та компоненти хімічних препаратів, що послідовно наносяться на насіння. Для забезпечення ефективного перемішування насіння та хімічних препаратів використовуються спеціальні інтенсифікатори. Вони розміщені на рівні верхньої крайки ротора, кріпляться до внутрішньої поверхні нерухомого корпусу і виконані у вигляді пластин, що направляють насіння від периферійної зони камери обробки до центра обертання ротора. Між двома сусідніми інтенсифікаторами у вертикальній циліндричній стінці камери обробки насіння виконане вивантажувальне вікно прямокутної форми із відповідною заслінкою, яка в процесі обробки порції насіння знаходиться у закритому положенні і відкривається тільки у кінці циклу обробки для вивантаження порції насіння, після чого знову закривається (рис. 1).

У процесі проведення експериментальних досліджень пошарової обробки насіння захисно-стимулювально-живильними препаратами визначали час вивантаження порції насіння із камери обробки, використовуючи при цьому насіння пшениці та сої.

Для візуального контролю якості обробки насіння у дослідках насіння оброблялося розчинами у воді барвників зеленого, червоного та чорного кольорів із додаванням клейових речовин. Час вивантаження обробленого насіння із камери обробки в залежності від маси його порції визначався за результатами покадрового аналізу відеозйомки (рис. 1), яка проводилась під час усіх дослідів.

За даними експериментальних досліджень побудовано графічні залежності часу вивантаження обробленого насіння із камери обробки від маси його порції (рис. 2).

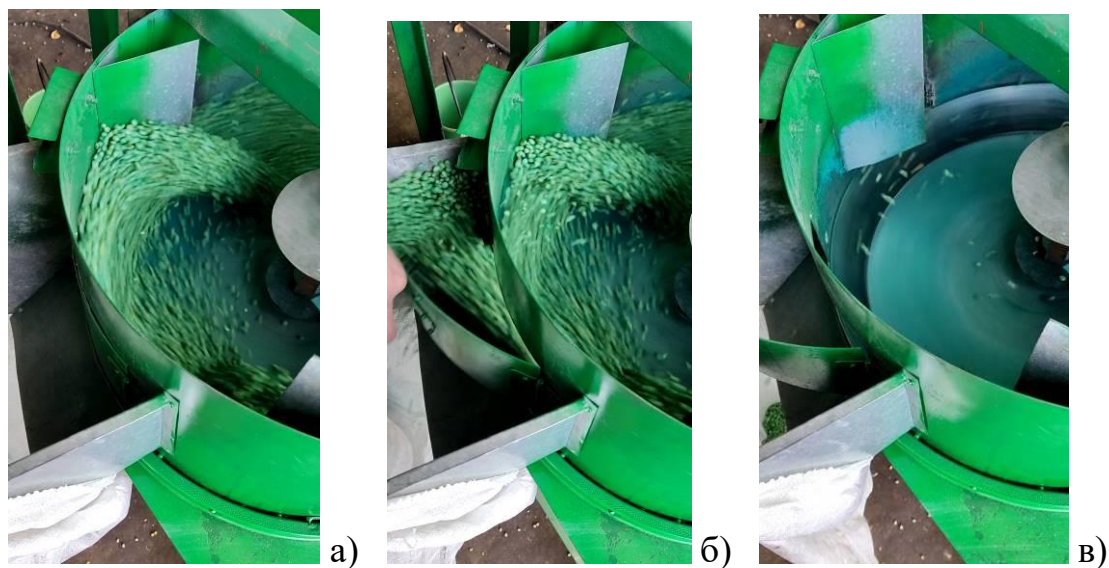


Рис. 1. Загальний вигляд потоку насіння в процесі його руху і вивантаження із робочої камери: а) перед відкриттям заслінки; б) у процесі вивантаження; в) на заключному етапі вивантаження

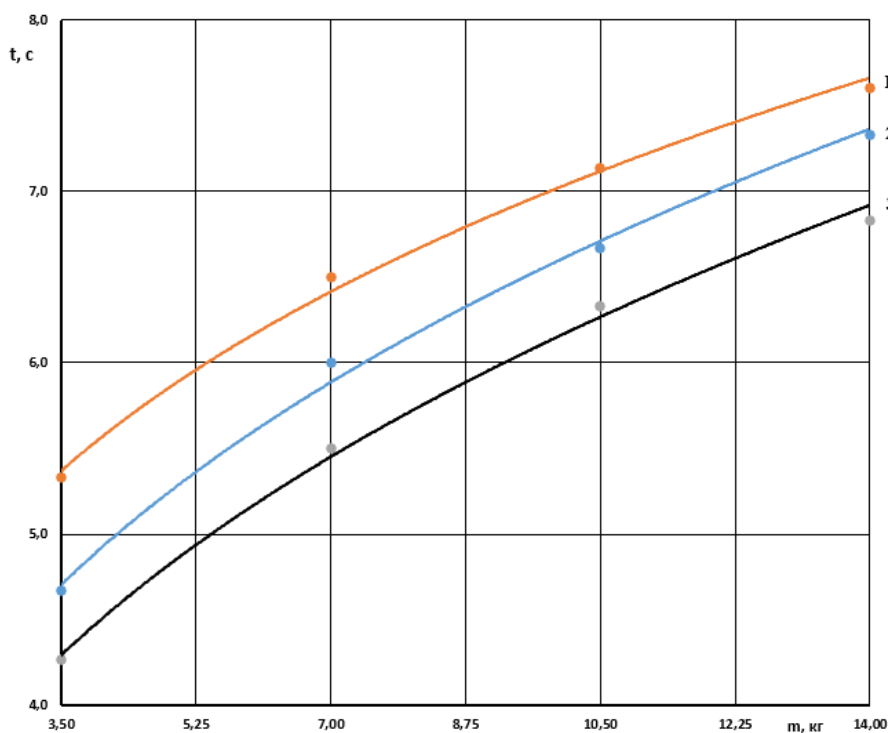


Рис. 2. Залежність часу вивантаження обробленого насіння від маси його порції:
1,2,3 – частота обертання ротора:
150; 200; 250 об/хв, відповідно

З аналізу наведених експериментальних залежностей випливає, що час вивантаження обробленого насіння із камери обробки залежить від маси його порції. При цьому час вивантаження насіння із камери обробки зростає із збільшенням маси його порції і за частоти обертання ротора 250 об/хв складає 4,3 с за маси порції насіння 3,5 кг та 6,9 с за маси порції 14 кг.

Список використаних джерел

1. MultiCoater// Products Coating. URL: [https:// www.petkus.com/products/-/info/coating/multicoater-cm-100/multicoater-cm-100](https://www.petkus.com/products/-/info/coating/multicoater-cm-100/multicoater-cm-100) (дата звернення: 19.01.2024).
2. Centricoater Automatic // Product Overview. URL: <https://www.cimbria.com/en/products/processing/centricoater.html> (дата звернення: 19.01.2024).
3. Ратушний В. В., Косовець Ю. В. Обґрунтування мінімально необхідної довжини траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа для пошарової обробки насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип. № 11 (110). С. 54 – 60.
4. Ратушний В. В., Лисанюк В. Г., Маранда С. О., Косовець Ю. В. Обґрунтування структурно-функціональної схеми та продуктивності ротаційного протруювача періодичної дії для пошарової обробки насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2021. Вип. № 14 (113). С. 30–36. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-3>.

УДК 631.35.001.66

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ОБПРИСКУВАЧ ОП-2000 З КОМБІНОВАНИМИ РОЗПИЛЮЮЧИМИ ПРИСТРОЯМИ

Б. В. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
О. Ю. ТАРАДУДА студент магістратури
НУБІП УКРАЇНИ

В експериментальному обприскувачі, порівняно з базовим вітчизняним (ОП-2000-2) (Рис 1), з'явилася можливість оперативно змінювати норму внесення робочої рідини залежно від характеристик рослинного покриву. Це здійснюється за допомогою принципово нових пневматичних відсічних пристроїв VarioSelect фірми Lecher (Німеччина) [1], які укомплектовані двома різними типорозмірами розпилювачів(щілинним ST 110-02 та щілинним ST 110-03), та електронно-оптичним сенсором 4 (Рис 1), який вимірює індекс вегетації біомаси . Кожний відсічний пристрій за допомогою пневмопроводів з'єднаний з електромагнітним пневморозподільником 2, який в свою чергу з'єднується з пневматичною системою трактора та бортовим контролером. Сенсор також з'єднаний з бортовим контролером і встановлений перед баком обприскувача. Швидкість вітру контролюється за допомогою цифрових анемометрів 10 які з'єднанні з бортовим контролером і встановленні на штанзі обприскувача.

Обприскувач працює наступним чином:

Робоча рідина засмоктується мембранним насосом 7 з бака 1 через фільтр грубої очистки 3 і під тиском подається до пульта керування 8, де очищується самоочисним фільтром. Потім з пульта керування 8 поступає до колекторів штанги 11. Робоча рідина подається з пульта керування на кожну половину штанги окремо. Для цього на пульта керування передбачено три відводи, кожен з яких закривається краном. Надлишок робочої рідини перепускається назад у бак.

Бортовий контролер C8051F350 9 отримавши від сенсора 4 дані про характеристику рослинного покриву дає сигнал на пульт керування, який в свою чергу регулює тиск в колекторі обприскувача, тим самим змінюючи норму внесення робочої рідини. Тиск знаходиться в межах від 2 до 5 атм. Швидкість агрегату вимірюється за допомогою індуктивного детектора встановленого на рамі обприскувача.

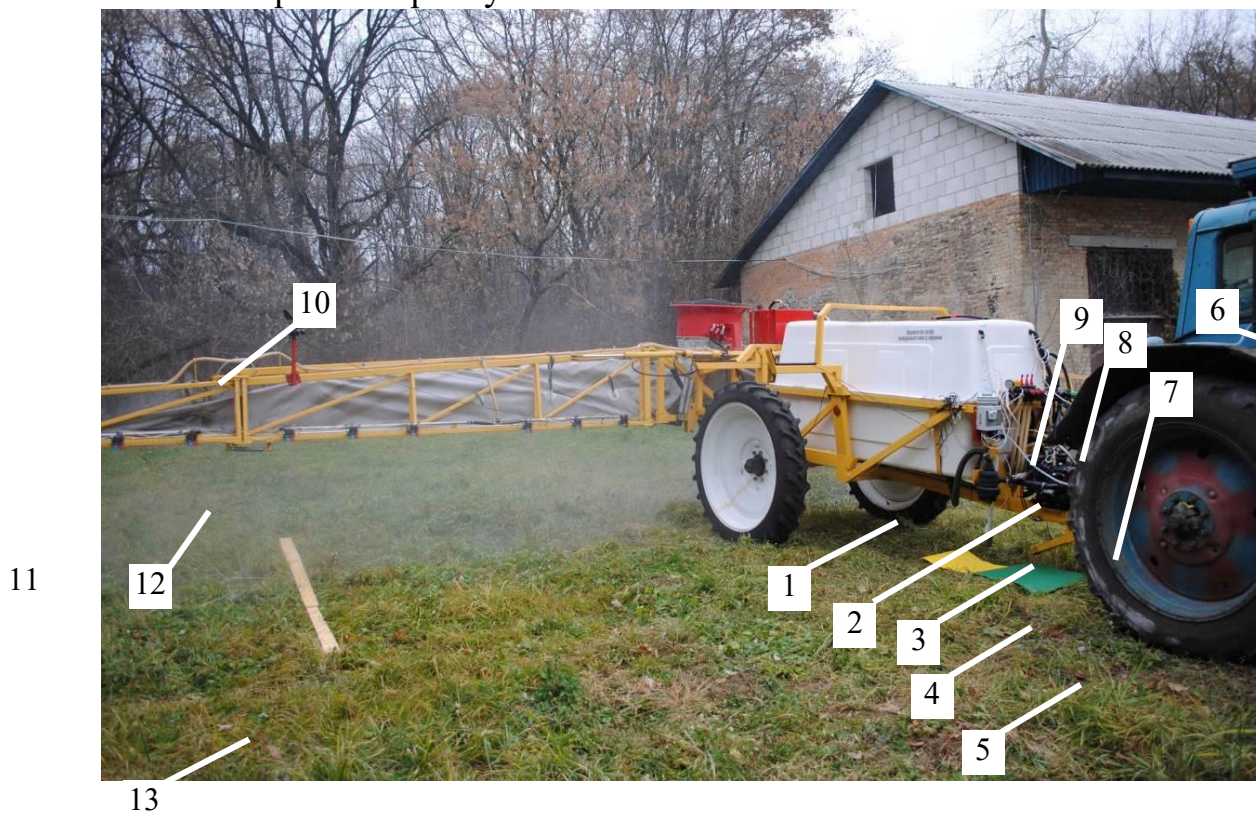


Рисунок 1 - Загальний вигляд експериментального обприскувача:

1 - бак; 2 - електромагнітний пневморозподільник 638M-101-A62; 3 - фільтр грубої очистки; 4 - електронно-оптичний сенсор; 5 – імітаційна поверхня різного кольору; 6 – трактор; 7 - мембранний насос; 8 - пульт керування; 9 - бортовий контролер C8051F350; 10 – датчик швидкості вітру DAVIS 6410; 11 - колектор; 12 – пневматичний відсічний пристрій Lecher VarioSelect; 13 – поверхня з картками водо чутливого паперу.

Список використаних джерел

Обладнання для захисту рослин. Наконечники обприскувачів розпилювальні. Кольорове кодування для ідентифікації (ISO 10625:2005 (E), ЮТ) :

ДОТУ ISO 10625:2006. - [Чинний від 2008-01-01]. - К.: Держспоживстандарт України, 2009. -4с.- (Національний стандарт України).

420УДК 631.331

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ПНЕВМАТИЧНІЙ СИСТЕМІ СІВАЛКИ

А. П. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, *аспірант,
Харківський державний біотехнологічний університет,
ORCID: 0000-0002-0364-5571.*

Сьогодні нові технології проектування суттєво змінюють спосіб підходу дослідження механізмів перебігу повітряного потоку в проточній частині пневматичної системи сівалки точного висіву [0]. У ході дослідження були отримані результати чисельного дослідження структури потоку в пневматичній системі сівалки, що включає відцентровий радіальний вентилятор, розтруб, ресивер, відвідні трубопроводи та висівні апарати. Розглянуто вплив кожного елемента проточної системи на картину зміни параметрів тиску та швидкості повітряного потоку. В ході дослідження поведінки повітряного потоку в моделі використовувалась розрахункова сітка тетраедричного типу із моделлю турбулентності SST (Shear Stress Transport) [0]. Результати аналізу та розрахунку показали, що не стабільність у роботі пневматичної системи виникає через неузгодженість роботи відцентрового радіального вентилятора (режиму роботи) та висівних апаратів. Саме формування повітряного потоку в проточному каналі пневматичної системи істотно впливають на ефективність роботи всієї сівалки та агрегатів. Тому бачення процесів, що відбуваються в пневматичній системі допоможуть більш ефективно підходити до визначення та усунення недоліків в конструкції агрегатів проточної частини для підвищення якості висіву.

Мета роботи – дослідити механізм протікання повітряного потоку у проточній частині, вплив кожного елемента на загальну структуру процесу, що відбувається у пневматичній системі сівалки.

У якості дослідження обрана проточна частина пневматичної системи сівалки УПС-8 виробництва ВАТ «ЧЕРВОНА ЗІРКА», що включає відцентровий радіальний вентилятор (ВРВ), розтруб, ресивер, відвідні трубопроводи та висівні апарати. Дослідження газодинамічних процесів, що виникають у пневматичній системі сівалки, виконувались за допомогою CFD моделювання Рис. 01.

Частота обертання робочого колеса (РК) ВРВ – 4700 об/хв, обрана згідно з «Посібником з експлуатації сівалки УПС-8». Параметри повітряного потоку

обрані згідно з параметрами навколишнього середовища: атмосферний тиск $P_a = 101325$ Па, температура навколишнього середовища $T_a = 298$ К.

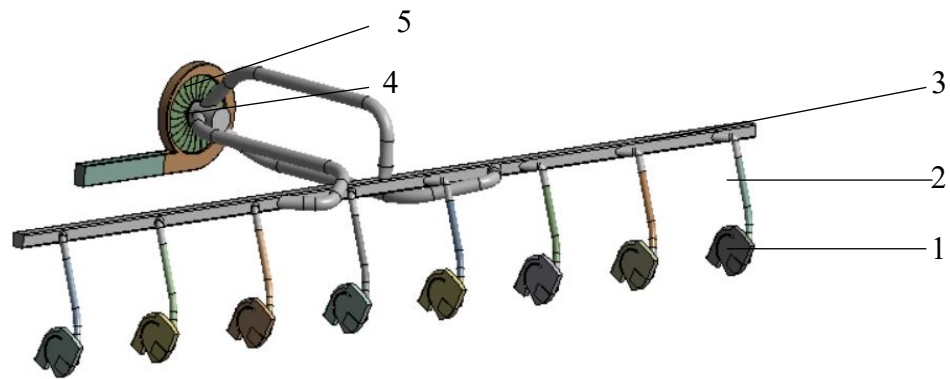


Рис.1. Розрахункова модель проточної частини сівалки УПС-8: 1 – апарат, що висіває, 2 – відвідні трубопроводи, 3 – ресивер, 4 – розтруб, 5 – ВРВ.

Дослідження проводились, беручи до уваги кількість отворів висівного диску (брався 21 отвір та 1 один отвір), що бере участь у роботі та рівень впливу кількості повітряного потоку на ефективність роботи всієї пневматичної системи. Отримані результати дослідження зображені на рис. 2.

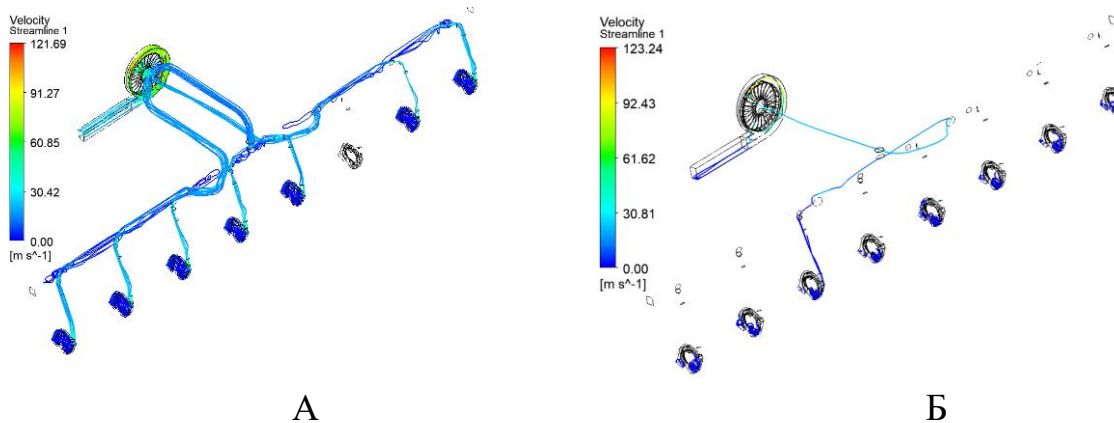


Рис.2. Структура перебігу повітряного потоку в проточній частині пневматичної системи сівалки: (А) при роботі всіх (21 отвору) отворів висівного апарату; (Б) одного (1 - го отвору) отвору висівного апарату.

Структура перебігу повітряного потоку для досліджених режимів роботи пневматичної системи має турбулентну модель. Конструкція входу повітряного потоку в ВРВ, різниця площ поперечного перерізу пневматичних каналів (дифузорність), конструктивна кривизна їх виконана протягом руху повітряного потоку, що призводить до формування нерівномірності потоку [0]. При такій конструкції проточної частини пневматичної системи порушується осьова симетрія повітряного потоку, що викликає відрив потоку та утворення циркуляційної течії, яка отримує подальший розвиток у проточній частині. Наявність у проточній частині пневматичної системи повітряного потоку нерівномірної щільності призводить до утворення ділянок, що не беруть участь у русі повітряного потоку. Зменшення масової витрати повітряного потоку

впливає пропускну здатність ВРВ погіршується процес обтікання лопаток робочого колеса (РК). Зрештою, ці фактори впливають на оптимальний режим роботи ВРВ. На Рис. 2 (Б) в ході моделювання отримали відсутність повітряного потоку в каналі гофротруби, ресивера та розтруба, відбувається процес замикання проточної частини [0]. За такого режиму перебігу повітряного потоку – пневматична система сівалки не працює. Аналіз роботи пневматичної системи показав, що основними показниками, що характеризують роботу сівалки, є рівень швидкості та тиску повітряного потоку. Ці фактори призводять до суттєвого деформування напірної характеристики вентилятора. Сучасний розвиток газодинамічного моделювання руху повітряного потоку в проточних каналах пневматичної системи та вентиляторів дозволяє проводити більш якісне дослідження впливу повітряного потоку на роботу пневматичної системи сівалки. Робота ВРВ пов'язана з пропусканням через себе певної кількості повітря, що суворо регламентується геометричними та кінематичними параметрами. Стійка робота ВРВ здійснюється у певних параметрах масової витрати повітря G_m , вихід за які призводить або до замикання або до нестійкої роботи [0]. Було визначено, що кількість споживаного пневматичною системою вентилятора повітря має бути в межах оптимального значення, максимальне та мінімальне значення кількості споживаної масової витрати повітря висівними апаратами сівалки відповідає таким значенням: $G_{m\_max} = 0,219$ кг/с та $G_{m\_min} = 0,018$ кг/с. В свою чергу оптимальний режим роботи вентилятора відбувається при масовій витраті повітря $G_{m\_opt} = 0,500$ кг/с, а також максимальному та мініимальному значення споживаної масової витрати повітря ВРВ $G_{m\_max} = 0,936$ кг/с та $G_{m\_min} = 0,38$ кг/с. Величина споживаного значення масової витрати повітря висівними апаратами сівалки не потрапляють у межі роботи вентилятора. Для стабілізації роботи пневматичної системи необхідно збільшити споживану масову витрату повітря за рахунок удосконалення та більш якісному опрацюванню конструкції пневматичної системи.

Висновок. В результаті проведеного чисельного моделювання турбулентного руху в'язкого повітряного потоку в сівалці УПС-8, що складається з ВРВ, розтруба, ресивера, відвідних трубопроводів та апаратів, що висівають, було визначено, що пневматична система в даному виконанні працює не завжди належним чином. Основним параметром, що характеризує даний факт, є нерівномірність параметрів вхідного потоку, сформованого в результаті особливостей виготовлення пневматичної системи. В результаті дослідження визначено, що дана конструкція пневматичної системи не забезпечує рівномірну структуру потоку, у системі є не діючі ділянки. При зменшенні масової витрати на пневматичній системі, система перестає працювати. На ефективну роботу пневматичної системи, а також на позитивну роботу висівного диска, сівалки впливає наявність певного, стабільного обсягу масової витрати повітря в проточній частині. Тому виникає необхідність додаткового обсягу масової витрати повітря в проточній частині.

Список використаних джерел

1. Пугачов П.В. Розрахунок та проектування лопатевих гідромашин. Розрахунок в'язкої течії в лопатевих гідромашинах з використанням пакета ANSYS CFX: навч. посібник/П.В. Пугачов, Д.Г. Свобода, А.А. Жарківський. – СПб.: Вид-во Політехн. ун-ту, 2016. -120 с.
2. Frank M. White Fluid Mechanics. Eighth edition in si units. University of Rhode Island, Published by McGraw-Hill Education -2016.-864 p.
3. Wilcox, David C. Turbulence Modeling for CFD. 3rd edition. 2006 by DCW Industries, Inc. 509p.
4. Spalart P.R., Allmaras S.R. A one-equation turbulence model for aerodynamic flow // La Recherche Aerospatiale. – 1994. – N 1. – P. 5–21.
5. ANSYS CFX-Solver Theory Guide. Release 15.0 November 2013 Published in the U.S.A. 2013-372 p.

УДК 631.333

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н

Б. В. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н

А. Ю. ЖАБЕНКО студент магістратури

НУБІП УКРАЇНИ

О. В. АДАМЧУК к.т.н., **ІМА АПВ НААН**

Проаналізувавши відомі конструкції машин для внесення твердих мінеральних добрив, можна констатувати, що вони є надійні в експлуатації та добре працюють навіть в складних умовах при підвищеній вологості та гігроскопічності.

Недоліками даних робочих органів є нерівномірності внесення добрив та можливість якісного розсіву тільки малими дозами внесення добрив.

Конструкції дисково-вентиляторних РРО розкидального типу мають властивості, як відцентрових, так і пневматичних РРО.

В дисково-вентиляторних типах РРО розкидання добрив проводиться відцентровим диском, що обертається, а вентилятор використовується для підсилення руху добрива потоком повітря, рис. 1. Це дозволить добитися рівномірності внесення добрив та збільшення ширини захвату машин.

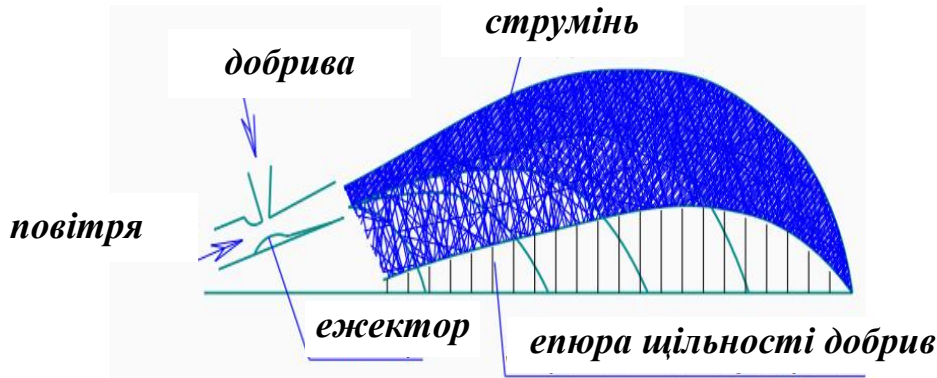


Рисунок 1 – Схема пневматичного розсіву мінеральних добрив

Ми пропонуємо нову конструкцію дисково-вентиляторних пневмовідцентрових РРО, рис. 2.

Даний робочий орган має диск, який кріпиться до вала редуктора. Зверху на диску встановлено лопатки.

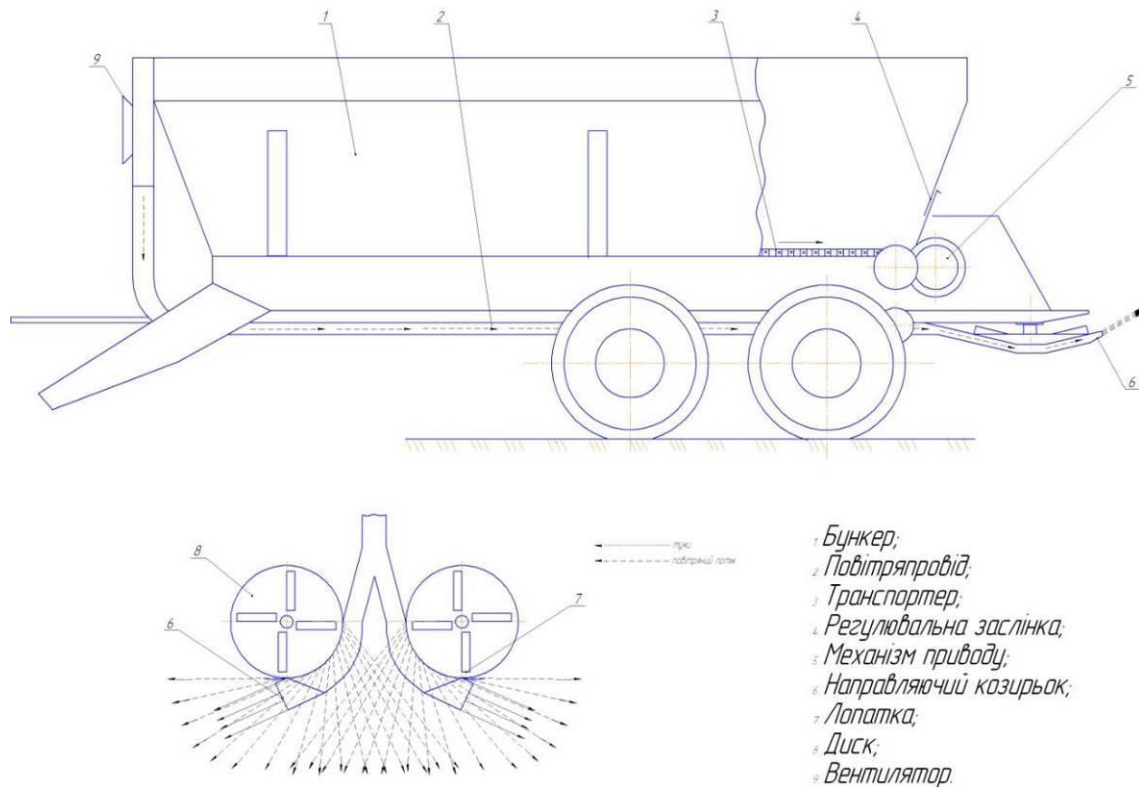


Рисунок 2. – Схема дисково-вентиляторних пневмовідцентрових РРО

Пневмопровід, який має напрямний козирок, направляють до нижньої поверхні відцентрового диска.

Вентилятор, який розміщений попереду бункера призначений для регулювання сили повітряного потоку в пневмопроводі.

Технологічний процес полягає в наступному, добрива, які є на диску, переміщуються лопатками до зовнішньої кромки диска, таким чином готуючись до сходу.

Завдяки кінетичній енергії, гранули сходять з диску та потрапляють в зону периферійної ділянки ширини захвату.

Рух частинок добрив, які вже злетіли в атмосферу підсилюються потоком повітря. Даний струмінь повітря допомагає гранулам добрив летіти від 5 до 6 м від осі РРО. Подальший рух частини добрив здійснюють завдяки набутій кінетичній енергії.

Частинки добрив стикаються з опором повітря, який пригальмовує їх рух, в результаті відбувається процес їх висіву на поверхню поля.

Висновки. Це є результат диференційованої подачі струменя повітря, в результаті якої добрива потрапляють на периферійні зони робочої ширини захвату. Гранули, яка вилітають з диска за межами козирка, потрапляють в центр ширини захвату робочого органу завдяки попереднього розгону розсіювальними лопатками.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.

2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 631.331

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ФОРМИ ВИВАНТАЖУВАЛЬНОГО ВІКНА КАМЕРИ ОБРОБКИ НАСІННЯ РОТАЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА

В. В. РАТУШНИЙ, кандидат технічних наук, с.н.с.,

П. І. ВІТРУХ, науковий співробітник,

Ю. В. КОСОВЕЦЬ, науковий співробітник,

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
НААНУ,*

В. Б. ОНИЩЕНКО, кандидат технічних наук, доцент,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: vratushnyi@ukr.net

Запропонована нами схема технічного рішення для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур включає робочу камеру з встановленим у ній вертикальним ротором у вигляді чашоподібного робочого органу, на який подається насіння та компоненти хімічних препаратів, що послідовно наносяться на насіння. Камера обробки насіння виконана у вигляді нерухомого

корпусу циліндричної форми, в якій розміщений ротор діаметром 0,5 м. До внутрішньої поверхні нерухомого корпусу на рівні верхнього крайка ротора розміщені інтенсифікатори перемішування насіння у вигляді пластин, що направляють насіння від периферійної зони камери обробки до центра обертання ротора. Між двома сусідніми інтенсифікаторами у вертикальній циліндричній стінці камери обробки насіння виконане вивантажувальне вікно прямокутної форми із відповідною заслінкою, яка в процесі обробки порції насіння знаходиться у закритому положенні і відкривається тільки у кінці циклу обробки для вивантаження порції насіння, після чого знову закривається.

Оскільки продуктивність процесу пошарової обробки насіння залежить від часу циклу, у т.ч. і від складової цього циклу, – часу вивантаження обробленої порції насіння, то необхідно мінімізувати цей час, що у підсумку підвищить продуктивність процесу пошарової обробки насіння.

Особливістю процесу вивантаження насіння через вікно такої конструкції є те, що пропускна здатність вікна по його ширині є різною. Це пояснюється тим, потік насіння проходить через вивантажувальне вікно під кутом до його площини і пропускна здатність вікна буде визначатися площею живого перетину вікна, яка, в свою чергу, залежить від ширини живого перетину вікна.

Розглянемо як ширина живого перетину вивантажувального вікна пов'язана з радіусом R (рис. 1) камери обробки та центральним кутом α , що обхватує вікно шириною b , та визначимо співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна.

Як впливає із рис. 1, ширина b вивантажувального вікна визначається за такою формулою:

$$b = R\sqrt{2(1 - \cos \alpha)} \quad (1)$$

Ширину живого перерізу потоку насіння, що виходить із вивантажувального вікна, можна визначити за такою формулою:

$$a = R(1 - \cos \alpha). \quad (2)$$

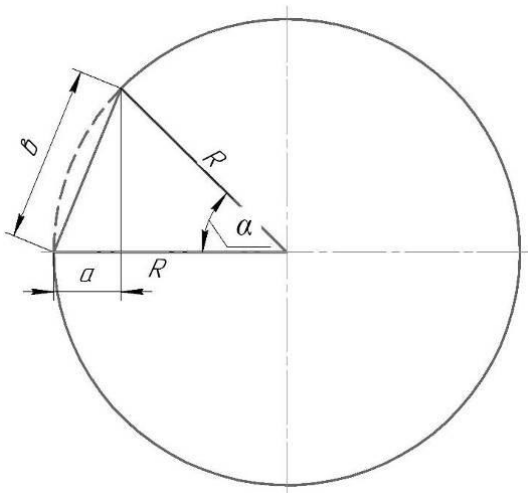


Рис. 1. Схема до визначення співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна

Тоді співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна буде визначатися таким виразом:

$$\frac{a}{b} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}} \quad (3)$$

Як видно із цього виразу співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна не залежить від радіусу камери обробки, а визначається лише величиною центрального кута обхвату вікна.

За отриманою вище формулою (3) побудована графічна залежність співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна від центрального кута обхвату вікна (рис. 2).

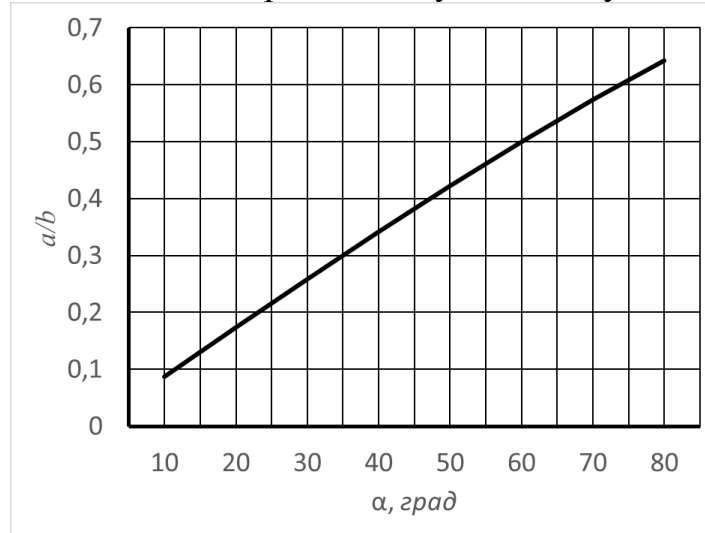


Рис. 2. Залежність співвідношення ширини живого перерізу потоку насіння до ширини вивантажувального вікна від центрального кута обхвату

Із аналізу наведеної вище графічної залежності випливає, що співвідношення ширини живого перерізу потоку обробленого насіння до ширини вивантажувального вікна пропорційно зростає із збільшення центрального кута обхвату вікна. Звідси можна зробити важливий висновок про те, що пропускна здатність вивантажувального вікна із більшою шириною вікна більша пропускної здатності вивантажувального вікна із меншою шириною вікна за однакової його площі. Таким чином, при проектуванні вивантажувального вікна ротаційного протруювача перевагу необхідно надавати широким випускним вікнам, які забезпечать більшу продуктивність процесу пошарової обробки насіння.

Список використаних джерел

1. MultiCoater// Products Coating. URL: [https:// www.petkus.com/products/-/info/coating/multicoater-cm-100/multicoater-cm-100](https://www.petkus.com/products/-/info/coating/multicoater-cm-100/multicoater-cm-100) (дата звернення: 19.01.2024).
2. Centricoater Automatic // Product Overview. URL: <https://www.cimbria.com/en/products/processing/centricoater.html> (дата звернення: 19.01.2024).
3. Ратушний В. В., Косовець Ю. В. Обґрунтування мінімально необхідної довжини траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа для пошарової

обробки насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2020. Вип. № 11 (110). С. 54 – 60.

4. Ратушний В. В., Лисанюк В. Г., Маранда С. О., Косовець Ю. В. Обґрунтування структурно-функціональної схеми та продуктивності ротаційного протруювача періодичної дії для пошарової обробки насіння. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2021. Вип. № 14 (113). С. 30–36. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-14-3>.

УДК 631.1:678

ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОРОБОТІВ НА ПОШКОДЖЕНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДДЯХ

О. Д. ДЕРКАЧ, кандидат технічних наук, доцент;

О. О. СУМЯТІНА, здобувачка;

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: derkach.o.d@dsau.dp.ua

Україна – одна з найбільш замінованих країн у світі [1]. Найбільший відсоток замінованої території припадає на землі сільськогосподарського призначення, а Україна – один із передових світових експортерів продукції рослинництва [2]. Затримка з уведенням у сільськогосподарське виробництво орних земель з мінно-вибуховою небезпекою є великим ризиком виникнення і розповсюдження загрози голоду. Тому проблема уведення в сівозміну таких угідь є вельми актуальною. Навіть дозвіл ДСНС на використання земель не дає 100% гарантії відсутності на них будь-яких вибухонебезпечних засобів. Існуватиме ризик для життя і здоров'я механізаторів. Задля забезпечення ефективного та безпечного вирішення проблеми у цьому контексті, необхідним інструментом стають роботизовані платформи – це автономні роботи, які, працюючи в технологіях точного та цифрового землеробства, можуть виконувати мінімум необхідних технологічних операцій, необхідних для вирощування основних сільськогосподарських культур.

Одним із таких роботів є DOT/OMNI Power Autonomous Platform (рис.1). Ці платформи автономно виконують сівбу, здійснюють внесення мінеральних гранульованих та пиловидних добрив, внесення засобів захисту рослин. Керуються дистанційно або працюють в автономному режимі.

Переваги: універсальність (агрегатується з трьома різними виконавчими механізмами: сівалка, розкидач мінеральних добрив, штанговий обприскувач); не потребується постійна присутність оператора на полі. З використанням

сигналу GPS робот пересувається траєкторією згідно заданих ліній навігації [3].



а)



б)

Рис. 1. Автономні платформи DOT а) та OMNI б) на виконанні відповідно, сівби зернових та внесенні мінеральних добрив.

До недоліків слід віднести наступне. Незважаючи на нову концепцію самого аграрного робота, що передбачає тривалу і безперервну роботу як в технологічному, так і в технічному аспекті, використання звичайної сівалки (рис.2) без необхідних адаптивних елементів знижує ефективність та продуктивність системи в цілому. Однією із причин порушення агровимог сівби є необхідність проведення щозмінного технічного обслуговування (ТО) сівалок. Порушення якості сівби часто пов'язане зі зносом рухомих з'єднань механізмів копіювання поверхні ґрунту, що може призвести до потенційної втрати врожайності в широких межах [7]. Причини швидкого зносу та погіршення робочих характеристик детально описані в роботах [7, 8].

Маючи позитивний досвід впровадження полімерно-композитних матеріалів (ПКМ) у с.-г. техніку [4-6] і обґрунтувавши наукові основи роботоздатності їх саме в даному механізмі, можна вирішити такі завдання для OMNI Power Autonomous Platform:

- ліквідувати технічне обслуговування посівних секцій, залишивши лише технологічні налаштування;

- підвищити точність глибини посіву до 0,5 см (зараз найменша поділка шкали глибини складає $\frac{1}{2}$ inc, а це велика похибка для умов України);



Рис. 2. Серійні виконавчі механізми зернової сівалки Seed Master в агрегаті з автономним роботом DOT.

- підвищити довговічність трибоспряжень агророботів.

Властивості обґрунтованих ПК (табл. 1.) забезпечать надійність та функціонування механізму у відповідності до технічного завдання агророботів. Наявність вуглецевих волокон в структурі розроблених ПКМ забезпечують експлуатацію трибоспряжень в режимі тертя без змащування, знижують негативний вплив абразиву на ефективність їх роботи.

Таблиця – Деякі властивості полімерних композитів, обґрунтованих для застосування в трибоспряженнях посівних секцій

Параметр	Значення		
	УПА-6-40	УПА-6-30С	
Густина, г / см ³	1,17	1,12	1,4
Ударна в'язкість, кДж/м ²	35	41	22
Гаринця міцності при стисканні, МПа	166	128	293
Коефіцієнт тертя:			
- сухе тертя*	0,16...0,24	0,22...0,28	0,23
- при змащуванні водою	0,03	0,06...0,08	0,06...0,12
- при змащуванні оливою	0,01	0,02	0,018...0,05

*Тертя без змащення: навантаження – 0,2...1,0 МПа, швидкість ковзання 0,5...2,5 м/с.

Імовірність заклинювань полімерно-композитних пар тертя, що має місце при терті системи «метал-метал», мінімальна. Розраховано, що в паралелограмних механізмах максимальне зусилля на полімерну деталь за критичних умов (під час наїзду сошника на перешкоду) складає 2377 Н [7].

Перші технологічні операції (наприклад, прямий посів) на розмінованих полях можна проводити такими модернізованими агрегатами, які потребуватимуть менших затрат на ТО.

Таким чином, можна зробити висновок, що застосування самозмащувальних ПКМ конструкційного призначення у трибоспряженнях агророботів забезпечить підвищення їхньої надійності та якості виконання агровимог і ми рекомендуємо впроваджувати їх у конструкцію виконавчих механізмів.

Список використаних джерел

1. OCHA Ukraine. Ukraine is one of the most mine-contaminated countries in the world. Twitter. Режим доступу: https://twitter.com/OCHA_Ukraine/status/1510978244077658112?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1510981821584003073%7Ctwgr%5Ec6b2d5bc8a6ed0b435eb197c3fec638f6dc3220c%7Ctwcon%5Es2_&ref_url=https%3A%2F%2Fsuspilne.media%2F225131-oon-ukraina-odna-z-najbils-zaminovanih-krain-u-sviti%2F
2. Ukrinform. Україна стала другим у світі експортером зерна. Режим доступу: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3176429-ukraina-stala-drugim-u-sviti-eksporterom-zerna.html>

3. Olds College. Офіційний сайт. Режим доступу: <https://www.oldscollege.ca/>.

4. Деркач О.Д., Кругман О.О. Деякі напрями підвищення технічного рівня сільськогосподарської техніки застосуванням конструкційних полімерно-композитних матеріалів / Матеріали 1ої Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability», 17-19 квітня 2019 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 294 с., с. 143-146.

5. Деркач О.Д. Макаренко Д.О., Муранов Є.С., Лободенко А.В. Підвищення довговічності рухомих з'єднань посівних машин впровадженням прогресивних конструкційних матеріалів / Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2.

6. Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Муранов Є.С., Субочев О.І., Деркач П.О. Застосування полімерних композитів у конструкціях агророботів та сільськогосподарської техніки / Теоретичні та експериментальні аспекти сучасної хімії та матеріалів ТАСХ-2021: Матеріали V Всеукраїнської наукової конференції, 10 квітня 2021 р., м. Дніпро. – Дніпро: «Середняк Т.К.», 2021. – 267 с., С. 63 – 66.

7. Макаренко Д.О. Підвищення довговічності паралелограмного механізму посівних комплексів зміною конструкції рухомих з'єднань: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Центральн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький, 2018. – 184 с.

8. Макаренко Д.О., Деркач О.Д., Говоруха В.Б., Веселовська Н.Р., д.т.н., професор Вінницький національний аграрний університет. Модернізація рухомих з'єднань секції посівного комплексу / Техніка, енергетика, транспорт АПК / № 4 (123) / 2023. с. 12-20.

УДК 631.763.1

BASIC TECHNICAL SUPPORT FOR VIDEO-ENDOSCOPE PARAMETERS IN TECHNICAL MILL OF GRAIN HARVESTERS

O. V. SHVYDUN, Post Graduate Student
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: shvidun@nubip.edu.ua

Until recently, almost any engine defect was possible only as a result of complete disassembly [1]. Many repair cases looked like this: a grain harvesters

owner contacted a service station because he was concerned about some well-known alarming symptoms of engine operation [2]: increased consumption, discoloration of exhaust gases, leakage of working fluids, and so on.

The technicians [3], having accepted the order for diagnostics, removed and disassembled the engine, soon laying out a list of defects and breakdowns to the unfortunate owner of the grain harversers [4]. Disassembling an engine is a lengthy, labor-intensive and expensive procedure [5].

Many customers have encountered a problem: in order to diagnose the wear of one ring, they had to disassemble half the grain harversers. On the other hand, some customers were upset when they expected to see a minor fault, but were faced with the need for major repairs. And most importantly, each case was associated with a lot of meaningless work that could have been avoided.

A solution was found: we acquired equipment for engine endoscopy! Engine endoscopy, which costs significantly less than the cost of its dismantling and disassembly, has significantly improved our work performance.

This modern technology came to the automobile business from medicine. Similar to how a gastroenterologist forces a patient to swallow an endoscope, a mechanic at an auto repair shop can perform an engine endoscopy before purchasing a grain harversers to quickly and inexpensively diagnose the grain harverser's engine. The endoscope is inserted into the desired working cavity of the engine through one of the technological holes. Thanks to a camera installed at the end of the device, auto mechanics see the detailed condition of the engine on the monitor.

In some situations, engine endoscopy is the only way to avoid risks or large losses for the grain harversers owner:

- Carrying out such a procedure when purchasing a used grain harversers can save you from many problems;
- If a minor breakdown is suspected, endoscopy of a grain harversers engine of which is significantly lower than the cost of disassembling the engine, is the ideal solution;
- If a grain harversers owner wants to estimate the cost of future major repairs without disassembling the engine, it may be worth using the worn-out engine to the end, because its repair will cost the same as a new unit - the cost of engine endoscopy will be incomparably cheaper than complete disassembly and troubleshooting of the engine.

Endoscopy is an effective method that can provide rapid diagnosis of engine defects. Has the following advantages:

- Endoscopy of engine cylinders, the price of which is significantly less than engine disassembly, allows you to evaluate the quality of the surfaces of engine cylinders, pistons and rings. And sometimes, with the help of special attachments, you can even remove excess particles from the cylinder.

- Allows you to assess the condition of hard-to-reach components, such as a turbocharger, intake manifold, etc.

Versatility. Thanks to a variety of attachments, one endoscope can work with most grain harversers models.

There is no need to wait several hours for mechanics to disassemble the engine. Carry out an engine endoscopy a high-quality, quick and rational examination of the engine of your grain harvesters – contact the specialists. Call and our specialists will advise you and inform you how much engine endoscopy costs.

Checking engine cylinders with an endoscope is a common procedure recently. It applies to diesel and gasoline units. The advantage of the procedure is that there is no need to disassemble the motor.

The condition of the internal combustion engine mechanics is determined with maximum accuracy, the degree of wear and tear, the quality of service (when it comes to buying a used grain harvesters) and the veracity of the mileage are determined. Directly checking the engine with an endoscope involves placing an endoscope or probe into the engine being serviced along the spark plug passage. Such a device is structurally a controlled camera equipped with illumination.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

УДК 656.7

БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

С. П. ДМИТРЮК, старша викладачка;
Т. О. АРТЮШЕНКО, старша викладачка;
Є. С. МУРАНОВ, асистент

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

E-mail: Dmitryuksveta60@ukr.net

Нині аграрне виробництво – це високотехнологічна галузь, де використовуються найсучасніші досягнення науки і техніки. ГІС-технології, дистанційний моніторинг посівів, точне землеробство, прогнозування врожаїв – це реалії сучасного сільського господарства.

Сьогодні: ми говоримо про ризик мінних небезпек на розмінованих полях, розуміючи, що навіть дозвіл ДСНС на використання земель не дає 100% гарантії відсутності будь-яких вибухових засобів, існуватиме ризик для життя і здоров'я механізаторів.

Задля забезпечення ефективного та безпечного вирішення проблеми у цьому контексті, необхідним інструментом стають безпілотні літальні апарати (БПЛА), які, працюючи в технологіях точного та цифрового землеробства, можуть виконувати мінімум необхідних технологічних операцій, необхідних для вирощування основних культур.

За оцінками компанії PwC, у 2015 році потенціал цільового ринку, який може використовувати БПЛА (безпілотні літальні апарати) в сільському господарстві, становив 32,4 млрд дол. США [2].

Аграрний сектор нині є основним споживачем послуг дронів.

При цьому розвиток ринку так званих «малих БПЛА» вагою до 25 кг на сьогодні є одним із найбільш зростаючих. За прогнозами ABI Research, до 2025 року він перевищить 30 млрд дол., із них 70% припадатиме на комерційний сектор і, в першу чергу, на сільське господарство [3].

Щоб зрозуміти, як і для чого використовуються дрони в сільському господарстві, необхідно усвідомити, що сучасний дрон, це, передусім, – робочий інструмент, який допомагає досягти певних цілей.

В основному БПЛА використовують з метою транспортування та стеження (моніторинг). Дрони також виконують найрізноманітніші моніторингові функції, це, зокрема:

- спостереження за станом рослин на різних етапах їх розвитку;
- контроль якості виконання технологічних операцій;
- спостереження за станом ґрунту;
- інвентаризація угідь;
- стеження за худобою [3].

При застосуванні дронів ми повинні дотримуватись загальних вимог безпеки, серед яких необхідно виділити такі.

До самостійної роботи з БПЛА допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли теоретичне і практичне навчання, пройшли вступний і первинний інструктажі з питань з охорони праці, навчені безпечним методам і прийомам роботи, пройшли навчання правилам електробезпеки і перевірку знань правил електробезпеки в об'ємі посадових обов'язків з привласненням I групи.

При роботі з БПЛА працівник зобов'язаний: знати і дотримуватися вимог справжньої інструкції, правил і норми охорони праці та виробничої санітарії, правил і норми з правил поведінки на території підприємства; знати пристрій, принцип роботи, правила експлуатації і обслуговування вживаного БПЛА [3].

При роботі з БПЛА працівник повинен проходити: повторний інструктаж з охорони праці на робочому місці не рідше за 1 раз в 6 місяців; періодичний медичний огляд відповідно до чинного законодавства; чергову перевірку знань вимог охорони праці не рідше 1 разу на рік.

При роботі з БПЛА на працівника можлива дія небезпечних і шкідливих виробничих чинників: транспортні засоби, що рухаються; гострі кромки, задирки, шорсткості поверхні БПЛА; несприятливі погодні умови (дощ, сніг, вітер, мороз, жара і тому подібне); можливість падіння (сковзання, спотикання).

Під час роботи необхідно: строго дотримуватися вимог безпеки, викладених в експлуатаційній документації заводу-виготовлювача БПЛА; БПЛА є електронним пристроєм із складною системою управління і може бути серйозним джерелом небезпеки для самого працівника і оточують; БПЛА не рекомендується використати в місцях масового скупчення людей [4].

Мінімальна безпечна відстань від БПЛА до людини складає не менше 3 метрів; БПЛА рекомендується використати на відкритому просторі; забороняється працювати з БПЛА при вітрі більше 5 м/с.; забороняється працювати з БПЛА вночі, якщо він не має світлодіодного підсвічування, а також у будь-яких інших обставинах, при яких візуальний контроль може бути ускладнений; забороняється працювати з технічно несправним БПЛА, в якому виявлені поломки конструкції, механізмів і пристроїв, а також різні неполадки в процесі використання електронної системи управління, що у тому числі виникають внаслідок радіоперешкод [5].

В процесі роботи деякі елементи БПЛА можуть нагріватися, тому слід дотримуватися запобіжних заходів щоб уникнути опіків.

При експлуатації акумуляторної батареї для БПЛА дотримуватися наступних вимог безпеки: використати тільки зарядний пристрій, що поставляється в комплекті, або рекомендоване заводом-виробником БПЛА; не заряджати і не експлуатувати пошкоджені батареї; не заряджати гарячі акумулятори (це може стати причиною займання або вибуху); заряджати акумулятор на вогнетривкій поверхні в пожежобезпечному місці; стежити за станом акумулятора в процесі заряду.

При появі здуття елементів негайно від'єднати батарею від зарядного пристрою і перемістити її на вогнетривке покриття. Не поновлювати процес

заряду несправної батареї; дотримуватися полярності акумуляторної батареї; не допускати проколів і деформацій. Якщо в процесі експлуатації БПЛА акумулятор надмірно нагрівається, його необхідно замінити на новий [1].

При виникненні ударних навантажень (наприклад, при аварії БПЛА) уважно оглянути акумулятор на вогнетривкій поверхні. Продовжувати експлуатацію акумуляторної батареї тільки при повній упевненості у відсутності ушкоджень.

Перед тривалим зберіганням БПЛА слід витягати батареї.

Використати для передавача елементи живлення одного типу і виробника з однаковим рівнем заряду. Недотримання цієї умови може викликати повну втрату управління БПЛА.

Щоб уникнути травм не можна торкатися пропелерів, що обертаються, і інших деталей. Не запускати БПЛА повторно впродовж десяти хвилин після закінчення польоту. Не впускати дотолу, оберігати від ударів БПЛА і його пульт управління.

Забруднений БПЛА слід очищати тільки сухою чистою м'якою тканиною [5].

При виконанні робіт працівникові забороняється: робити самостійний розтин і ремонт БПЛА, ремонт повинен проводити фахівець; відлучатися з робочого місця без відома безпосереднього керівника; залишати без нагляду БПЛА; користуватися відкритим вогнем.

Вимоги охорони праці в аварійних ситуаціях: при виникненні поломки БПЛА, загрозливою аварією на робочому місці: припинити його експлуатацію, доповісти безпосередньому керівникові і діяти відповідно до отриманих вказівок.

Поява нового обладнання, на кшталт, БПЛА, вимагає постійного удосконалення відомих та розробку нових правил безпеки праці. Тому, при впровадженні такого обладнання, необхідно завжди проводити навчання з охорони праці

Список використаних джерел

1. ДНАОП 2.0.00-1.01-00 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, Київ, 2000
2. Defense and Consumer Drone Makers Set Their Line of Sight on the Commercial sUAS Market as Growth Soars. 16.09.2016/<https://www.abiresearch.com/press/defense-and-consumer-drone-makers-set-their-line-s>
3. Agricultural Drones The Best of 2016 – Detailed Information /<http://www.dronethusiast.com/agricultural-drones/>
4. Про допуск до експлуатації безпілотних літальних апаратів : наказ ДСНС від 20.11.2018 № 675. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/85780.html> (дата звернення: 10.07.2020 р.).

5. Про внесення змін до наказу ДСНС від 20.11.2018 № 675 : наказ ДСНС від 08.02.2019 №92. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/89229.html> (дата звернення: 10.07.2020 р.)

УДК 631.354:633.85

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ПРИ ЗБИРАННІ СОНЯШНИКА

А. В. ДВОРНИК, доц., канд. техн. наук,

А. С. КОМАРОВ, викладач,

*Відокремлений структурний підрозділ «Ніжинський фаховий коледж
Національного університету біоресурсів і природо користування України»*

E-mail: a.dvornyk@ukr.net, a0969551209@ukr.net

Ціни на паливо-мастильні матеріали значно зросли, тому необхідно дослідити фактори та параметри зернозбирального комбайна, які впливають на завантаження двигуна, витрату палива, втрати насіння та якості обмолоту, які економічно доцільно використовувати під час збирання соняшника. Виникає проблема підбору параметрів зернозбирального комбайна для збирання соняшника, при яких забезпечиться висока продуктивність та якість обмолоту.

Правильний підбір техніки для збирання соняшнику дозволить зменшити втрати під час збирання. Параметри комбайна можуть бути абсолютно різні і під відповідні умови їх потрібно підбирати індивідуально. При збиранні соняшника нам потрібно більш ретельно налаштувати зернозбиральний комбайн та жатку, щоб забезпечити мінімальні втрати та максимальну продуктивність. При правильному налагоджуванні зернозбирального комбайна можна зберегти біологічну врожайність соняшника, зменшити навантаження на двигун, що в свою чергу зменшить зношування деталей та витрат пов'язаних із ремонтом.

Постановка завдання. Підбір оптимальних параметрів зернозбирального комбайна під час збирання соняшника із врахуванням факторів впливу на якість насіння та економічної доцільності обраних параметрів.

У роботі розглянуто питання та параметри зернозбирального комбайна, які впливають на завантаження двигуна, витрату палива, втрати насіння та якості обмолоту, які економічно доцільно використовувати під час збирання соняшника. Запропоновано економічно ефективні параметри та показники зернозбирального комбайна. За базові показники які впливають на якість обмолоту та економічну ефективність визначено: швидкість обертання молотильного барабану n , швидкість вентилятора N та зазор у підбарабанні h . Дослідження проводилися на зернозбиральному комбайні CLAAS Lexion 480 EVO із жаткою ЖСН-9,1 Атрія.

Провівши дослідження для подальшого ми обрали три групи показників: базові при яких втрати за зернозбиральним комбайном становили 72 кг/га при завантаженні двигуна 43 % та витратою палива 12 л/га. Показники які ми обрали для подальшого використання: втрати – 82 кг/га при завантаженні двигуна 67 % та витратою палива 15,3 л/га та показники втрати при яких були мінімальні 24 кг/га при навантаженні двигуна 63 % та витраті палива 14,5 л/га.

Дослідно встановлено, що для роботи зернозбирального комбайна при збиранні соняшника необхідна швидкість обертання молотильного барабана $n = 450$ об/хв, швидкість обертання вентилятора $N = 1000$ об/хв та зазор між підбарабанням $h = 27$ мм.

Дослідно встановлено, що зазор підбарабання є не впливовим фактором для навантаження двигуна. Дослідження якісних показників показало, що зміна зазору у підбарабанні впливає на витрати зерна за комбайном та пошкодження зібраного урожаю і найбільш оптимальним значенням є 27 мм. У результаті визначення економічної ефективності із врахуванням відрахувань елеватору за доопрацювання зерна встановлено, що від нашої врожайності 4,2 т/га із 1 га відніметься 273 кг, що в загальному зменшує врожайність до 3,93 т/га. Отже, при параметрах із найменшими втратами за комбайном (23 кг/га) засміченість становитиме 8 % (при базі 3 %) і на доопрацювання піде 5 %. При вартості доопрацювання 5,67 грн на 1 т×% та відрахувань ваги від урожайності у відношенні 1 % за 1 т, загальне зменшення врожайності до 3,93 т/га.

Таблиця 2. – Порівняльні показники

Показник	При оптимальних параметрах	При параметрах з мінімальними витратами
Навантаження двигуна, %	67	63
Витрата палива при збиранні соняшника, л/га	15,3	14,5
Ціна дизельного палива, грн/л	54,71	
Витрати за зернозбиральним комбайном, кг/га	82,3	23
Засміченість зерна соняшника, %	2,7	8
Доопрацювання 1% засміченості, грн/т	–	5,67
Урожайність із відніманням % доопрацювання, т/га	4,2	3,93
Ціна соняшника, грн/т	8 300	
Прибуток, грн/га	33383,61	32416
Різниця, грн, га	967,61	

Джерело: розроблено авторами

Висновки

Провівши дослідження для подальшого ми обрали три групи показників: базові (запропоновані компанією CLAAS) на яких втрати за зернозбиральним комбайном становили 72 кг/га при завантаженні двигуна 43 % та витратою палива 12 л/га. Показники які ми обрали для подальшого використання: втрати – 82 кг/га при завантаженні двигуна 67 % та витратою палива 15,3 л/га та

показники втрати при яких були мінімальні 24 кг/га при навантаженні двигуна 63 % та витраті палива 14,5 л/га.

Дослідно встановлено, що для роботи зернозбирального комбайна при збиранні соняшника необхідна швидкість обертання молотильного барабана $n = 450$ об/хв, швидкість обертання вентилятора $N = 1000$ об/хв та зазор між підбарабанням $h = 27$ мм.

Економічна ефективність при показниках, які ми обрали за еталонні становить 33383.61 грн/га, а при показниках де втрати були мінімальні 32416 грн/га. Різниця 967,61 грн/га, тому доцільно молотити із втратами, в нашому випадку 82,3 кг/га, але з більш якісним обмолотом тому що, при подальшій реалізації соняшника не буде зниження ціни.

зернозбиральний комбайн, соняшник, витрати за комбайном, засміченість, навантаження двигуна, швидкість обертання молотильного барабана, швидкість обертання вентилятора, зазор підбарабання.

Список використаних джерел

1. Abd-El-Maksoud, M.A.F., El-Sayed, G.H. (2009). Modifying and testing a header system for cereal crop harvester to be suitable for sunflower harvesting. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 773–776.
2. Chaplygin, M., Bespalova, O., Podzorova, M. (2019). Results of tests of devices for sunflower harvesting in economic conditions. In: *International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019 E3S Web Conf.*, 126, 1–7. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912600063>
3. Dalmis, I.S., Kayisoglu, B., Bayhan, Y., Ulger, P., Toruk, F. (2013). Determination of the effects of rotation speed and forward speed on combine harvester driven stalk chopper assembly operating performance. *Tarim Bilimleri Dergisi*, 19(1), 54–62. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000001230
4. Ochildiev, O., Fozilov, G., Achildiev, Sh., Karimov, M., Ashurov, N. (2021). Indicators of the combine equipped with GPS receiver in sunflower harvesting. In: *Annual International Scientific Conference on Geoinformatics – GI 2021:–Supporting sustainable development by GIST*”. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202122707002>
5. Rogovskii, I., Titova, L., Novitskii, A., & Rebenko, V. (2019). Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for rural development* 18: 291–298.
6. Rogovskii, I.L., Titova, L.L., Voinash, S.A., Troyanovskaya, I.P., & Sokolova, V.A. (2021b). Change of technical condition and productivity of grain harvesters depending on term of operation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 720: 012110. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/720/1/012110>
7. Wang, Z., Che, D., Bai, X., & Hu, H. (2018). Improvement and experiment of cleaning loss rate monitoring device for corn combine harvester. *CSAM* 49: 100–108.

8. Yezekyan, T., Marinello, F., Armentano, G., Trestini, S. & Sartori, L. (2020). Modelling of harvesting machines' technical parameters and prices. *Agriculture* 10(6): 194–204.
9. Демко, О.А. Метод визначення пропускної здатності молотильно-сепарувального пристрою зернозбиральному комбайнів з урахуванням змін техніко-експлуатаційних характеристик [Текст] / А. Демко, О. Надточій, О. Демко. О.А - Техніка і технології АПК. - 2012. - №2. - С. 32-35.
10. Занько, М.Д. Удосконалення методів випробувань молотарки зернозбирального комбайна Автореферат дис. канд.техн.наук: М.Д.Занько. - Глеваха, 2008. - 20 с.
11. Капустін, В. П. Аналіз втрат при збиранні соняшника / В. П. Капустін, С. А. Кунаков // Вісник ТДТУ. - 2004. - Т. 10. - № 3. - С. 773-778.
12. Керівництво з експлуатації CLAAS lexion 480
13. Керівництво з експлуатації ЖНС-9 «Атрія»
14. Кравчук В., Смолінський С., Занько М., Гайдай Т., Олійник О. Тенденції розвитку зернозбиральних комбайнів /В. Кравчук, С. Смолінський, М. Занько, Т. Гайдай, О. Олійник // Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке 2020. Випуск 26 (40). – С. 14-29.
15. Непочатенко, А.В. Економіко-математичне моделювання витрат під час збору врожаю залежно від потужності двигуна зернозбирального комбайна А.В. Непочатенко, В.А. Непочатенко . - Економіка та управління АПК, 2013. - Вип.11(106). - С. 130-136.
16. Сільськогосподарські машини: підручник/ Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. –679 с
17. Смолінський, С.В. Аналіз взаємозв'язку між базовими параметрами сучасних зернозбиральних комбайнів / С.В. Смолінський. – Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. - Харків. - 2010. - Вип. 93, т.і. - С. 182-186.
18. Шейченко В.О., Анеляк М.М., Кузьміч А.Я., Грицака О.М. Теоретичні дослідження процесу обмолоту і сепарації маси багатобарабанною молотаркою. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. наук. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2017. Вип. №6 (105). – С. 74-80.
19. Таценко О.В. Дослідження втрат насіння соняшнику при проведенні механізованого технологічного процесу збирання врожаю.

УДК 631.554

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СКОШУВАННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ

А. Я. КУЗЬМИЧ, к.т.н., старший дослідник,

М. М. АНЕЛЯК, к.т.н., старший науковий співробітник

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Результати наукових досліджень та багаторічного виробничого досвіду свідчать, що зменшення світових запасів нафти і газу, а також збільшення затрат на їх видобування і переробку спонукає до пошуку альтернативних джерел енергії. Енергія, отримана з біомаси, є привабливою альтернативою викопному паливу разом із виробництвом електроенергії та тепла [1].

Європейський Союз, США, Китай та інші країни прагнуть обмежити використання енергетичних культур для виробництва енергії та збільшити використання рослинних залишків як на полі, так і для процесів виробництва енергії. Таким чином, пожнивні рештки можуть стати основним джерелом енергії.

Одним із напрямків є використання рослинних решток незернової частини кукурудзи і соняшнику на енергетичні цілі. Вагомим аргументом на користь використання цих культур на енергетичні цілі є значні посівні площі вирощування кукурудзи і соняшнику в Україні [3].

Тому виникає необхідність проведення досліджень з пошуку шляхів підвищення енергетичної ефективності процесу збирання та обґрунтування енергоефективних технологій і технічних засобів для збирання побічної продукції зернових та олійних культур на енергетичні цілі [4].

Аналіз технологій та технічних засобів, які використовуються і або можуть бути використані для збирання побічної продукції соняшнику мають суттєві обмеження при їх використанні на збиранні незернової частини врожаю цієї культури на енергетичні цілі [4].

Одним із варіантів технології збирання стебел соняшнику на енергетичні цілі є скошування та укладання нижньої частини стебел у валок жнивваркою зернозбирального комбайна з одночасним обмолочуванням кошиків соняшнику, з наступним підбиранням і пресуванням. За даного способу відбувається розділення технологічних потоків матеріалів при збиранні соняшнику зернозбиральним комбайном. При цьому обмолочені кошики та частина стебел, які пройшли через молотарку комбайна укладаються зверху на валок зі стебел, сформований жнивваркою.

В основу досліджень покладено гіпотезу, що ефективність технологічного процесу збирання та підготовки до використання на енергетичні цілі побічної продукції соняшнику можна підвищити, використавши принцип подвійного скошування стебelloвої маси жнивваркою-адаптером зернозбирального комбайна. При цьому верхня частина стебла з кошиком скошується та спрямовується на обмолот в молотарку зернозбирального комбайна, а середня частина стебла

зрізується адаптером жниварки на заданій мінімальній висоті та укладається у валок (рис. 1).

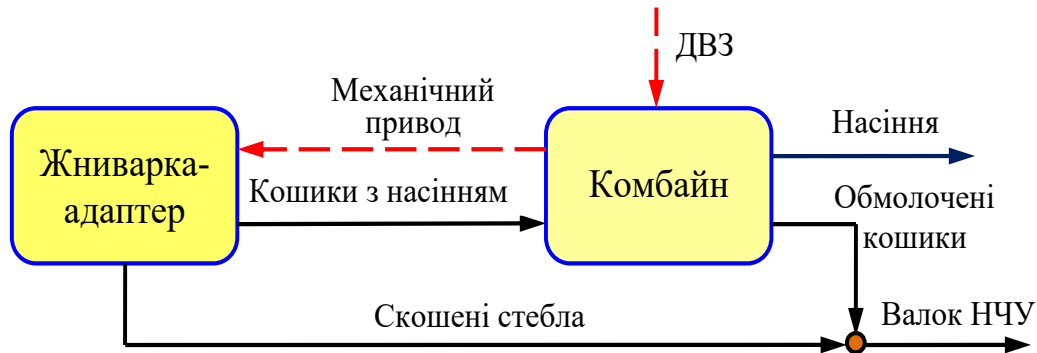


Рисунок 1. Структурна схема розділення потоків технологічних матеріалів при збиранні соняшнику зернозбиральним комбайном

Для проведення лабораторно-польових досліджень процесу скошування стебел соняшнику було розроблено схему макетного зразка технічного засобу, що моделювала скошування двох крайніх рядів стебел соняшнику з міжряддям 700 мм, транспортування скошених стебел каналом, довжиною 2000 мм, та вкладання у валок на відстані 2450 мм (відстань від крайнього русла до центра жниварки для збирання соняшнику ПЗС-8).

Макетний зразок технічного засобу для досліджень процесу збирання побічної продукції олійних культур являє собою дві секції різального апарату з вертикальною віссю обертання встановлених на рамі та охоплених кожухом з напрямним каналом. В конструкції макетного зразка передбачено регулювання частоти обертання і висоти установки ножів та кута нахилу осі різального апарату.

Лабораторно-польові дослідження процесу скошування стебел соняшнику технічним засобом для збирання побічної продукції олійних культур проведені шляхом планування та постановки факторних експериментів. Змінними факторами під час проведення досліджень були: частота обертання ножів різального апарату; висота установки ножів різального апарату над поверхнею поля (висота скошування стебел); кут нахилу осі секції різального апарату до вертикалі; висота відкидної лопатки ножа різального апарату.

Дослідження проведені на агрофоні, що залишається після скошування та обмолоту кошиків зернозбиральним комбайном, обладнаним соняшниковою жниваркою рядкового типу. Робоча швидкість переміщення макетного зразка при скошуванні стебел становила 6–8 км/год.

За результатами проведених лабораторно-польових досліджень встановлено, що здатність якісного скошування стебел соняшнику забезпечується за кутової швидкості обертання ножів різального апарату в межах 105–185 с⁻¹. При відхиленні осі русла різального апарату від осі рядка в межах ± 100 мм, висота скошування стебел соняшнику становила 50–150 мм. В залежності від параметрів різального апарату середня відстань польоту

частинок, викинутих з каналу напрямного кожуха, становила 1,3–2,9 м.

Список використаних джерел

1. Анеляк М. М., Грицака О. М., Коновал О. О. Дослідження енергетичної ефективності процесу збирання побічної продукції кукурудзи та соняшнику на енергетичні цілі. *Механізація та електрифікація сільського господарства*. 2021. Вип. 13 (112). С. 81-88. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2021-13-8>
2. Stepanenko S., Aneliak M., Kuzmych A., Kustov S., Lysaniuk V. Improving the efficiency of harvesting sunflower seed crops. *INMATEH-Agricultural Engineering*, 2022, Vol. 67, No. 2 p331-340. <https://doi.org/10.35633/inmateh-67-34>
3. Кузьмич, А. Я., Анеляк, М. М., Грицака, О. М. Збирання незернової частини урожаю соняшнику на енергетичні цілі. *Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин*. 2020. Вип. 50. С.69-88. <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2020.50.69-78>
4. Aneliak M., Kuzmych A., Stepanenko S., Lysaniuk V. Study of the process of threshing leguminous grass seeds with a drum-type threshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 71 (2023), No. 3, 83-92. <https://doi.org/10.35633/inmateh-71-06>

УДК 631.365.22

ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н.,

В. О. ШВИДЯ, к.т.н.,

І. С. ПОПАДЮК, пров. інж.,

О. О. КОНОВАЛ, пров. інж.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

E-mail: Shvidia@gmail.com

Олійні сільськогосподарські культури вирощують з метою отримання з їх насіння рослинних олій. На першому місці по виробництву олійних сільськогосподарських культур займає соняшник. Соняшник — культура, яка займає п'яту частину посівних площ та значний відсоток якої експортується за кордон. Для підтримання поточного виробництва соняшнику та подальшого збільшення його виробництва велику роль відіграє якісне насіння. На якість насіння, зокрема його посівні якості, значну впливає процес сушіння. Для сушіння насіння соняшника використовують конвективні камерні та лоткові сушарки з подальшим охолодженням та відлежуванням [1-2]. Але внаслідок

негативної дії температури та нерівномірність сушіння через використання шару насіння в сушарках призводить до втрати лабораторної схожості насіння соняшнику у процесі сушіння на 10-15 %. Як показано в роботах [3-5], використання вакууму у сушильній камері зменшує втрату посівних якостей насіння у процесі сушіння тому може бути застосовано й для сушіння насіння соняшнику, проте необхідно враховувати особливості структури насіння соняшнику, що вибрати необхідні режими вакуумного сушіння.

Метою даної роботи є обґрунтування раціональних режимів вакуумного сушіння насіння соняшнику з врахуванням особливостей його структури.

Соняшник відноситься до двухдольних культур, насіння якого в своїй структурі має 2 сім'ядолі, де міститься олія (див. рис.). В нижній частині насінини знаходиться зародок. Сім'ядолі покриті плодовою оболонкою, яка зовні покрита ще насінневою оболонкою. Між сім'ядолями та плодовою оболонкою є повітряні камери. Великий вміст рослинних олій у складі насіння соняшнику та наявність в його насінні повітряних камер робить коефіцієнт теплопровідності набагато меншим, ніж у насіння інших сільськогосподарських культур.



Рисунок Будова насінини соняшника

Процес сушіння насіння соняшнику можна представити, як два процеса, що відбуваються паралельно: випаровування вологи з капілярів, що містяться в плодовій та насінневій оболонці та дифузії вологи з сім'ядоль та зародка (див. рис.). Рослинна олія є негідрофільною речовиною, яка не здатна утримувати та поглинати вологу, тому остання концентрується у білковій частині насінини. В результаті чого, реальна вологість гідрофільної частини насіння може бути на 8–10% вищою, у порівнянні з загальною. Аналіз рівнянь вакуумного сушіння [5] вказує на те, що насіння соняшнику сушиться швидше, ніж насіння інших сільськогосподарських культур. Швидке вакуумне сушіння насіння соняшнику пов'язане з високим, порівнянні з іншими культурами, коефіцієнтом дифузії β_m вологи із сім'ядоль та поганим зв'язком сім'ядоль з насінневою та плодовою оболонкою. Високий вміст олій у складі насіння соняшнику значно збільшує критерій Ребіндера Rb у порівнянні з іншими сільськогосподарськими

культурами. Це значить, що при сушінні насіння, значно більше витрачається тепла для нагріву насіння, ніж на випаровування вологи. Для запобігання утворення тріщин на поверхні насіння значення вакууму $P_{кр}$ всередині сушильної камери в залежності від сорту становить не менше 30-40 кПа. Через великий вміст рослинних олій у складі насіння соняшника коефіцієнт температуропровідності значно менший, ніж у інших сільськогосподарських культур, що призводить до збільшення нерівномірності нагріву шару насіння, а значить і сушіння.

Таким чином, насіння соняшнику в вакуумі сушиться швидше ніж інші сільськогосподарські культури, проте через вміст рослинних олій у насінні має низьку теплопровідність, що призводить до високої нерівномірності при сушінні в шарі, тому рекомендується сушити шаром в одну насінину, чи використовувати перемішуючі пристрої у випадку використання товстого шару в сушильній камері. Для запобігання розтріскування насіння соняшнику значення вакууму всередині сушильної камери має становити не менше 30-40 кПа

Список використаних джерел

1. Конструкційні особливості сушарок сільськогосподарського призначення. — Режим доступу: https://elibr.lntu.edu.ua/sites/default/files/elibr_upload/%D0%95%D0%9F%D0%94%D1%96%D0%B4%D1%83%D1%85/part11.html (дата звернення 17.03.2023 р.).
2. Ткаченко С. Й., Співак О. Ю. Сушильні процеси та установки. Навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 76 с.
3. Experimental study of vacuum drying seeds of grain crops. / V. Adamchuk, V. Shvidia. // Mechanization in agriculture & conserving of the resources. 2018. Issue 2. P. 46–48.
4. Shvidia, V.O., Stepanenko, S.P., Kotov B.I., Spirin A.V., & Kucheruk V.Yu. (2022) Influence of vacuum on drying of seeds of grain crops Herald of Karaganda University. "Physics" series. № 3(107)/2022– p. 90-98. <https://doi.org/10.31489/2022PH3/90-98>
5. Швидя В. О. Математичне моделювання тепломасообміну в процесі сушіння насіння сільськогосподарських культур в умовах вакууму. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. (2022). Вип. № 15 (114). С. 95–101. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-11>
6. I.L. Rogovskii, S.P. Stepanenko, A.V. Novitskii, & V.I. Rebenko (2020) The mathematical modeling of changes in grain moisture and heat loss on adsorption drying from parameters of grain dryer. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 (2020) 082057. 2020. Vol. 13. pp.1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082057>
7. Kotov, B. I., Kalinichenko, R. A., Stepaneko, S. P., Shvydya, V. O., Lisets'kyu V. O. (2017). Modelyuvannya tekhnolohichnykh protsesiv v typovykh ob'ektakh pislyazbyral'noyi obrobky i zberihannya zerna (separatsiya, sushynnya, aktyvne ventylyuvannya, okholodzhennya) [Modeling of technological processes in

typical objects of post-harvest processing and storage of grain (separation, drying, active ventilation, cooling)]. Nizhyn: Vydavets PP Lysenko M. M, 552.

8. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., & Stepanenko S.P. (2019) Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment INMATEH - Agricultural Engineering . Jan-Mar 2019, Vol. 57 Issue 1, p141-146. 6p. https://doi.org/10.35633/inmateh_57_15

УДК 631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІННОЇ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПНЕВМОСЕПАРУЮЧИХ КАНАЛАХ

С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н., с.н.с.,

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України,*

Б. І. КОТОВ, д.т.н., професор,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

Р. А. КАЛІНІЧЕНКО, к.т.н.,

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»,

Як відомо, якість очищення зернового матеріалу багато в чому залежить від точності встановлення швидкості ϑ_{Π} повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі. В основному для регулювання зміни швидкості повітряного потоку в каналах застосовують глухі поворотні заслінки, які досить прості у виготовленні.

Поворотні заслінки також регулюють витрати повітря, які залежить від особливості роботи генератора повітряного потоку і опору аспіраційної системи пневмосепаратора. Аеродинамічні властивості вентилятора визначаються залежно від повного тиску P_0 та від витрат повітря Q . Повний тиск від дії повітряного потоку йде на подолання опору аспіраційної системи пневмосепаратора [1-4]:

$$P_{\vartheta} = 0,5\rho f_s \left(\frac{Q}{h_{\text{пск.1}} b_{\text{пск}}} \right)^2 \quad (1)$$

де ρ - щільність повітря, кг/м³;

f_s - коефіцієнт опору аспіраційної системи пневмосепаратора;

$h_{\text{пск.1}}$ - глибина пневмосепаруючого каналу, м;

$b_{\text{пск}}$ - ширина пневмосепаруючого каналу, м.

Рівняння (1) моделює роботу заслінки в аспіраційній системі пневмосепаратора, як видно з даного рівняння, лівайого частина залежить від типу та параметрів вентилятора, а права частина - від конструкційних особливостей аспіраційній системі та заслінки.

Модель роботи рівняння розглянуто на прикладі експериментальної установки, що відрізняється за габаритними розмірами від пневмосепаратора тільки шириною $b_{\text{пск}}$ пневмосистеми. В якості генератора повітряного потоку в даній роботі використано вентилятор, аеродинамічна характеристика якого визначена рівнянням [3]:

$$P_9 = 440,7 + \frac{2,6}{Q^2} \quad (2)$$

Вираз (2) вибрано з кількох типів функцій, які найбільш близькі до експериментальних даних. Коефіцієнт опору аспіраційної системи пневмосепаратора визначався із залежності [4-6]:

$$f_s = f_{\text{тр.ст}} \frac{L_{ac}}{L_y} + f_3 + f_{3.м} \quad (3)$$

Коефіцієнт $f_{\text{тр.ст}}$ залежить від Re - числа Рейнольдса, яке в свою чергу залежить від швидкості $v_{\text{п}}$ повітряного потоку. Для чисельних розрахунків параметрів аспіраційної системи візьмемо наступні вихідні дані: глибина пневмосепаруючого каналу $h_{\text{пск.1}} = 0,24$ м, ширина $b_{\text{пск}} = 0,2$ м, з еквівалентним розміром каналу $L_y = 0,05$ м, з довжиною $L_{ac} = 3,2$ м і шорсткістю стінок каналу для сталі $\Delta_{\text{тр.ст}} = 0,15 - 0,22$ [5-7], з урахуванням вище викладеного, можна отримати залежність коефіцієнта $f_{\text{тр.ст}}$ від числа Рейнольдса Re .

Для визначення коефіцієнта $f_{\text{тр.ст}}$ знайдемо число Рейнольдса, яке можливо визначити за формулою [7-8]:

$$Re = \frac{v_{\text{п}} \cdot d_e}{\nu} \quad (4)$$

де ν - кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря, $\nu = \mu/\rho$, м²/с;

μ - динамічна в'язкість повітря, кг/(м·с).

Згідно з роботами [3-7] динамічну в'язкість μ повітря в дуже широкому діапазоні тисків можна вважати не залежною від тиску P_9 , а залежною тільки від температури потоку повітря $t_{\text{п}}$. При цьому для наближених розрахунків можна користуватися формулою:

$$\mu = \mu_0 \left[\frac{t_{\text{п}} + 273}{273} \right]^{0,75} \quad (5)$$

де μ_0 - динамічна в'язкість повітря при $t_{\text{п}} = 0^\circ \text{C}$, $\mu_0 = 17 \cdot 10^{-6}$ Н с/м².

За нормальної температури повітря $t_{\text{п}} = 20^\circ \text{C}$ його густина $\rho = 1,3$ кг/м³ тоді з виразу (5), $\mu = 17,93 \cdot 10^{-6}$ кг/(м·с), а кінематичний коефіцієнт в'язкості повітря $\nu = 13,79 \cdot 10^{-6}$ м²/с. Тоді згідно з рівнянням (5) при повністю відкритій заслінці і швидкості $v_{\text{п}}$ повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі 9 - 12 м/с, що відповідає $f_{\text{тр.ст}} = 0,02$.

Після даного визначення можна чисельно оцінити коефіцієнт $f_{3.м}$, використовуючи рівняння (4), в якому Q визначається швидкістю повітряного потоку $v_{\text{п}}$, а $f_3 = 0,1$, що відповідає кути заслінки 0° , за таких умов $f_{3.м} = 4,42$. Тоді рівняння (3) з урахуванням знайдених коефіцієнтів набуде вигляду:

$$441 + 2,6 \cdot Q^{-2} = 217,4 [64 \cdot f_{\text{тр.ст}}(Q) + f_3(\alpha_{\text{зл}}) + 4,42] \cdot Q^2 \quad (6)$$

Оскільки $f_{\text{тр.ст}}$ залежить від числа Рейнольдса Re , а значить і від витрат повітря Q , рішення рівняння будемо шукати методом половинного ділення. У результаті обчислень отримаємо залежність витрати повітря Q в пневмосепаруючому каналі від кута повороту заслінки $\alpha_{3\text{Л}}$, встановленої в каналі аспіраційної системи пневмосепаратора.

Одним із шляхів вирішення даного питання є застосування нових оригінальних конструкцій регулювальних заслінок, так наприклад, якщо глуха поворотна заслінка є перфорованою (жалюзійною). За умови коли перфорована заслінка перекриває повітряний канал ($\alpha_{3\text{Л}} = \alpha_{\text{max}}$), її можна розглядати як решітку (жалюзійну решітку) в повітряному потоці при цьому коефіцієнт опору такої решітки визначається за формулою [5-8]:

$$f_3 = \mu_3^{-2} \left[\left(\frac{1-\chi_{\text{ж}}}{\chi_{\text{ж}}} \right)^2 + (1 - \mu_3)^2 \right] \sin \alpha_{\text{max}} \quad (7)$$

де $\chi_{\text{ж}}$ - коефіцієнт стиснення струменя при проходженні через жалюзійну решітку, $\chi_{\text{ж}} = 0,6 + 0,04/(1,1 - \mu_3)$.

Тому можливо спостерігати покрокову зміну відносних витрат повітря $\mu_{\text{П}}$ варіюванням спочатку параметра $\alpha_{3\text{Л}}$, а потім $l_{\text{П}}$, що забезпечує більш гладке регулювання швидкості повітря $v_{\text{П}}$ в каналі за рахунок наближення до лінійної залежності.

Список використаних джерел

1. Stepanenko S., Kotov B., Kuzmych A., Kalinichenko R., Hryshchenko V. Research of the process of air separation of grain material in a vertical zigzag channel. *Journal of Central European Agriculture*, 2023, 24(1), p.225-235. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.1.3732>
2. Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А., Рудь А. В., Грушецький С.М. Визначення характеристик руху зерна за наявності сил сухого тертя і опору середовища. Механізація та електрифікація сільського господарства: [Загальнодержавний збірник]. – 2022. - Вип. №15 (114). / [ННЦ-ІМЕСГ"]. – Глеваха, 2022. – С. 81-87. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-9>
3. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: автореф. дис...д-ра. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2021. 50 с.
4. Kotov B., Stepanenko S., Tsurkan O., Hryshchenko V., Pantsyr Y., Garasymchuk I., Spirin A, Kupchuk I. Fractioning of grain materials in the vertical ring air channel during electric field imposition, *Przegląd Elektrotechniczny* 1 (2023), 100-104. <https://doi.org/10.15199/48.2023.01.19>
5. Степаненко С. П., Котов Б. І. Математичне моделювання процесу фракціонування зернового матеріалу у пневмогравітаційному сепараторі. *Вісник Львівського національного аграрного університету «Агроінженерні дослідження»*. – Львів: ЛНАУ, 2021. – Вип. №25 (2021). – С.12-20. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.012>
6. Степаненко С. П., Котов Б. І., Калініченко Р.А. Дослідження руху

частинок зернового матеріалу у вертикальному каналі за умов дії пульсацій повітряного потоку. *Сільськогосподарські машини. Вип. 47. ЛНТУ, Луцьк, 2021.* – С. 25-37. <https://doi.org/10.36910/acm.vi47.619>

7. Stepanenko S.P. Scientific foundations of the movement of components of grain material with an artificially formed distribution of air velocity / S.P. Stepanenko, B.I. Kotov, Spirin A.V., Kucheruk V.Yu. // *Вестник Карагандинского университета Серия «Физика».* № 1(105)/2022. – р. 43-57. <https://doi.org/10.31489/2022PH1/43-57>

8. S. Stepanenko, B. Kotov, A. Kuzmych, V. Shvydia, R. Kalinichenko, S. Kharchenko, T. Shchur, S. Kocira, D. Kwa'sniewski, D. Dziki (2022). To the Theory of Grain Motion in an Uneven Air Flow in a Vertical Pneumatic Separation Channel with an Annular Cross Section Processes 2022, 10, 1929. <https://doi.org/10.3390/pr10101929>

УДК 631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н., с.н.с.,

В. О. ШВИДЯ, к.т.н., ст. дослідник;

В. А. МЕЛЬНИК, аспірант;

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України, смт. Глеваха*

В сепаруючій зоні пневмовідцентрового сепаратора зернових матеріалів в залежності від їх аеродинамічних та фізико-механічних властивостей розподіляються по трьом вимірам простору [1-3], причому за рахунок постійного зустрічного в радіальному напрямку і супутнього в тангенціальному напрямку повітряного потоку зернова суміш піддається більш довгому впливу повітряного потоку на частинки, що сприяє підвищенню чіткості їх сортування за аеродинамічними та іншими властивостями.

Рух зернової суміші по поверхні горизонтального диска моделюється диференціальними рівняннями руху частинки в полярній системі координат [2-4]:

$$\begin{cases} \ddot{\rho} - \rho(\omega - \dot{\varphi})^2 = -f_1 \cdot g \frac{\dot{\rho}}{\sqrt{\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\varphi}^2}} \\ \rho \ddot{\varphi} - 2\dot{\rho}(\omega - \dot{\varphi}) = -f_1 \cdot g \frac{\rho \dot{\varphi}}{\sqrt{\dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\varphi}^2}} \end{cases}, \quad (1)$$

де ω - кутова швидкість обертання диска;

ρ - радіальна координата - відстань від осі обертання диска до частинки;

φ - кутове переміщення частинки в її відносному русі по поверхні диска; %

f_1 - коефіцієнт тертя частинки по поверхні диска;

g - прискорення земного тяжіння.

Початкові умови рішення системи рівнянь (1) при $t=0$; $\dot{\rho}=v_0$; $\dot{\phi}=0$. Кінцевою умовою є досягнення частинкою поточної радіальної координати $\rho = r_d$.

Диференційні рівняння абсолютного руху частинки при абсолютній кутовій швидкості будуть мати вигляд [2-3]:

$$\begin{cases} m(\ddot{\rho} - \rho\dot{\theta}^2) = -N_\rho - F_\rho \\ m(2\dot{\rho}\dot{\theta} + \rho\ddot{\theta}) = F_\theta \\ m\ddot{z} = N_z - F_z - mg \end{cases}, \quad (2)$$

Під дією відцентрових сил інерції обертального руху ротора частинки насінневої суміші притискаються до поверхонь секцій, і за рахунок радіально-колових коливань, ваги і тиску повітряного потоку переміщуються по певним траєкторіям. Продування шару суміші повітряним потоком знижує сили тертя між частинками суміші. У результаті впливу коливань і повітряного потоку шар насіння приводиться у псевдозріджений стан, при якому відбувається інтенсивне перерозподілення частинок по товщині шару в залежності від їх фізико-механічних властивостей. Якщо частинки попередньо вирівняні по розмірах та формі, то розподілення їх у такому шарі відбувається по густині.

У результаті частинки з різною густиною переміщуються по різних траєкторіях і розподіляються вздовж завантажувальної кромки сепаруючої секції так, що на доріжки нижнього кільцевого транспортера надходить насіння з найбільшою густиною (фракція III), у верхній — насіння з найменшою густиною (фракція I), а в середній сходять проміжна фракція насіння II. Фракції насіння скребками вивантажуються за межі машини у лотки. У результаті роботи машини вихідна насіннева суміш розділяється по густині на декілька фракцій.

При розробці механіка-математичної моделі руху частинок суміші по внутрішній сепаруючій поверхні пневмовідцентрового сепаратора, який характеризує процес розділення цієї суміші, використовувалися закони динаміки матеріальної точки, а диференційні рівняння складались з врахуванням та використанням методики розробки механіко-математичних моделей різних процесів сільськогосподарської техніки академіка П.М. Василенка.

Враховуючи приведенне вище, сепаруюча поверхня пневмовідцентрового сепаратора прийняті як абсолютно тверді тіла рис. 1.

Так як абсолютна швидкість частинки рівна векторній сумі відносної і переносної швидкостей, то відносна швидкість частинки:

$$v_r = \sqrt{\dot{\rho}^2 + (\omega_2 - \dot{\alpha})^2 \rho^2 + \dot{z}^2}, \quad (3)$$

де $\dot{\rho}=v_{rp}$, $(\omega_2 - \dot{\alpha})\rho=v_{ra}$ і $\dot{z}=v_{rz}$ - проекції відносної швидкості на відповідні осі координат.

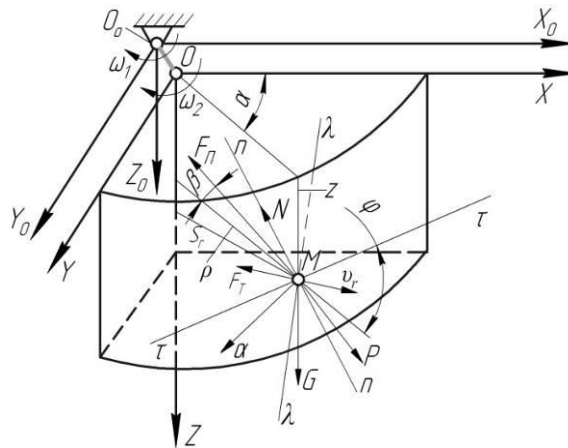


Рисунок 1 Схема дії сил на частинку насіннєвої суміші, яка знаходиться на сепаруючій поверхні пневмовідцентрового сепаратора

Для частинок насіннєвої суміші при надходженні їх на ділянку циліндричної сепаруючої поверхні в прийнятій системі координат $Oz\rho\alpha$ рух моделюється системою диференціальних рівнянь [3-5]:

$$\begin{cases} m(\ddot{\rho} - \dot{\rho}\alpha^2) = -N_{\text{ц}} \sin \varphi - F_T \frac{\dot{\rho}}{v_r} + P \cos(\omega_1 t - \alpha) - F_{\text{П}} \cos \beta \\ m(2\dot{\rho}\dot{\alpha} - \dot{\rho}\alpha^2) = -N_{\text{ц}} \cos \varphi + F_T \frac{(\omega_2 - \dot{\alpha})\rho}{v_r} + P \sin(\omega_1 t - \alpha) - F_{\text{П}} \sin \beta \\ m\ddot{z} = G - F_T \frac{\dot{z}}{v_r}; \end{cases} \quad (4)$$

Із зменшенням величини сили притискування частинки до поверхні, коли нормальна реакція досягає значення $N=0$, настає умова початку відриву її від сепаруючої поверхні і процес руху частинки в прийнятій системі координат моделюється спрощеною системою диференціальних рівнянь.

Рух частинки з відносним відривом від сепаруючої поверхні проходить до того часу, поки координата ρ менша координати точки сепаруючої поверхні $\rho_{\text{П}}$, яка знаходиться на координатній осі $O\rho$. Якщо $\rho = \rho_{\text{П}}$ і $N > 0$, то частинка знаходиться на сепаруючій поверхні.

В прийнятій системі координат із врахуванням параметрів відносного руху сепаруючої поверхні і частинок [5-7]:

$$\rho_{\text{П}} = \rho_0 e^{ctg\varphi(\omega_2 t - \alpha)}, \quad (5)$$

де ρ_0 - радіус початкової координати сепаруючої поверхні виконаної в поперечному перерізі у вигляді логарифмічної спіралі і координати частинки в початковий момент її руху.

Список використаних джерел

1. Adamchuk, V., Bulgakov, V., Gadzalo, I. et al., 2021: Theoretical study of vibrocentrifugal separation of grain mixtures on a sieveless seed-cleaning machine. In: Rural Sustainability Research, vol. 46(341), pp. 116-124. <https://doi.org/10.2478/plua-2021-0023>
2. Aliiev, E., Gavrilchenko, A., Tesliuk, H. et al., 2019: Improvement of the sunflower seed separation process efficiency on the vibrating surface. In: Acta Periodica Technologica, vol. 50, pp. 12-22. <https://doi.org/10.2298/apt1950012a>

3. Bakum M., Kharchenko S., Kovalyshyn S. et al., 2022: Identification of parameters of the separation process of safflower seed material on sieves. In: Journal of Physics: Conference Series, vol. 2408: 012013 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2408/1/012013>

4. Kotov B., Stepanenko S., Tsurkan O., Hryshchenko V., Pantsyr Y., Garasymchuk I., Spirin A, Kupchuk I. Fractioning of grain materials in the vertical ring air channel during electric field imposition, *Przegląd Elektrotechniczny* 1 (2023), 100-104. <https://doi:10.15199/48.2023.01.19>

5. Степаненко С. П. Механіко-технологічне обґрунтування процесів і обладнання безрешітного фракціонування зернових матеріалів: автореф. дис...д-ра. техн. наук: 05.05.11. Глеваха, 2021. 50 с.

6. Stepanenko S., Kotov B., Kuzmych A., Kalinichenko R., Hryshchenko V. Research of the process of air separation of grain material in a vertical zigzag channel. *Journal of Central European Agriculture*, 2023, 24(1), p.225-235. <https://doi:10.5513/JCEA01/24.1.3732>

7. S. Stepanenko, B. Kotov, A. Kuzmych, V. Shvydia, R. Kalinichenko, S. Kharchenko, T. Shchur, S. Kocira, D. Kwa'sniewski, D. Dziki (2022). To the Theory of Grain Motion in an Uneven Air Flow in a Vertical Pneumatic Separation Channel with an Annular Cross Section Processes 2022, 10, 1929. <https://doi.org/10.3390/pr10101929>

УДК 631.362.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н., с.н.с.,

В. А. МЕЛЬНИК, аспірант;

І. С. ПОПАДЮК, пров. інженер;

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України, смт. Глеваха*

З інтелектуалізацією виробничих систем у світі зростає значення енергозберігаючих технологій. У складних процесах обробки зерна та насіння є важливим зменшення енерговитрат. Наприклад, використання компактного приводу пневмовідцентрового сепаратора може значно знизити енерговитрати, що дозволяє точніше розрахувати споживану енергію. Потужність, необхідна для роботи такого сепаратора, складається з декількох частин [1-5].

Припустимо, що матеріал, який виходить через отвори решітки, має швидкість, рівну коловій швидкості решітки [6-8].

Математичні розрахунки показують, що потужність дуже мала. Тому давайте визначимо потужність для випадку, коли $\omega_r > \omega_b$. У стабільному

режимі роботи пневмівідцентрового сепаратора прикладений до решета приводний момент, необхідний для подолання моменту, який створюється силами тертя зерна по робочій поверхні решітки, передається через активний шар зернового матеріалу до пневмівідцентрового барабана. Оскільки $\omega_r > \omega_b$, то прикладений до барабана момент буде направлений у напрямку обертання пневмівідцентрового барабана і, отже, буде рушійним моментом. Тому в передачі буде відбуватися циркуляція потужності за замкнутим контуром. Важливо зазначити, що найбільша частина енергії витрачається на тертя, тобто на транспортування зерна по робочій поверхні решета, яку можна описати аналітичною залежністю [9-12]:

$$N_t = f \cdot m \cdot F_r \cdot k \cdot [\omega_r \cdot R_r]^2 \cdot r \cdot \left[1 - \frac{\omega_b}{\omega_r} \cdot \eta_k\right] \cdot \frac{\cos \delta}{\eta_d} \quad (1)$$

де f – коефіцієнт тертя зерна по зерну;

m – маса елементарного шару, віднесена до одиниці площі решета;

F_r – площа решета;

k – безрозмірний параметр, що визначається відношенням радіальної сили тиску зернового матеріалу на зернівку до відцентрової сили інерції зернівки (за її обертання з кутовою швидкістю решета);

δ – кут між напрямом сили тертя зерна тобто першим елементарним шаром та вертикальною площиною;

η_k – коефіцієнт корисної дії замкнутого контуру, по якому циркулює потужність;

η_d – коефіцієнт корисної дії передачі від електродвигуна до решета.

Раніше проведені експериментальні дослідження підтвердили теоретичні припущення щодо витрат потужності на роботу пневмівідцентрового сепаратора. Енергетичні втрати визначалися за змінами таких параметрів, як швидкість решета, вологість зерна w та діаметр отворів решітки. На рисунку 1 наведені графіки залежності потужності на роботу сепаратора від цих параметрів.

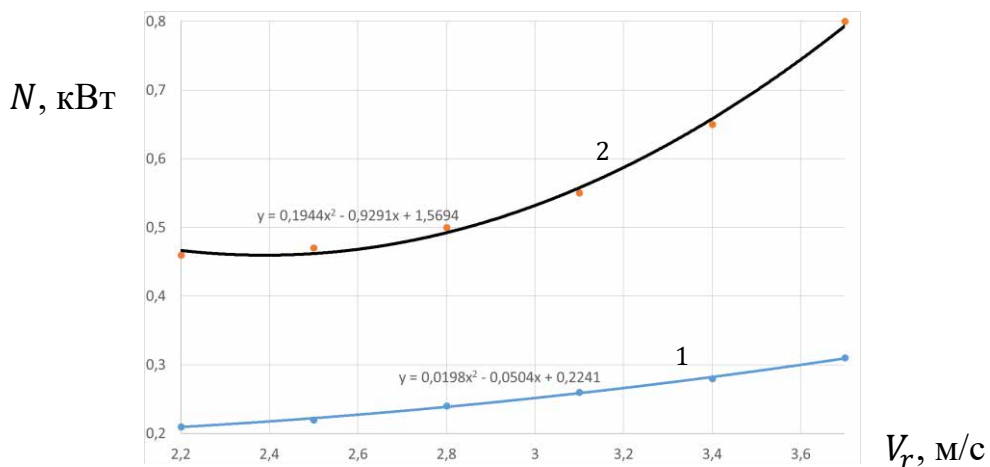


Рис. 1. Зміна енергетичних витрат залежно від кінематичного режиму решета: 1 - потужність холостого ходу; 2 - енерговитрати на роботу пневмівідцентрового сепаратора при зміні V_r

Дослідження показали, що зі збільшенням швидкості решета потужність холостого ходу зростає за лінійною залежністю. Однак в дослідженому діапазоні швидкостей решета ($V_r=2,5-3,7$ м/с) ця зміна є незначною. У робочому режимі пневмовідцентрового сепаратора при фіксованому діаметрі отворів решітки ($d_r=5,2$ мм) зі збільшенням V_r потужність зростає. Експериментальні дослідження на вологому зерні при $d_r=5,2$ мм і $d_r=6,5$ мм показали, що при $d_r=6,5$ мм практично на всіх режимах потужність майже не змінюється і затрати потужності не перевищують 0,52 кВт. Однак при $d_r=5,2$ мм зі збільшенням вологості з $w=13,5\%$ до $w=26,5\%$ затрати потужності зростають з 0,5 кВт до 0,9 кВт. Це можна пояснити різними умовами проходження вологого зерна через отвори решітки. Встановлення таких сепараторів у поточних лініях дозволить знизити енерговитрати і, відповідно, витрати коштів, що відповідає тенденції сучасності до зростання цін на електроенергію.

Список використаних джерел

1. V. Adamchuk, V. Bulgakov, I. Gadzalo, S. Ivanovs, S. Stepanenko, I. Holovach, Y. Ihnatiev Theoretical Study of Vibrocentrifugal Separation of Grain Mixtures on a Sieveless Seed-cleaning Machine. *Journal of Latvia University of Life Sciences and Technologies*. Rural sustainability research. 46(341), 2021. - P. 116-124. <https://doi.org/10.2478/plua-2021-0023>
2. Aliiev E., Gavrilchenko A., Tesliuk H., Tolstenko A., Koshul'ko V. Improvement of the sunflower seed separation process efficiency on the vibrating surface. *Acta Periodica Technologica*, 50 (2019), 12-22. <https://doi.org/10.2298/apt1950012a>
3. Aneliak M., Kuzmych A., Stepanenko S., Lysaniuk V. Study of the process of threshing leguminous grass seeds with a drum-type threshing device. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 71 (2023), No. 3, 83-92. <https://doi.org/10.35633/inmateh-71-06>
4. Bredykhin V., Pak A., Gurskyi P., Denisenko S., Bredykhina K. Improving the mechanical-mathematical model of pneumatic vibration centrifugal fractionation of grain materials based on their density. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(112) (2021), No. 1, 54-60. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.236938>
5. Stepanenko, S.; Kotov, B.; Kuzmych, A.; Shvydia, V.; Kalinichenko, R.; Kharchenko, S.; Shchur, T.; Kocira, S.; Kwaśniewski, D.; Dżiki, D. To the Theory of Grain Motion in an Uneven Air Flow in a Vertical Pneumatic Separation Channel with an Annular Cross Section. *Processes* 2022, 10, 1929. <https://doi.org/10.3390/pr10101929>
6. Kharchenko S., Borshch Y., Kovalyshyn S., Piven M., Abduev M., Miernik A., Popardowski E., Kielbasa P. Modeling of aerodynamic separation of preliminarily stratified grain mixture in vertical pneumatic separation duct. *Applied Sciences*, 11(10) (2021), 4383. <https://doi.org/10.3390/app11104383>

7. Stepanenko S., Kotov B., Kuzmych A., Kalinichenko R., Hryshchenko V. Research of the process of air separation of grain material in a vertical zigzag channel. *Journal of Central European Agriculture*, 2023, 24(1), p.225-235. <https://doi:10.5513/JCEA01/24.1.3732>
8. Kotov B., Stepanenko S., Tsurkan O., Hryshchenko V., Pantsyr Y., Garasymchuk I., Spirin A., Kupchuk I. Fractioning of grain materials in the vertical ring air channel during electric field imposition, *Przegląd Elektrotechniczny* 1 (2023), 100-104. <https://doi:10.15199/48.2023.01.19>
9. Stepanenko S., Aneliak M., Kuzmych A., Kustov S., Lysaniuk V. Improving the efficiency of harvesting sunflower seed crops. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 67, (2022) No. 2, 331-340. <https://doi.org/10.35633/inmateh-67-34>
10. Shvidia V.O., Stepanenko S.P., Kotov B.I., Spirin A.V., Kucheruk V.Y. Influence of vacuum on diffusion of moisture inside seeds of cereals. *Bulletin of the University of Karaganda-Physics*. 2022. Vol. 3 (107). P. 90-98. <https://doi.org/10.31489/2022PH3/90-98>
11. Stepanenko S. P., Kotov B. I. Mathematical modeling of the process of fractionation of grain material in a pneumatic gravity separator. *Bulletin of Lviv National Agrarian University "Agroengineering Research"*. – Lviv: LNAU, 2021. – Issue No. 25 (2021). – P.12-20. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2021.25.012>
12. Stepanenko S. P., Kotov B. I., Kalinichenko R. A. Investigation of particle motion of grain material in a vertical channel under the action of pulsating air flow. *Agricultural Machinery*. Issue 47. LNTU, Lutsk, 2021. – P. 25-37. <https://doi.org/10.36910/acm.vi47.619>

УДК 631.362.7

ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Б. І. КОТОВ, д.т.н., професор;
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»;
С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н., с.н.с.,
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України;
Р. А. КАЛІНІЧЕНКО, к.т.н.;
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»;

В загальному розумінні процесів сушіння, як і будь-якого колоїдного капілярно-пористого тіла, являє собою видалення вологи, а враховуючи будову качанів кукурудзи – видалення вологи з зерна кукурудзи і стрижня. Причому процеси видалення вологи з стрижня і зерна взаємозв'язані [1, 3, 4]. Аналіз і розрахунок процесу сушіння кукурудзи проводять на основі фундаментальних

аналітичних [1] і експериментальних досліджень [5] спираючись на положення загальної теорії переносу теплоти і маси [4].

Відповідно до загальних положень теорії сушіння на механізм переносу теплоти і маси суттєвий вплив має форма зв'язку вологи з матеріалом, структура матеріалу, умови нагрівання і сушіння. В залежності від інтенсивності протікання процесів механізм переносу вологи суттєво змінюється. При температурі матеріалу нижче 50°C явище переносу вологи зумовлене в основному молекулярними процесами [1], а процеси молярного переносу (типу фільтрації) значного впливу на процес не мають і ними можна нехтувати. За таких умов, відповідно до теорії О.В. Ликова перенос теплоти і маси здійснюється під дією двох термодинамічних сил: градієнта температури ∇t і градієнта вологості ∇U . Система диференціальних рівнянь тепло- і масопереносу записується у вигляді [1-4]:

$$\begin{aligned}\frac{dt}{d\tau} &= \alpha_T \nabla^2 t + \varepsilon^* r \frac{C_m}{C_q} \frac{dU}{d\tau} \\ \frac{dU}{d\tau} &= \alpha_m \nabla^2 U + \alpha_m \delta_T \nabla^2\end{aligned}\quad (1)$$

$$\text{де } \alpha_q = \frac{\lambda_q}{C_q \gamma_0}; \quad \alpha_m = \frac{\lambda_m}{C_m \gamma_0}.$$

λ_q, λ_m – коефіцієнти теплопровідності і масопровідності; C_T, C_m – питома теплоємність і масоємність; γ – щільність сухої речовини; r, ε^* – відповідно питома теплота пароутворення і критерій фазового переходу; T, U – температура і вологовміст матеріалу.

Сушіння вологих качанів кукурудзи за даними [1, 3] відбувається на протязі двох періодів: сталої і падаючої швидкості сушіння. Причому, в період сталої швидкості сушіння зерна вологість стрижня залишається більшою за зерно на протязі всього терміну процесу сушіння. Співвідношення між вологістю (%) стрижня, зерна і качана кукурудзи визначається із співвідношень [1-3]:

$$\omega_c = 2,2\omega_z - 15, \quad (2)$$

$$\omega_k = 1,3\omega_z - 4 \quad (3)$$

Інтенсивність масообміну в період постійної швидкості сушіння пропонується визначати за формулою аналогічною закону Дальтона [1]:

$$q_m = g_m \alpha_m (P_{\Pi} - P_C), \quad (4)$$

де P_{Π}, P_C – парціальний тиск пари над поверхнею зерна та в оточуючому середовищі, Па.

В період падаючої швидкості сушіння [3, 4]:

$$Q_m = g_m \beta \gamma_0 (U_{\Pi} - U_p) \quad (5)$$

де β – коефіцієнт масообміну; U_{Π}, U_p – відповідно вологовміст поверхні матеріалу і рівноважний вологовміст.

Інтенсивність теплообміну визначається співвідношенням [1]:

$$q_q = \alpha_q (t_c - t_n), \quad (6)$$

де α_q – коефіцієнт теплообміну; t_c, t_n – температура сушильного агента і поверхні матеріалу, °C.

Між коефіцієнтами теплообміну і масообміну існує зв'язок, який за умов турбулентності визначається співвідношенням О. Кришера, або Льюїса:

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{C_p}{\gamma} \quad (7)$$

де C_p – теплоємність середовища при сталому тиску.

Для визначення коефіцієнтів тепло- і масообміну в процесах сушіння запропоновано багато формул, які узагальнені в роботі [1, 3, 4] і представлені у вигляді:

$$Nu = 2 + A Re^n Pr^{0,33} Gu^{0,175}, \quad (8)$$

де A і n – константи, що залежать від виду матеріалу і гідродинамічного режиму сушіння; Re – критерій Рейнольдса; Pr – критерій Прандля; Gu – критерій Гухмана.

Коефіцієнт сушіння визначається із співвідношення:

$$K = \frac{N}{W_{np} - W_p} = \chi N \quad (9)$$

де N – швидкість сушіння в першому періоді.

Для визначення відносного коефіцієнта χ пропонують вираз:

$$\chi = 1,5/W_0, \quad (10)$$

де W_0 – початкова вологість тіла.

Для наближеного опису кінетики сушіння в роботах по сушінню зерна часто використовується формула загального часу сушіння [1]:

$$\tau = \frac{W_0 - W_p}{N} + \frac{1}{\chi N} [1 + 2,3 \lg \chi (W - W_p)]. \quad (11)$$

Узагальнюючи данні багатьох дослідників В. Уковим отримані такі формули для розрахунків параметрів процесу сушіння качанів в камерних зерносушарках [1, 3, 5]:

$$\frac{W_1 - W_2}{\tau} = \frac{4,3 \cdot 10^4 C_1 C_2 V^{0,7}}{H^{0,4} \rho (100 - W_1)} \quad (12)$$

Рівняння (12) зв'язує швидкість сушіння і $(W_1 - W_2)/\tau$, та експозицію сушіння (τ) і дозволяє визначити їх залежність від висоти шару качанів H , їх щільності (ρ) та швидкості сушильного агента (V).

В роботі [1, 4, 6] для визначення кінетики сушіння шматкових матеріалів в шарі, що рухається, застосовані рівняння теплового балансу для об'єму кулі, яка рухається в протитечії:

$$\frac{dW}{d\tau} = a W_0 F_m K_f \frac{d\delta}{d\tau}, \quad (13)$$

де a – коефіцієнт, що враховує часткове видалення вологи за рахунок її міграції; F_m – поверхня матеріалу; F_f – співвідношення поверхні нагріву і випаровування; δ – товщина сухого шару шматка.

Підводячи підсумки основних методів математичного опису процесів сушіння зернових матеріалів, що застосовуються в сучасній практиці наукових досліджень можна зробити висновок про те, що більшість моделей використовують за базове рівняння кінетики О.В. Ликова з емпіричним визначенням коефіцієнта сушіння і поняття приведеної швидкості сушки. При цьому найбільш придатним є емпірично-теоретичний підхід коли всі

властивості матеріалу можна враховувати коефіцієнтами рівнянь балансу теплоти і вологи, а кінетику процесу описувати кінетичним рівнянням.

Список використаних джерел

1. Котов Б.І. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження): [колект. монографія]. Нац. акад. аграр. наук України, Нац. наук. центр "Ін-т механізації та електрифікації сіл. госп-ва". Київ ; Ніжин : Лисенко М. М. 2017. 551 с.
2. Shvidia, V.O., Stepanenko, S.P., Kotov B.I., Spirin A.V., & Kucheruk V.Yu. (2022) Influence of vacuum on drying of seeds of grain crops Herald of Karaganda University. "Physics" series. № 3(107)/2022— p. 90-98. <https://doi:10.31489/2022PH3/90-98>
3. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., & Stepanenko S.P. (2019) Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment INMATEH - Agricultural Engineering . Jan-Mar 2019, Vol. 57 Issue 1, p141-146. 6p. https://doi.org/10.35633/inmateh_57_15
4. Kotov B., Spirin A., Kalinichenko R., Bandura V., Polievoda Y., Tverdokhlib I. Determination the parameters and modes of new heliocollectors constructions work for drying grain and vegetable raw material by active ventilation. *Research in Agricultural Engineering*, 65 (2019), nr. 1, 20–24. <https://doi.org/10.17221/73/2017-RAE>.
5. Rogovskii I.L., Stepanenko S.P., Novitskii A.V., & Rebenko V.I. (2020) The mathematical modeling of changes in grain moisture and heat loss on adsorption drying from parameters of grain dryer. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 548 (2020) 082057. 2020. Vol. 13. pp.1-7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/548/8/082057>
6. Калініченко Р. А., Войтюк В. Д. Енергоефективні режими роботи машин для високоінтенсивної термообробки зернових матеріалів. Ніжин: Вид. центр НДУ ім. Гоголя, 2017. 261 с.

УДК 631.4:31

ФРЕЗА ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В КУЩОВИХ ЯГІДНИКАХ

Г. В. БУЛЬБА, студент,
В. М. МАРТИШКО, кандидат технічних наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vm.mart@ukr.net

Одним з найбільш трудомістких процесів в садівництві є обробіток міжстовбурних смуг, високоякісний обробіток яких забезпечує сприятливі умови для розвитку кореневої системи, підвищуючи цим врожайність плодових культур.

Проблему обробітку ґрунту в кущових ягідниках можна вирішити двома шляхами: внесенням гербіцидів стрічковим методом, або створенням машин, обладнаних висувними секціями з контактними або безконтактними пристроями для контролю входу і виходу. Для цього застосовують ножові, дискові або фрезерні робочі органи.



Відомі машини для обробітку ґрунту в міжряддях кущових ягідників, культиватори, дискові борони, фрези з горизонтальною віссю обертання не можуть забезпечити якісний обробіток ґрунту та належний, що відповідає агротехнічним вимогам, догляд, особливо в прикущовій зоні рослин.

Вітчизняний та зарубіжний досвід показав, що при невеликій і середній забур'яненості ділянок пристрої з ножовими робочими органами працюють задовільно. Ножеві секції незадовільно працюють при великій кількості старих бур'янів, не можуть працювати на дуже щільних ґрунтах. При обробітку прикущової зони пасивними поворотними ножами створюється накопичення великих бугрів ґрунту висотою 17 – 22 см, що призводить до виходу з ладу механізмів.

Аналіз показує, що в садових насадженнях і ягідних краще застосовувати ґрунтообробні фрези з вертикальною або похилою віссю обертання. Фрези з вертикальною віссю обертання можуть спрямовано впливати на фракційний склад ґрунту, легше задавати або змінювати режим роботи змінювати глибину обробітку ґрунту, не ушкоджуючи кореневу систему, ретельно її копіюючи [5].

В результаті аналізу встановлено, що найбільш доцільно у кущових ягідниках використовувати садову фрезу ГФП-0,7 показану на рисунку. Фреза двох роторна, шириною захвату 0,7 м, українського виробника ІСМ «Промінь» призначена для обробітку стовбурових смуг у садах та кущових ягідниках.

Фреза може працювати у ягідників з шириною міжрядь від 1,7 до 2,5 м. і відстанню між кущами від 0,5 м. Відстань від нижньої гілки до поверхні ґрунту повинна бути не менше 0,5 м. При наближенні до кущів крайній ротор фрези стикається зі стовбуром дерева і за допомогою пружинного механізму виводиться з кущової зони, а потім знову вводиться в ряд повністю обгортаючи і копіюючи кущі насадження. Привод роторів механічний через вал карданної передачі на дві робочі секції. Агрегатується з тракторами класу 0,6 і 0,9 Кн.

Ширина пристовбурної смуги, яку потрібно обробити з боку одного напівряду фрезою, становить не більше 0,6 м. За один прохід фреза повинна обробити половину ширини пристовбурної смуги.

Враховуючи якість виконання технологічного процесу, глибина обробітку ґрунту 4...10 см, а швидкостей роботи фрези в межах $V_a = 3..5$ км/год.

Згідно до виконання технологічного процесу, після застосування фрези інших операцій не передбачається.

УДК 631.1

АГРОРОБОТИ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

К. В. ВАСИЛЬКОВСЬКА, канд. техн. уаук, доцент,

І. А. АНДРІЄНКО, М. О. ВАСИЛЬКОВСЬКА

Центральноукраїнський національний технічний університет,

E-mail: vasilkovskakv@ukr.net

Сьогодення – епоха великих змін, як політичних, так і технологічних. Сільське господарство поступово переходить від ручної праці до всебічної автоматизації технологічних процесів. Цей перехід обумовлений розвитком робототехніки та інших новітніх технологій [2].

У зв'язку із збільшенням населення планети зростає попит на продукцію харчування, тому підвищення ефективності виробництва в сільському господарстві стає важливим напрямком для багатьох аграрних виробників у світі [2].

Поштовхом до цифровізації сільського господарства стала поява GPS і супутникових карт, які використовувались військовими. Цей крок став вирішальним у розвитку новітніх технологій в сільському господарстві. Технологія точного землеробства неможлива без GPS навігації та моніторингу посівів. А поява агродронів значно спросила моніторинг стану полів, ґрунтів та навіть обприскування [3].

Боротьба з бур'янами є великою перешкодою для агровиробників при переході на органічне сільське господарство. Існує три основні проблеми: овочі все ще потрібно прополювати вручну, людей, які займаються прополюванням,

дедалі більше не вистачає, а також обробіток ґрунту залежить від погодних умов і має бути ретельно спланованим [4].

Новим теологічним рішенням, яке допоможе вирішити проблему ручної праці при міжрядному обробітку посів овочів є використання роботів. Проаналізуємо відомі представники цих технологічних рішень для боротьби із бур'янами.

1. AgBot II – робот для боротьби з бур'янами (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд робота для боротьби із бур'янами AgBot II

Робот AgBot II виготовлено австралійськими дослідниками. Робот може розпізнавати бур'яни, а потім вибрати один зі способів, як їх позбутися. Запропонований робот може знищувати бур'яни трьома методами: хімічним, механічним та термічним. Наприклад, якщо роботу трапляються стійкі до гербіцидів бур'яни, то він може видалити їх за допомогою механічної руки або мініатюрного пальника.

AgBot II визначає бур'яни за допомогою камери та відповідної фотобазы, що містить фотографії основних видів бур'янів. Робот видаляє найбільш поширені у Квінсленді (Австралія) бур'яни, серед яких осот і вівсюг [5].

2. BoniRob – апарат для боротьби з бур'янами (рис. 2)



Рис. 2. Загальний вигляд робота для боротьби із бур'янами BoniRob

Робот BoniRob здатний відрізняти різні сільськогосподарські культури від бур'янів та може знищувати їх механічним способом без застосування гербіцидів. Крім того, робот може визначати GPS-координати окремих рослин і потім складати карти робіт, складати звіт про те, де і які рослини були посіяні, а які – знищені. Також, робот BoniRob розрізняє рослини за формою листя, використовуючи бази з великою кількістю зображень, що дає змогу максимально точно ідентифікувати рослини [5].

3. Oz – помічник для прополювання грядок (рис. 3).



Рис. 3. Загальний вигляд робота для боротьби із бур'янами Oz

Наступний представник для прополювання – Oz. Компанія Naio Technologies розробила автономного робота на ім'я Oz, що може прополювати грядки, знищуючи бур'яни. Апарат працює у трьох режимах: автономному, ручному та «стеження». Останній режим означає, що робот їде за певним об'єктом у межі видимості. Крім видалення бур'янів, Oz може також допомогти в переміщенні невеликих вантажів. Наприклад, він може переміщувати каністру, або знаряддя праці.

На апарат встановлено чотири електричних двигуни потужністю 110 Вт, повного заряду йому вистачає на 7-10 годин – залежно від режиму роботи. Найбільш енерговитратний режим – автономний [4].

Як бачимо, для того щоб вирішити продовольчу проблему людства слід почати вже сьогодні створювати нові допоміжні технологічні знаряддя для збільшення врожайності. Серед таких нових технологічних рішень – аграрні роботи найбільш перспективні рішення. Так, все це ще сприймається як фантастика, не в останню чергу з огляду на вартість таких апаратів, а також через певні недоліки цих машин, над удосконаленням яких працюють дослідники, як в Світі, так і в Україні. З часом вартість таких роботів має зменшитись, а якість виконаних робіт – покращитись. Саме за роботами, які виконують складну і монотонну працю, яка була ручною – майбутнє сільськогосподарства. Тому збільшення продуктивності сільськогосподарства можливе разом із збільшенням його екологічності. І це майбутнє з роботами в сільському господарстві набагато ближче, ніж нам здається!

Список використаних джерел

1. Vasylkovska K., Andriienko O., Malakhovska V. and Moroz O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. HELIA, 45(77). 175-189. (DOI: <https://doi.org/10.1515/helia-2022-0010>)
2. Васильковська К.В., Андрієнко О.О., Шепілова Т.П. Ефективність агродронів в системі точного землеробства. Аграрні інновації. – Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2023. – Вип. 16. С. 13-18. (DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.2>)
3. Васильковська К.В., Андрієнко І.А., Філончук А.С. Використання агродронів в системі точного землеробства. Матеріали X Міжнародної науково-технічної онлайн конференції «Крамаровські читання». – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 201-203.
4. Роботи в сільському господарстві. Що нас чекає у майбутньому. Журнал Агроном. URL: <https://www.agronom.com.ua/roboty-v-silskomu-gospodarstvi-shho-nas-chekaye-u-majbutnomu/> 3.11.2023
5. Robotec — український автономний робот для знищення бур'янів мікрохвилями. AGGEEK. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/robotec--ukrainskij-avtonomnij-robot-dlya-znischennya-buryaniv-mikrohviljami> 5.11.2023

УДК 631.333

МУЛЬЧУВАЧ ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА САДАМИ

В. В. ГРОМОВ, студент,
В. М. МАРТИШКО, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vm.mart@ukr.net

Важлива задача при догляді за садами є обробіток міжстовбурних смуг, якісний обробіток яких забезпечує сприятливі умови для розвитку плодкових культур та підвищення їх врожайності.

Широкого поширення набула система утримання ґрунту в садах є задерніння міжрядь, а пристовбурні смуги утримують під чорним паром. У разі застосування такої системи, в перші 2 роки після посадки проводять механічний обробіток ґрунту, а далі використовують гербіциди 2-3 рази за сезон.

Відомо, застосування ґрунтових гербіцидів, поряд із позитивними моментами, характеризується рядом недоліків: швидкою втратою вологи у посушливий період з незахищеної поверхні; утворення після дощу поверхневої кірки, що перешкоджає збагаченню ґрунту повітрям; необхідність регулярного підживлення рослин мінеральними добривами через відсутність поповнення його поживними речовинами за рахунок розкладу рослинних решток, яке

відбувається, наприклад, при використанні механічних засобів обробітку; забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами.

З точки зору фізіології рослин, зменшення забруднення навколишнього середовища та підвищення якості плодів існує альтернативний спосіб підтримання ґрунту в оптимальному стані є укриття міжстовбурних смуг мульчувальним субстратом. Матеріалом для цього можуть бути тирса, стружка, треста льону, подрібнені гілки, трава, солома або їх суміш, використані грибний субстрат, підстилка для утримання тварин і т. ін.

Для підвищити продуктивності та якість внесення мульчувального субстрату у пристовбурні смуги плодкових насаджень можна використовувати модернізований розкидач твердих органічних добрив кузовного типу. Такий розкидач обладнується додатковим поперечним транспортером, який розташований позаду кузова. Транспортер переміщує мульчувальний субстрат у зону пристовбурної смуги і рівномірним шаром накриває її.

Висновки. При дотриманні визначених рекомендацій та оптимального режиму робочих органів, машина забезпечує виконання технологічної операції відповідно до чинних агротехнічних вимог з якісними показниками. Відхилення фактичних норм несення субстрату, а також ширини та висоти укриття валка перевищує відповідно 10 – 15%.

Норма внесення субстрату забезпечується підбором оптимальної робочої швидкості руху агрегату і продуктивності живильного транспортера і становить 0,03 – 0,25 м³/м², висота валка 0,5 – 0,15 м.

Крім мульчування міжстовбурних смуг в садах і кущових ягідниках.

УДК 631

ОГЛЯД МАШИНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВРАХУВАННЯМ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНОЇ ЗОНИ

М. І. ДЕНИСЕНКО, канд. техн. наук, доцент
ВСП «Немішайвський фаховий коледж НУБіП України»

О. С. ДЕВ'ЯТКО, канд. техн. наук, доцент

А. О. АНДРОЩУК, студентка магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: mdenisenko317@gmail.com, helene06@ukr.net

Обробіток ґрунту виконують машинні агрегати, які поділяються залежно від завдання, типом здійснення роботи, особливістю застосування енергії, розстановкою робочих елементів, кількістю складових, які формують машинний агрегат а також технологічних операцій, що здійснюються одночасно, за способом з'єднання та розвантаження.

Машинні агрегати зобов'язані дотримуватися виконання запитів агротехніки і підходити до вимог та специфіки аграрного виробництва.

Суттєвими ознаками є наступні:

- ❖ помітна тривкість в довкіллі, якій приписують нагромадження сонячної сили (потужності);
- ❖ технічні процедури, які здійснюються в точний термін у відповідності зі стадіями росту рослин за їх біологічними рисами;
- ❖ обставини щодо застосування відповідних машинних агрегатів під дією біологічних явищ рослин, видозміни стану ґрунту та погодних умов;
- ❖ термін застосування виокремлених машинних агрегатів упродовж року є обмежений.

До чільних кліматичних поясів, що формують порядок щодо використання машинних агрегатів, які є наявні в господарствах і залежать від територіальної зональної приналежності: Полісся; Лісостеп; Степ; Гірські та передгірські райони [1].

Таким чином при виборі машинного агрегату слід орієнтуватися на технологічну схему основного обробітку ґрунту (полицевий, безполицевий, No-till, Strip-till, Verti-till), який вибраний для вирощування запланованої культури. Необхідно також враховувати умови використання машинного агрегату за його природно-кліматичними факторами (вид та стан ґрунту, агроформи культури, кліматичні умови та рельєф місцевості). Важливим елементом є можливість машинного агрегату щодо діагностування і усунення неполадок дистанційно. Відповідальним елементом є перевірка контролю якості виконаної роботи даним машинним агрегатом.

Список використаних джерел

Operation of machines and equipment: educational manual / Yaroslav Mykhailovych, Olena Deviatko, Michael Tuziuk – Kyiv: NUBiP of Ukraine, 2023 p.- 212 p.

УДК 631.247

КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ОБ'ЄМНОГО ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ

А. В. ПЛАХОТНИК, студент,
В. М. МАРТИШКО, кандидат технічних наук,
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vm.mart@ukr.net

Нині найпоширенішим способом основного обробітку ґрунту є відвальна оранка, яка поряд із перевагами має й недоліки. Лемішно-відвальні плуги

забезпечують об'ємне подрібнення, перемішування ґрунту та загортання рослинних решток. Однак під час оранки на постійну глибину утворюється плужна підшва і відбувається ущільнення ґрунту.

Для зниження ущільнення ґрунту застосовують чизельні плуги-розпушувачі, що дають змогу утримувати вологу в ґрунті та зберегти верхній поживний шар, водночас зберігають стерню, яка стримує водну та вітрову ерозії. Однак наявність стерні на поверхні потребує використання спеціальних знарядь для додаткового передпосівного обробітку ґрунту.

На сьогодні досить перспективною ощадливою технологією обробітку ґрунту є смуговий обробіток ґрунту - технологія Strip-Till. Технологія смугового обробітку ґрунту, на відміну від нульового, передбачає формування смуг, на яких здійснюють подальший обробіток ґрунту і посів. З погляду підвищення врожайності технологія Strip-till ефективніша порівняно з технологією No-till за рахунок введення додаткових операцій, що проводяться в оброблюваних смугах, що сприяє підвищенню врожайності на 25% і економії коштів на мінеральні добрива до 50%. Для обробітку ґрунту використовують спеціальні причіпні або навісні Strip-till-культиватори.

Суть технології смугового обробітку ґрунту полягає в розпушуванні смуги ґрунту на певну глибину, внесенні добрив і засіви обробленої смуги культурними рослинами. Локалізація зон обробітку призводить до того, що близько 2/3 (близько 70%) всього поля залишаються необробленими, а добрива зосереджуються в підкореневій зоні рослин і вносяться зазвичай один раз на рік під час осіннього або весняного розпушування. Навесні в оброблену смугу можна проводити посів сівалкою точного висіву.

Технологія смугового обробітку ґрунту є комплексним рішенням щодо поліпшення якості обробітку просапних культур і збереження ґрунтової родючості. Високотехнологічні знаряддя, що проводять обробіток за технологією strip-till на сьогодні становлять великий інтерес, і використання яких є одним із кроків щодо збереження ґрунтових ресурсів.

Для смугового обробітку ґрунту широко використовують культиватори, що замінюють таку енергоємну операцію, як основний обробіток ґрунту.

Досвід використання смугової технології засвідчили переваги використання культиваторів для об'ємного внутрішньогрунтового внесення добрив. Встановлено, що впровадження технології смугового обробітку ґрунту сприяє отриманню економічного ефекту від зниження експлуатаційних витрат 1350 грн./га.

УДК 631.362.3

CFD - МОДЕЛЮВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ВІБРОПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА

Д. А. ВОЛИК, аспірант;

С. П. СТЕПАНЕНКО, д.т.н., с.н.с., науковий керівник.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Одним зі способів підвищення якості розділення сипких речовин за густиною є приведення матеріалу в псевдозріджений стан. Наразі цей спосіб лежить в основі роботи таких технічних засобів, як: вібропневмостоли та пневмостоли. В дослідженні розглянуто спосіб забезпечення рівномірного повітряного потоку під безпровальною декою сепаратора з формуванням гармонійних коливань повітряного потоку за допомогою обертального пульсатора. Конструкція пульсатора складається з обертальної заслонки в прямокутному пневматичному каналі, що має розширення в одній з частин для підведення нисхідного пульсувального потоку повітря під нахилу до горизонту безпровальну деку.

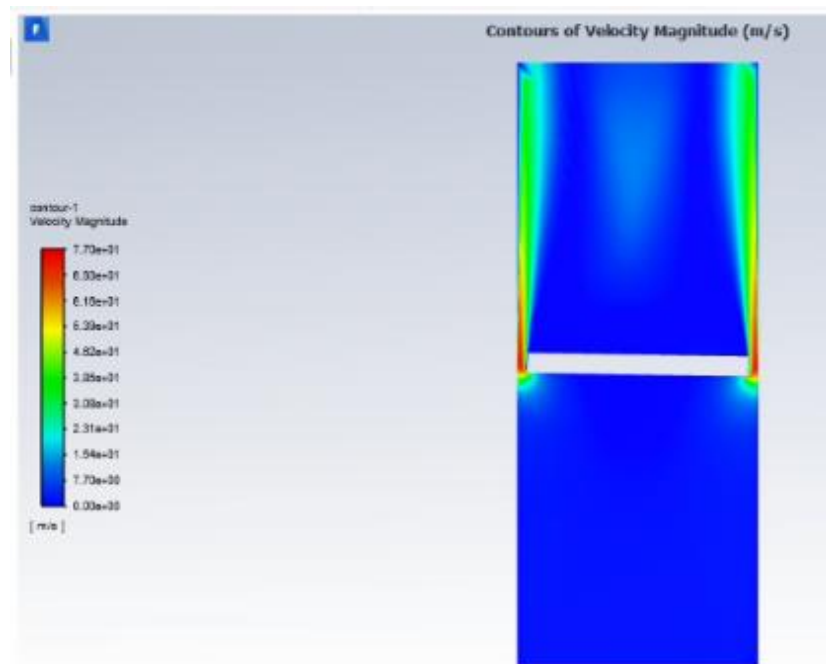


Рис. 1. Епюри розподілу швидкостей повітряного потоку в залежності
під положення заслінки пульсатора

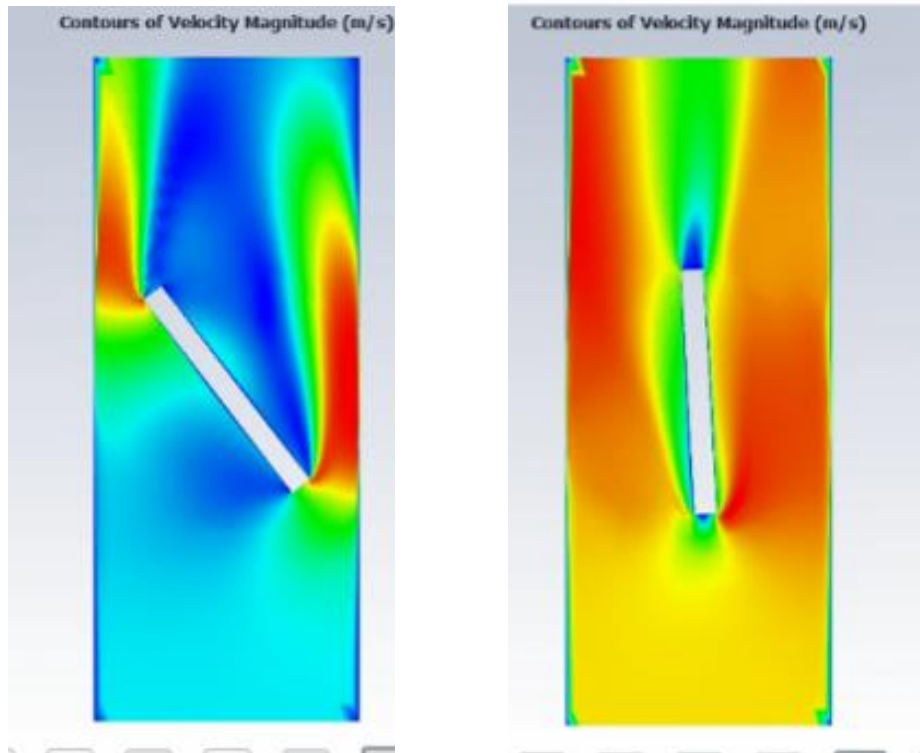


Рис. 2. Епюри розподілу швидкостей повітряного потоку в залежності від положення заслінки пульсатора в пакеті Ansys Fluent

Дослідження проводилось за допомогою програмного пакету Ansys Fluent чисельними методами (CFD-моделювання), які зосереджені на проведенні наукових досліджень у галузевому машинобудуванні [1, 2]. Було отримано наближену динамічну модель руху заслінки пульсатора в перерізі фронтальної площини. Результати приведені у вигляді контурів абсолютної величини швидкості [3].

Формування адекватної числової моделі в тому числі залежить і від якості побудови розрахункової сітки та задання вихідних умов динамічного руху.

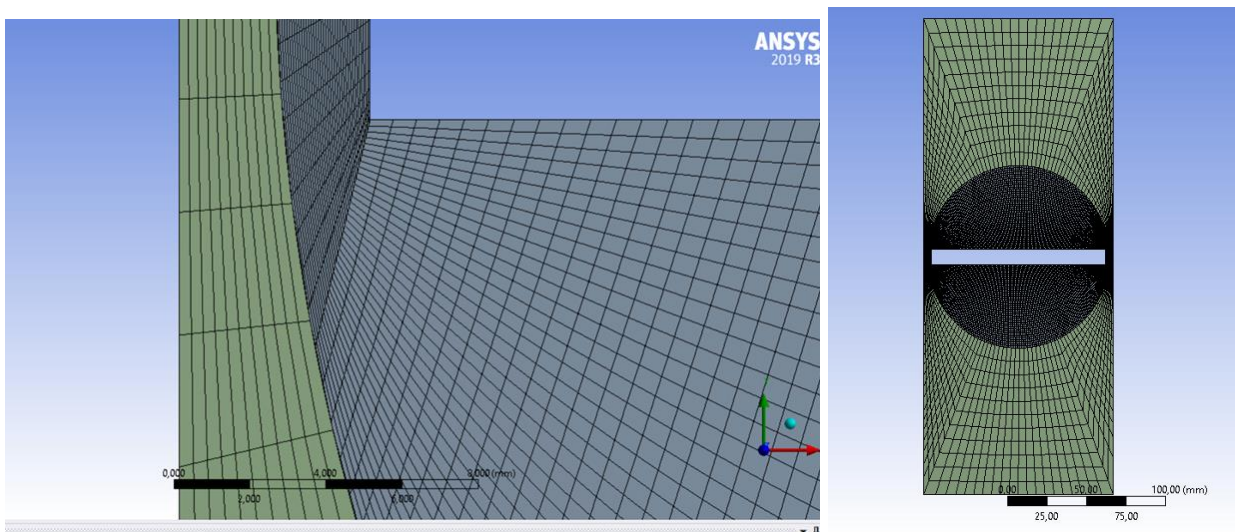


Рис. 3. Розрахункові сітки для побудови епюри розподілу швидкостей повітряного потоку в залежності від положення заслінки пульсатора

Після уточнення моделі необхідно провести моделювання повітряного потоку під та над безпровальною декою для визначення напрямків та значень векторів дії повітряних сил на зернівку чи на елементарний об'єм, в залежності від того, яку математичну модель обрахунку руху зернового середовища в пневмозрідженому середовищі буде обрано для подальшого дослідження.

Після аналізу дослідження способу забезпечення рівномірного повітряного потоку під безпровальною декою сепаратора за допомогою оберտального пульсатора можна зробити наступні якісні висновки:

Ефективність методу: Дослідження показало, що використання оберտального пульсатора сприяє формуванню рівномірного повітряного потоку під безпровальною декою, що може позитивно впливати на якість розділення сипких речовин за густиною.

Важливість чисельного моделювання: Використання програмного забезпечення Ansys Fluent для чисельного моделювання (CFD-моделювання) дозволяє отримати наближену динамічну модель руху заслінки пульсатора, що є важливим етапом для подальшого аналізу та оптимізації процесу.

Необхідність уточнення моделі: Для подальшого вдосконалення моделі важливо провести уточнення, зокрема, побудувати більш адекватну числову модель, яка враховуватиме якість розрахункової сітки та правильно задані вихідні умови динамічного руху.

Оптимізація процесу: Під час подальших досліджень важливо буде моделювати повітряний потік на безпровальній деці для визначення напрямків та значень векторів дії сили повітряного потоку на зернівку чи на елементарний об'єм. Це дозволить оптимізувати процес розділення (фракціонування) сипких речовин за густиною.

Слід відзначити, що дослідження в напрямку підвищення точності та швидкості процесу розділення сипких речовин за густиною з використанням нових методів та технологій є досить актуальними та своєчасними.

Список використаних джерел

1. Алієв Е. Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва : підручник. Київ : Аграрна наука, 2023. 341 с.
2. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів. Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Монографія. Київ : ЦП Компринт, 2023. 427 с.
3. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (сепарація, сушіння, активне вентилування, охолодження) : монографія / Б. І. Котов та ін. Ніжин : ПП Лисенко, 2017. 487 с.

УДК 631.001.04

МЕТОДИКА КОРИГУВАННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Л. Л. ТІТОВА, к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: l_titova@nubip.edu.ua

Коригування режимів технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів полягає в уточненні переліку операцій технічного обслуговування [1] і періодичності їх виконання з метою досягнення режимів [2], оптимальних для даних умов експлуатації [3].

У зв'язку з цим при коригуванні режимів були розглянуті як питомі приведені витрати на технічне обслуговування [4] і ремонт зернозбиральних комбайнів [5], так і показники надійності [6]. Отже, розглянута задача полягала у визначенні чисельних значень переліку операцій ТО [7] і періодичності їх обслуговування [8], при яких забезпечується не тільки необхідна надійність зернозбиральних комбайнів в експлуатації [9], але і мінімальні витрати на технічне обслуговування [10] і ремонт зернозбиральних комбайнів, що припадають на одиницю наробітку або технологічної роботи [11].

Для кожної групи і однорідних елементів завдання коригування періодичності ТО для знаходження l_{oi} – оптимальна періодичність операцій ТО однієї групи елементів формулюється у вигляді цільової функції наступним чином:

$$C_{yoi} = f(l_{oi}) \rightarrow \min,$$

при умові

$$\begin{array}{ccccccc} P_{i_1} = \varphi_1(l_{oi}) = \overline{P}_{i_1}, & \Phi_{i_1} = \psi_1(l_{oi}) = \overline{\Phi}_{i_1}, & & & & & \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{i_m} = \varphi_m(l_{oi}) = \overline{P}_{i_m}, & \Phi_{i_k} = \psi_k(l_{oi}) = \overline{\Phi}_{i_k}, & & & & & \end{array} \quad (1)$$

де l_{oi} – оптимальна періодичність операцій ТО однієї групи елементів, років; C_{yoi} – сумарні питомі приведені затрати на ТО та ремонт однорідної групи елементів, грн/100 га; $P_{i_1}, \dots, P_{i_m}$ – показники надійності елементів, що підлягають обліку при визначенні періодичності; $\overline{P}_{i_1}, \dots, \overline{P}_{i_m}$ – нормативні значення показників елементів, що підлягають обліку $\Phi_{i_1}, \dots, \Phi_{i_k}$ – показники функціональних властивостей елементів, котрі необхідно враховувати при визначенні періодичності; $\overline{\Phi}_{i_1}, \dots, \overline{\Phi}_{i_k}$ – нормативні значення показників функціональних властивостей елементів; $\varphi_1(l_{oi}), \dots, \varphi_m(l_{oi})$ – залежності показників надійності елементів від періодичності ТО; $\psi_1(l_{oi}), \dots, \psi_m(l_{oi})$ – залежності показників функціональних властивостей від періодичності ТО.

Для апроксимації цих залежностей використовувався поліном другого ступеня. Тому розглянуті моделі залежностей будуть матиме наступний вигляд:

$$P_i = a_o + a_1 l + a_2 l^2, \Phi_i = b_o + b_1 l + b_2 l^2. \quad (2)$$

де $a_o, a_1, a_2, b_o, b_1, b_2$ – коефіцієнти полінома.

Тоді цільова функція

$$C_{y\theta} = C_o + C_1 l + C_2 l^2 \rightarrow \min, \quad (3)$$

$$P_l = a_{o1} + a_{11} l + a_{21} l^2 = \overline{P}_l; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ P_2 = a_{o2} + a_{12} l + a_{22} l^2 = \overline{P}_2; \\ \Phi_1 = b_{o1} + b_{11} l + b_{21} l^2 = \overline{\Phi}_1; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots$$

$$\Phi_k = b_{ok} + b_{1k} l + b_{2k} l^2 = \overline{\Phi}_k. \quad (4)$$

Для отримання досить об'єктивних даних при коригуванні режимів ТО кількість підконтрольних зернозбиральних комбайнів було 15...20, а тривалість спостереження становила 1...2 місяців.

При аналізі впливу періодичності виконання операцій ТО на перераховані показники використовувався парний кореляційний аналіз, який полягає у визначенні зв'язку між періодичністю виконання операцій ТО (X) величиною сумарних питомих витрат, показниками надійності і показниками функціональних властивостей (Y).

Як показник тісноти зв'язку використовується кореляційне відношення:

$$\rho = \sqrt{\frac{S_x^2(Y)}{S_n^2(Y)}}, \quad (5)$$

де

$$S_x^2(Y) = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_c - \bar{y})^2, \quad (6)$$

$$S_n^2(Y) = \frac{1}{N-1} \sum_1^N (y_j - \bar{y})^2, \quad (7)$$

де $S_x^2(y)$ - дисперсія відхилення лінії регресії від загальної середньої; $S_n^2(y)$ - повна дисперсія залежної перемінної (питомих затрат, показника надійності, функціонального показника); N - об'єм спостереження.

Список використаних джерел

1. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Використання системи масового обслуговування для оптимізації затрат на обслуговування комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. 2016. Вип. 251. С. 140-151.
2. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Аналіз динаміки комбайнового ринку України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2016. Вип. 20. С. 254-262.

3. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Технічні фактори і їх вплив на значення втрат зерна за молотаркою. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів». 2016. Вип. 10/1 (29). С. 86-90.
4. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Побудова дорадчої системи діагностування зернозбиральних комбайнів на основі бази знань. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. С. 56-69.
5. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Раціональне використання ресурсів фермерським господарством. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 367-379.
6. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Оцінка впливу факторів на витрату палива зернозбиральним комбайном. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 93-106.
7. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Аналіз багатоканальної системи масового обслуговування при сталому і несталому режимах роботи зернозбиральних комбайнів. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 160-173
8. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Оптимізація навантаження збиральних ланок залежно від терміну експлуатації. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Вип. 10. № 2. С. 97-102.
9. Titova L. L. Criteria for evaluation of efficiency of using machines in agricultural complex. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. P. 151-156.
10. Тітова Л. Л. Інформаційно-динамічна модель управління сервісним відновленням працездатності зернозбиральних комбайнів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2022. Випуск 30(44). С. 71-81.
11. Тітова Л. Л., Надточій О. В. Інженерний менеджмент впливу показників безвідмовності і ремонтпридатності зернозбирального комбайна на ефективність його машиновикористання. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: механізація та автоматизація виробничих процесів. 2022. Вип. 2(48). С. 76-82. <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.2.11>.

УДК 631.001.04

ENGINEERING MANAGEMENT OF YIELDSense MONITORING SYSTEM DURING COMBINE HARVESTING OF GRAIN

O. V. NADTOCHIY, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: o_nadtochiy@nubip.edu.ua

The yield monitoring system YieldSense is focused on the in-depth use of the received data [1]. YieldSense is controlled using the 20/20 monitor [2]. Together with FieldView technology [3], they provide tools for product optimization [4] and decision making [5]. The ability to install the grain flow sensor in exactly the right place ensures high measurement accuracy at any yield [6]. Blades of improved design feed the grain through the sensor in a continuous and uniform flow [7]. YieldSense is quick and intuitive to set up, allowing you to easily view and access your data from anywhere [8]. At the same time, the yield control system from Precision Planting does not require frequent adjustments and maintains the accuracy of mapping (Fig. 1).

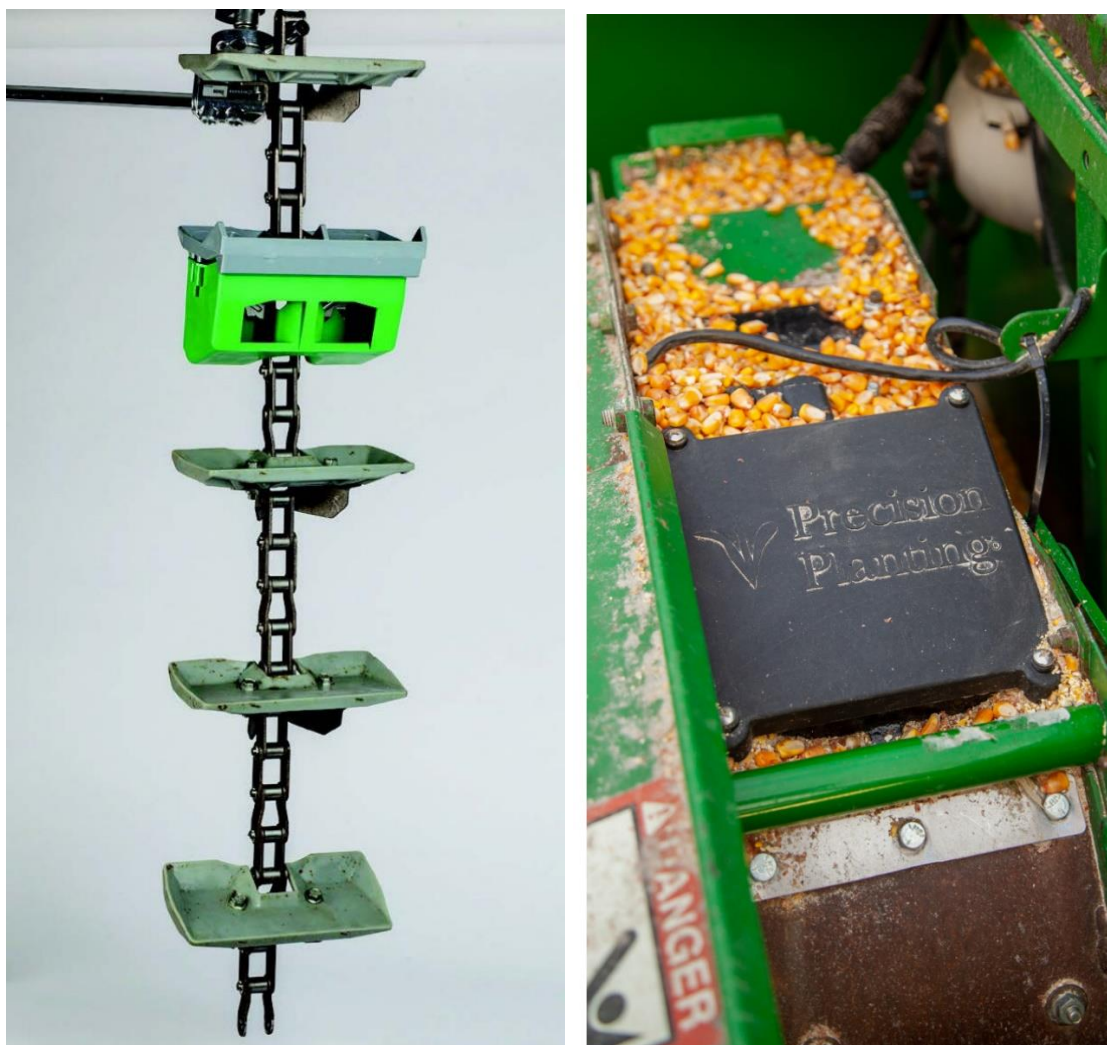


Fig. 1. Grain elevator and the yield sensor installed on the combine.

The device for calibrating the yield sensor retains its settings, even when switching to harvesting a different hybrid or variety of crop, to sections of the field with a different humidity or to the next field. In fact, one simple calibration per crop per season is all that is needed to get started. The main element in one-time calibration is the calibration bucket. By moving an additional amount of grain through the sensor for each rotation of the chain, it enables the YieldSense system to obtain accurate yield values regardless of grain characteristics and moisture content.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.
7. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. 10 (4), 145-150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
8. Myhailovych, Y., Rogovskii, I., Korobko, M., Berezova, L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester

combines. Engineering for Rural Development, 2023, 22, pp. 908–914. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF179.

УДК 631.001.04

ВИЗНАЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ І ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ РІДИНИ В ІНЖЕКТОРІ ГІДРОСИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Д. В. ЗАДОРОВНИК, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: dimitrio380@gmail.com

Застосуємо підхід Лагранжа до розрахунку динаміки одновимірного руху нестискуваних рідких середовищ з рухомими межами в каналах гідравлічних магістралей зі струминними апаратами гідросистем зернозбирального комбайна (рис. 1). У якості прикладу розглянемо інжектор у каналах з рухомими межами [1].

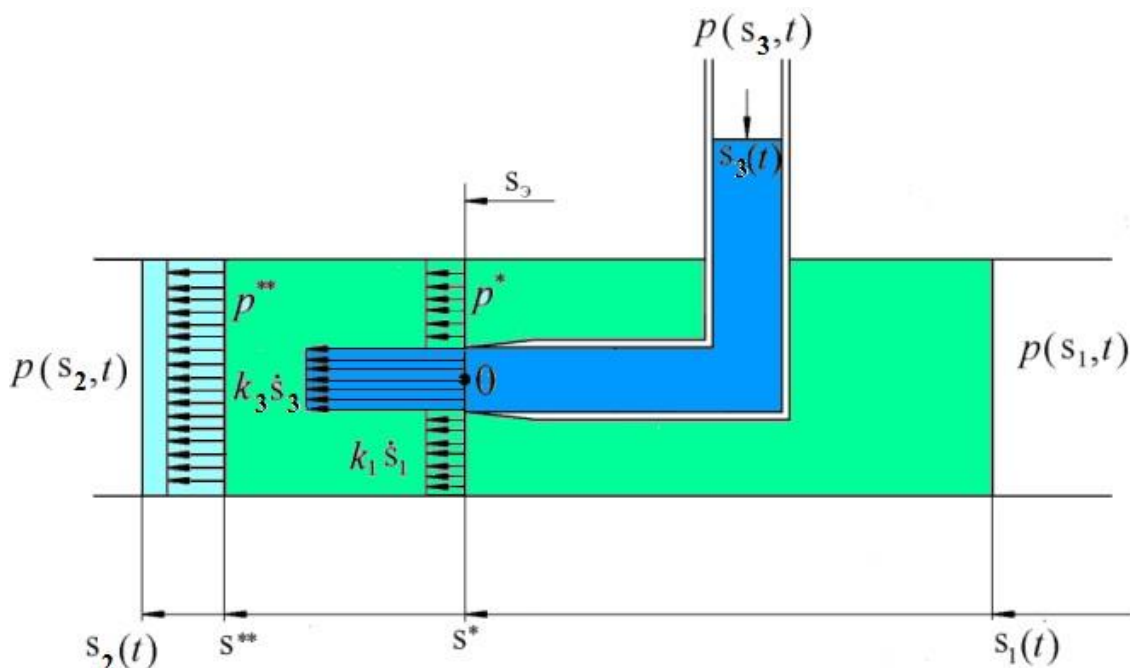


Рис. 1. Розрахункова схема інжектора в каналі з робочою рідиною, що має рухливі межі.

Для ділянки камери змішення інжектора запишемо співвідношення [2], які визначають закон про зміну кількості руху рідини [3] і закон про зміну її кінетичної енергії [4]. При цьому будемо вважати, що швидкості частинок потоків пасивного та активного рідин на ділянці камери змішення інжектора від перерізу s^* до перерізу s^{**} не змінюються [5]. Перерозподіл ж швидкостей рідини (змішування потоків) відбувається в площині живого перерізу каналу з координатою s^{**} (рис. 1). Будемо нехтувати також на цій ділянці масовими

силами, вважаючи довжину камери змішення інжектора нескінченно малою [6]. У зв'язку з цим перейдемо до межі при $s^* \rightarrow s^{**}$ у співвідношеннях, що визначають закони про зміну кількості руху рідини та її кінетичної енергії.

Після зазначеного граничного переходу ці закони можуть бути представлені у вигляді рівності, відповідно:

$$\rho[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - \sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] = (p^* - p^{**})\sigma_{KC} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] = p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3]p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2 - \dot{D}(t). \quad (2)$$

Тут:

$$k_1 = \frac{\sigma(s_1)}{\sigma_{KC} - \sigma_C}, k_2 = \frac{\sigma(s_2)}{\sigma_{KC}}, k_3 = \frac{\sigma(s_3)}{\sigma_C}, v(s^*, r, t) = k_1\dot{s}_1, \quad r_c \leq r \leq r_{KC},$$

$$v(s^{**}, r, t) = k_2\dot{s}_2, \quad 0 \leq r \leq r_{KC}, \quad v(s^*, r, t) = k_3\dot{s}_3, \quad 0 \leq r \leq r_c,$$

З рівняння (1) отримаємо величину $\Delta p_{\text{ІНЖ}}$ підвищення тиску рідини в інжекторі:

$$\Delta p_{\text{ІНЖ}} = p^{**} - p^* = \rho \frac{1}{\sigma_{KC}} [\sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 + (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2 - \sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2] \quad (3)$$

Покажемо, що за допомогою рівнянь (4.4) і (4.5) можна визначити величину $\dot{D}(t)$ швидкості дисипації енергії рідини в камері інжектора. Її значення необхідно для оцінки втрат енергії рідини в камері змішання інжектора на різних режимах його роботи.

Легко бачити, що співвідношення:

$$p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3] - p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2,$$

розташоване в правій частині рівності (4.5), може бути представлено у вигляді:

$$p^*[(\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1\dot{s}_1 + \sigma_Ck_3\dot{s}_3] - p^{**}\sigma_{KC}k_2\dot{s}_2 = (p^* - p^{**})Q \quad (4)$$

Тут Q - об'ємна витрата рідини в каналі на виході з інжектора, який можна визначити за допомогою рівності:

$$Q = \sigma_{KC}k_2\dot{s}_2$$

Якщо обидві частини рівності (4.4) помножити на величину:

$$k_2\dot{s}_2,$$

то рівності (1) і (2) з урахуванням рівності (4) можуть бути записані у вигляді, відповідно:

$$\begin{aligned} & \rho k_2\dot{s}_2[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] \\ &= (p^* - p^{**})Q \frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] \\ &= (p^* - p^{**})Q - \dot{D}(t). \end{aligned}$$

Віднімаючи з першої рівності другу, отримаємо, що:

$$\begin{aligned} \dot{D}(t) &= \rho[\sigma_{KC}k_2^2\dot{s}_2^2 - \sigma_Ck_3^2\dot{s}_3^2 - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^2\dot{s}_1^2] \cdot k_2\dot{s}_2 - \frac{1}{2}\rho[\sigma_{KC}k_2^3\dot{s}_2^3 - \sigma_Ck_3^3\dot{s}_3^3 \\ &\quad - (\sigma_{KC} - \sigma_C)k_1^3\dot{s}_1^3] \end{aligned} \quad (5)$$

Враховуючи закон збереження маси середовища для каналів з інжектором у вигляді:

$$\dot{s}_1\sigma(s_1) + \dot{s}_3\sigma(s_3) = \dot{s}_2\sigma(s_2), \quad (6)$$

можна отримати рівність:

$$\ddot{s}_1 \sigma(s_1) + \ddot{s}_3 \sigma(s_3) = \ddot{s}_2 \sigma(s_2), \quad (7)$$

Використовуючи рівності (1) - (3), а також рівності (5) - (7) можна звести поставлену задачу до вирішення системи двох звичайних диференціальних нелінійних рівнянь другого порядку, дозволених щодо старших похідних:

$$\begin{aligned} \ddot{s}_1 &= f_1(s_1, \dot{s}_1, s_2, \dot{s}_2, t) \\ \ddot{s}_2 &= f_2(s_1, \dot{s}_1, s_2, \dot{s}_2, t) \end{aligned} \quad (8)$$

з початковими умовами:

$$\begin{aligned} t &= t_0, \quad s_1 = s_{1.0}, \quad \dot{s}_2 = \dot{s}_{2.0}, \\ s_2 &= s_{2.0}, \quad \dot{s}_2 = \dot{s}_{2.0} \end{aligned} \quad (9)$$

Розроблені тут елементарні основи теорії і метод розрахунку нестационарних процесів одновимірного руху нестискуваних рідких середовищ з рухомими межами в каналах гідравлічних магістралей гідросистем зернозбирального комбайна зі струминними елементами і апаратами будуть використані при моделюванні динамічних режимів роботи ресурсо- та енергозберігаючих систем гідравлічних приводів гідросистем зернозбирального комбайна у важких умовах їх експлуатації.

Список використаних джерел

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6(7–108). P. 71-79. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.217747>.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.
5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
6. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

УДК 631.001.04

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ МЕТАНОВОЇ ДЕГРАДАЦІЇ СОЛОМИ

Т. О. ВАЛІЄВ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: timurvaliev@gmail.com

Наукова гіпотеза (головна ідея) роботи: додавання соломи після розщеплення лігно-целюлозного комплексу до гною ВРХ в науково обґрунтованій кількості, що дозволить збільшити вихід біогазу і біометану до рівня, який забезпечить прийнятний рівень окупності капіталовкладень в біогазовий комплекс.

Нами проведено дослідження [1-7], які дозволили здійснити метанову деградацію соломи в лабораторному газгольдері (рис. 1).



Рис. 1. Експериментальна установка для дослідження метанової деградації соломи:

Склад субстрату	1	2	3	4
Відношення соломи до гною ВРХ в субстраті, %	12,5	25	37,5	50
Гній ВРХ, кг	2.8	2,8	2.8	2.8
Солома, кг	0,35	0,7	1.05	1.4
Вода*, кг	8	8	8	8

* - вода додається в такій кількості, щоб вологість субстрату становила 88-92%.

План експериментального дослідження метанової деградації соломи. Дослідження метанової деградації гною ВРХ з додаванням соломи після:

- подрібнення до розміру 200 меш (0,078 мм);
- подрібнення до розміру 200 меш (0,078 мм) з наступним обробітком ультразвуковою кавітацією;
- гранулювання.

Початок відліку співпадає з першим піком, після чого настає згасання генерації біогазу, і на шосту добу бродіння спостерігається другий пік генерації. На 8 добу бродіння вихід біогазу стабілізується і в наступні дні спостерігається відносно рівномірна генерація біогазу з незначним збільшенням його виходу в часі. Середній вихід біогазу при щоденному оновленні 3,3% субстрату від завантаженого на початку бродіння становить 141 см³/год, при оновленні 5% субстрату – 226 см³/год, 10% – 317 см³/год, 20% – 577 см³/год. Відхилення виходу біогазу від середнього значення, як правило, складають 6–8%. При збільшенні числа завантажень субстрату протягом доби відхилення виходу біогазу від середнього значення будуть зменшуватися.

Список використаних джерел

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6(7–108). P. 71-79.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49.
3. Palamarchuk I., Rogovskii I., Titova L., Omelyanov O. Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. *Engineering for Rural Development*. 2021. Vol. 20. P. 1761-1767.
4. Rogovskii I. L., Polishchuk V. M., Titova L. L., Sivak I. M., Vyhovskyi A. Yu., Drahnev S. V., Voinash S. A. Study of biogas during fermentation of cattle manure using a stimulating additive in form of vegetable oil sediment. *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2020. Vol. 15(22). P. 2652-2663.
5. Romaniuk W., Polishchuk V., Marczuk A., Titova L., Rogovskii I., Borek K. Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. *Agricultural Engineering*. 2018. Vol. 22(1). P. 105-125. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0010>.
6. Romaniuk W., Rogovskii I., Polishchuk V., Titova L., Borek K., Wardal W.J., Shvorov S., Dvornyk Y., Sivak I., Drahnev S., Derevjanko D. Study of methane fermentation of cattle manure in the mesophilic regime with the addition of crude glycerine. *Energies*. 2022. Vol. 15(9). P. 3439. <https://doi.org/10.3390/en15093439>.
7. Romaniuk W., Rogovskii I., Polishchuk V., Titova L., Borek K., Shvorov S.,

Roman K., Solomka O., Tarasenko S., Didur V., Biletskii V. Study of technological process of fermentation of molasses vinasse in biogas plants. Processes. 2022. Vol. 10. P. 2011. <https://doi.org/10.3390/pr10102011>.

УДК 631.001.04

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЗЕРНА ПІД ЧАС ОБМОЛОТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ

Д. Ю. КАЛІНІЧЕНКО, к.т.н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kalinichenko@nubip.edu.ua

У функції зернозбиральних комбайнів входить як обмолот, так і сортування [1]. Система має два датчики втрати [2]. Втрати від обмолоту в основному визначаються датчиком втрат молотильного циліндра [3], а втрати через сортування – датчиком втрат при струшуванні [4].

Молотильний циліндр обмолочує таким чином, що зерно падає через підбарабання та вниз на струшувальну пластину внизу, а будь-яке зерно або пил, які не проходять через підбарабання, просуваються через пиловбірний барабан і викидаються з жолоба для розвантаження пилу (рис. 1). Це виписане зерно визначається як втрата [5]. Регулювання всередині молотильної камери виконується за допомогою клапана скидання пилу (клапан, який визначає, як довго зерно і пил залишаються в молотильній камері) [6]. Якщо клапан видалення пилу відкритий занадто широко, падіння зерна відбуватиметься ближче до задньої сторони зернозбирального комбайна, спричиняючи втрати, оскільки більше рису транспортується та вивантажується. З іншого боку, занадто сильне закриття клапана призводить до пошкодження зерна.

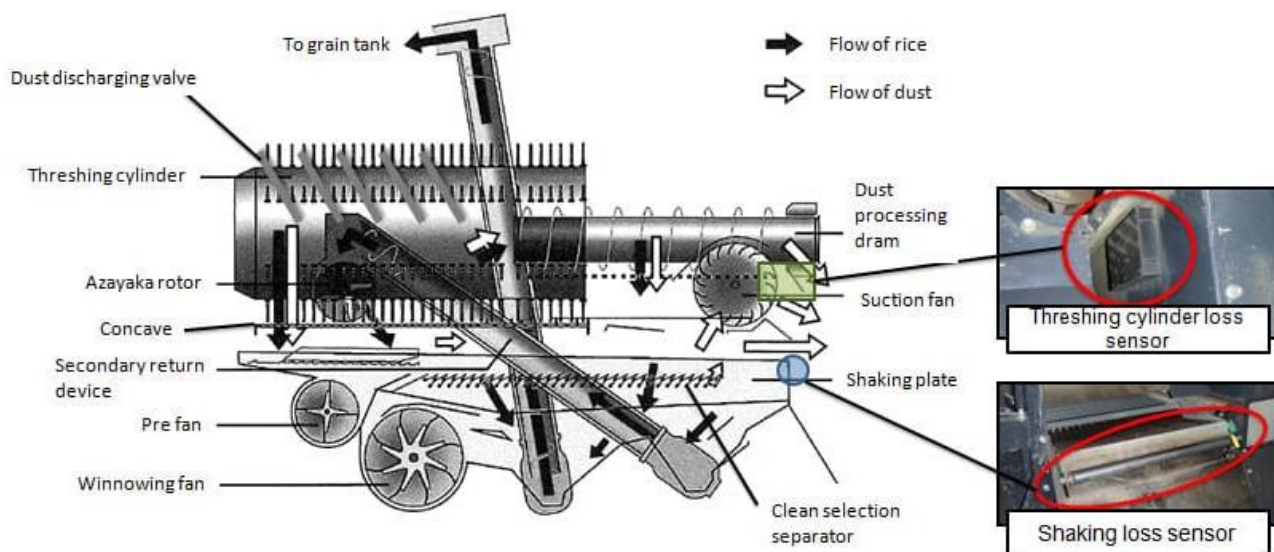


Рис. 1. Вид збоку частини обмолоту та сортування.

Обмолочене зерно і пил падають з молотильного циліндра на чистий відбір, де вони відділяються струшуванням (рис. 1). Будь-яке зерно, яке доходить до кінця чистого відбору для вивантаження із задньої частини зернозбирального комбайна, визначається як втрата. Якщо зазор для чистого відбору закритий занадто малим, втрати збільшаться через те, що рис не провалюється. Якщо зазор відкритий занадто широко, частка пилу, що потрапляє в зібране зерно, збільшиться. До цього часу на ринку України не було зернозбиральних комбайнів, які видають інформацію про втрати. Навіть коли втрати перевіряли візуально, неможливо було дізнатися, чи вони були спричинені обмолотом (втрата молотильного циліндра) чи сортуванням (втрата струшування). Це означало, що навіть коли втрати були очевидними, було важко вирішити, які коригування внести в зернозбиральний комбайн. Оснащеність функцією моніторингу втрат дозволяє операторам зменшувати втрати, регулюючи роботу зернозбирального комбайна на основі фактичного стану втрат, наприклад, закриваючи клапан видалення пилу, якщо втрати молотильного циліндра великі, або відкриваючи чистий вибірковий зазор у належне положення, якщо втрати при сортуванні (втрати при струшуванні) високі.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature

separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

УДК 631.001.04

TECHNICAL MEANS FOR CONSERVATION OF GREASE SPREADING MACHINES OF GRAIN HARVESTERS IN OPEN AREAS

I. M. KUZMICH, Post Graduate Student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

E-mail: beliy1994@meta.ua

Technical means of applying conservation materials on the surface of agricultural machinery have a wide nomenclature [1-5]. They are powered by the power grid or internal combustion engines (ICE) of tractors and cars. If the preparation of machines for storage is carried out in the premises of the workshop or the storage area at the technical service point (PTO), the electrical network is used. In the conditions of an open storage area, the technical means for applying conservation materials are driven by the internal combustion engines of a car or tractor.

Features of operating conditions, economic capabilities of agricultural enterprises, availability of material, technical and energy resources, physical and rheological properties of protective compounds used, volume and timing of conservation works should be taken into account when choosing or developing the appropriate types of technical means. Self-propelled units for the storage of cars ATO-9984 (on a tractor chassis), ATO-16366 (on a car chassis) have been developed for the application of liquid conservation compositions on open areas.

The units are equipped with compressors and pneumatic spraying devices for applying conservation materials. The analysis of the device of the units shows that almost all the equipment for applying liquid preservative compositions is borrowed from the painting industry. Due to the fact that the use of self-propelled storage units turned out to be unprofitable, their production was limited to a few samples.

Self-propelled units on car chassis (ATO-4822, ATO-9966B, ATO-9966G), intended for maintenance of tractors and combines in the field, were also equipped with compressors and were used in the conservation of agricultural machinery at storage sites. In connection with the fact that these units have long been withdrawn from production, and new ones are not produced, the problem of developing a mobile unit with a source of compressed air for the operation of conservation equipment at equipment storage sites has become urgent.

The process of preservation of equipment is usually carried out in the fall in conditions of air temperature reduced to 5°C, at which the viscosity of preservation

compositions increases sharply. High viscosity impairs the manufacturability of their mechanized application by spraying.

The introduction of solvents into viscous conservation materials, as well as their heating, makes it possible to reduce their viscosity. The solvent serves as an intermediate agent, after the application of conservation materials, it evaporates due to evaporation. The advantages of using a solvent include the possibility of simplifying the application technology, improving the integrity and uniformity of the resulting coating, and the disadvantages include the deterioration of the protective properties of the coatings and the cost of its purchase.

The process of applying viscous conservation compositions with heating allows to increase the thickness and protective properties of the conservation coating, to save organic solvents. But at the same time, the technical device of the equipment is complicated, there is a need for a source of thermal energy or a converter of mechanical energy into thermal energy.

In the analysis of the known technical means for applying viscous preservation compositions with heating, their technological potential was evaluated. During the classification of technical means, the systematization and grouping of equipment models that were produced by industry or were produced in the form of experimental batches and experimental products was carried out according to general features.

When classifying technical means for applying viscous compositions, differences in technical performance, energy source, method of converting mechanical energy, method of heating the composition in the tank, design of the heated hose, method of supplying the heated composition to the sprayer and method of its spraying were taken into account.

When developing technical means, it is necessary to take into account their mobility, the possibility of movement within the territory of the farm. Currently, the use of self-propelled and trailed units with anti-corrosion equipment has become economically unprofitable [64, 80, 81]. Therefore, the use of mounted conservation units is more promising for conservation works.

The conducted analysis of the classification features of the equipment made it possible to determine promising technical solutions, based on which it is planned to develop a compact technical means for applying viscous compounds with heating: implementation - mounted on a tractor; source of energy for heating-tractor generator 28 V; compressor and generator drive - from tractor GDP; heating of the warehouse in the tank-through the wall of the tank from the 28 V heating element; supply of heated composition from the tank - by compressed air pressure; heating of a hose with a heated composition - from an electric spiral; application of the composition - with a pneumatic spray gun. In the MEP-02 mobile power drive (Fig. 1), attached to the MTZ-80 tractor, the compressor and generator are driven from the GDP.

The power train is equipped with a frame with a lock for an auto-clutch, a gearbox with a cardan shaft, a compressor, a receiver, air hoses, a blow gun, an auto-tractor generator, an electric cord for connecting external equipment. The power drive is used for the production, supply of compressed air and low-voltage electricity to the

equipment for applying liquid and thickened conservation compositions, blowing surfaces with air, inflating pneumatic tires.

For application of viscous compositions, the power drive is equipped with a conservation apparatus PRK-5-28 (Figure 1). The PRK-5-28 device includes a spray gun, a distributor, a rotating head, a flexible nozzle with a nozzle, an air hose, a suction nozzle with a heating spiral with a power of 0.1 kW and a replaceable polyethylene cylinder for a viscous composition. Electricity is supplied via wires attached to the air hose.



Fig. 1. Mobile power drive MEP-02 and conservation apparatus PRK-5-28

The viscous composition is prepackaged in polyethylene cylinders. For work, a suction nozzle is inserted into the cylinder with the help of a rotating head, the neck of the cylinder is hermetically pressed against the distributor. When the spiral is turned on, the composition in the cylinder is heated, under the pressure of compressed air, the heated composition enters the spray gun, then into the flexible nozzle with a nozzle. When leaving the nozzle, the composition is sprayed with compressed air and applied to the surface of the machines.

Disadvantages of the PRK-5-28 apparatus: frequent interruptions of the conservation process to replace the cylinder, prolonged heating of the composition at each cylinder replacement due to the low power of the spiral, weak mechanical strength of polyethylene cylinders.

A mobile installation for applying thickened lubricant allows you to work without technological interruptions. The installation includes a hand cart, a tank with thermal insulation of the walls and a heated lid, a pneumatic reducer, hoses for supplying lubricant and compressed air to the CO-71 spray gun, an air hose for connecting to an external compressor, an electric control panel with a step-down transformer. for connection to a 220 V power grid

In the heated tank, a grid is placed above the bottom, under which a local heating chamber is formed. A tray with a heat-dissipating material - periclase, in which a heating burner (220 V) is attached to the bottom of the tank.

The paper presents the results of research into the process of heating a viscous lubricant in a local heating chamber. A regression equation was obtained that describes the influence of the parameters of the local chamber (volume, heater power, gap between the grid and the tank wall, the size of the grids) and the concentration of the Emulgin additive on the intensity of heating of thickened lubricants. It is shown that with a decrease in the cells of the dividing grid, the heating of the lubricant in the local chamber accelerates: with a heater power of 0.56 kW and a chamber volume of 3.5 l, the temperature of the lubricant rises by 29 °C within 15 minutes. Proposals have been developed for the use of a 12/220 V voltage inverter to power the TEN burner of the installation from the auto-tractor generator.

At the same time, it is forgotten that in the wet weather of the autumn season, a system is needed to protect working personnel from electric shock with a voltage of 220 V. Solving this task will complicate the design of the installation, and will require the involvement of a qualified electrician to monitor the operation of the protection system. At the same time, the work does not address the issue of optimizing the heater's power when applying viscous compositions at low temperatures, the issue of determining heat losses in the process of heating structural elements of the pressure tank and in the process of moving the heated composition along the hose.

The possibility of using low-voltage heating elements for direct heating of the viscous protective composition from the electricity of the generator, excluding the voltage inverter, has not been studied.

The distribution of hydraulic resistances on the sections of the composition supply line from the pressure tank to the nozzle of the spray gun, including in the presence of an electric spiral, has not been studied.

Without carrying out scientific research aimed at solving the issues, it is impossible to determine the rational parameters of mobile equipment for applying viscous protective compounds under conditions of low temperatures.

The lack of scientifically based proposals for the development of an effective protective composition and a mobile technical means for its application negatively affects the quality of anti-corrosion protection of agricultural machinery, including machines that spread fat.

References

1. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298.
2. Rogovskii I. L., Titova L. L., Voinash S. A., Sokolova V. A., Tarandin G. S., Polyanskaya O. A. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 022100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>.

3. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

4. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

5. Rogovskii I. L. Analysis of grain losses by the classic threshing-separating device of the combine harvester. *Scientific reports of NULES of Ukraine: electronic edition*. Kyiv. 2021. № 4(92) (2021). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.04.012> file:///C:/Users/Ivan/Downloads/15140-35724-1-PB.pdf.

УДК 631.001.04

TECHNICAL CONTROL OF SAFETY INDICATORS OF SELF-PROPELLED SPRAYERS

I. S. LIUBCHENKO, Post Graduate Student
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: lub4enko.ira@gmail.com

To protect the operator from crushing or cutting hazards associated with failure of the boom height adjustment control system [1], the machine must be equipped with:

- a) a device for limiting the maximum speed of the boom down to 10 mm/s during a hydraulic failure [2];
- b) a device that can stop the lowering of the rod to a minimum height of 500 mm from the ground surface [3].

For b) if the height is to be made less than 500 mm, the safety device must prevent the bar from lowering below the specified height and the lowering of the height must be possible only by means of a separate action [4].

If these safety devices are hydraulic valves not installed directly in the cylinder, the lines connecting the valve to the cylinder must be designed to withstand a pressure of not less than four times the rated maximum hydraulic pressure [5].

To limit the risk of access to the tank, any tank opening greater than 400mm in diameter, or if rectangular and greater than 400mm x 300mm, must be fitted with a grate that can only be opened using appropriate tools.

The dimensions of the holes in the grid should not be larger than those indicated above.

To limit the risk of chemical contact during filling or cleaning operations:

- a container for mixing chemicals or another equally effective device must be equipped with a nozzle;

- in addition, the filler hole of the sprayer tank should be located so that the distance from the ground or from the platform is not more than 1,300 mm, and the horizontal distance from the edge of the hole to the outer edge of any part of the sprayer that could interfere with the operator who is in place for filling, was no more than 300 mm (see Figure 1. Signs: 1 - the location of the operator during the filling of the tank.).

The actual total volume of the tank should exceed the nominal volume by at least 5%.

The cover should be:

- attached to the machine (for example, by a chain);
- equipped with a clamping device that ensures the closed position mechanically or by fastening the cover with screws;
- installed in such a way as to eliminate the possibility of leakage of the spraying solution (for example, with the help of a sealant).

The operator must be able to see the liquid level when filling or emptying the tank. The nominal volume must be indicated by marking.

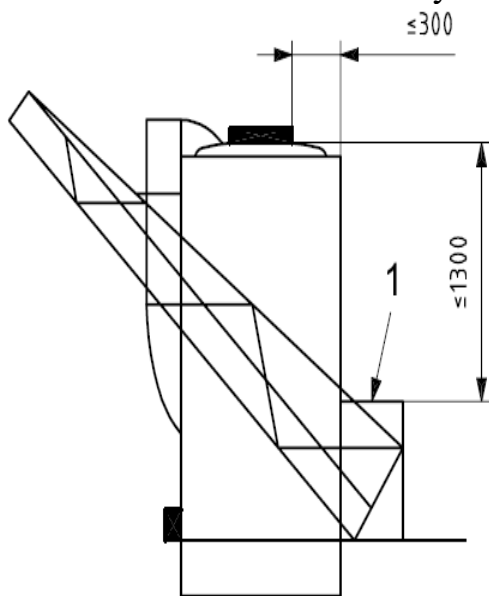


Fig. 1. Maximum reach distance for manually filling the tank with chemicals.

On tanks not intended for use under pressure, a pressure compensation device is installed to maintain atmospheric pressure in them during the emptying or filling of the tank.

References

1. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Analytical provisions of the influence of completeness of technical control on the reliability of self-propelled sprayers. Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series: mechanization and automation of production processes. 2021. Issue 1 (43). P. 14-21. <https://doi.org/10.32845/msnau.2021.1.3>.

2. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Analytical coefficient of technical readiness of self-propelled sprayers with variable seasonal operating time. Scientific and technical principles of development, testing and forecasting of agricultural machinery and technologies. XXI International Scientific Conference, village Research, Ukraine, September 22, 2021: abstracts of the conference. Research. 2021. P. 71-75.

3. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. Safety measures in recovery of self-propelled sprayers. OSHAgro – 2021. I International Scientific and Practical Conference, Kyiv, Ukraine. September 30, 2021: abstracts of the conference. Kyiv. 2021. P. 154-157.

4. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588-594.

5. Rogovskii I. L. Methodology of performance of technological operations of restoration of working capacity of agricultural machines at limited resources. Collection of abstracts of the XXII International Scientific Conference "Modern Problems of Agricultural Mechanics". October 16-18, 2021. Kyiv. Nizhyn. 2021. P. 122-125.

УДК 631.763.1

GENERAL STRUCTURE OF GRAIN HARVESTERS AS SOURCES INCREASED NOISE

R. R. SHATROV, Post Graduate Student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

E-mail: shatrov@nubip.edu.ua

At this time, there has been a significant expansion of grain harvesters of other brands and other producers [1]. So, according to data, the leading exporters of grain harvesters to Ukraine are Case and New Holland, with a frequent import share of 29.5%, and John Deere – 26.9% of the market for imported combines [2]. But in the minds of the Kiev region, as has already been stated, one of the most advanced grain combines among the farming dominions was the KZS-9-1 –“Slavutich” grain combine [3]. In the future, the reduced price - the strength and reliability of the combine have given it an advantage among the farming dominions of the region. The very width of this combine served as one of the main reasons for the introduction of power to combat noise on this machine itself, and even in the era of informational supremacy.

Also, one of the most important warehouses that will ensure improved comfort and mental health for the operating personnel of the combines, and a reduction in noise at the operator’s workplace [4]. In a current combine, as John Deere respects,

the noise level in the middle of the mechanic's cab is supposed to be in the range of 74.3 – 80.1 dB (A), which is installed in line until it is adjusted to a certain extent. presentation machines are in accordance with ISO 5131. Also in Companies respect the amount of noise that lies in the fluidity and strength of the engine, the adjustment of the separator, the field and selective minds, as well as the type of vicorized platform cutter [5]. At that time, according to data from machine testing stations, the sound level in the cabin of combines of the Yenisei family is 79 - 85 dB (testing protocols: 01-43-98, 01-39-01, 01-50-03, 01-39-04, selection and threshing of PPK - 3), and with open windows and doors, the indicators grew even more [6].

Let us now take a look at the currently accepted methods for analyzing the level of noise at the combine operator's working place. It is important to note that the main components of combine noise are: the engine, fan and radiator of the cooling system, working parts and elements of the combine transmission. It is customary to dilute the noise carefully from the middle of the widening of the spring conduits for: a) windings, the transmission of sound from the engine to the point of caution in the interior or through the enclosure structures and b) structural, the viprom. in the presence of noise and vibration of the structure that is being protected. Frequency range of surface and structural noise readings in Fig. 1.

For the theoretical value of the noise levels in the cabin, it is important that, first of all, a mathematical description of the levels of the sound pressure from the skin edge. Equal to the noise in the cabin during the one-hour influx of a large number of jets, which sound is determined by the principle of subsumption. With this approach, it becomes possible to identify contributions from different horns in the sound field of the cabin, as well as to identify significant excesses above the standard values of the corresponding frequency intervals and on this basis to select methods for bringing the noise characteristics and the maximum permissible limits. іВНІВ. For a mathematical description of vibroacoustic characteristics, similar analytical methods and experimental methods are used. Similar analytical methods look at simple structured circuits of the combine, as systems of discrete elements. For example, the affected warehouse noise in the combine cabin is indicated through equal sound pressure to the engine housing, exhaust, and working parts; flattened cabin enclosure elements; average sound absorption coefficient in the cabin, area of the internal surface of the cabin; stand from the working place to the exhaust pipe, the end of the engine, and the working parts; soundproofing of fence elements and additives to soundproofing of fence elements must be carried out by moving the cabin to the sound level; Effectiveness of acoustic screens To reduce structural noise, an acoustic model of the combine cabin was designed in the form of a rectangular parallelepiped. The predetermined structure-based noise reduction system is reduced to the specified amplitude of the vibrations of the substrate, the skin of the walls and the floor of the cabin. To simplify the breakdown of organs, energy methods are used.

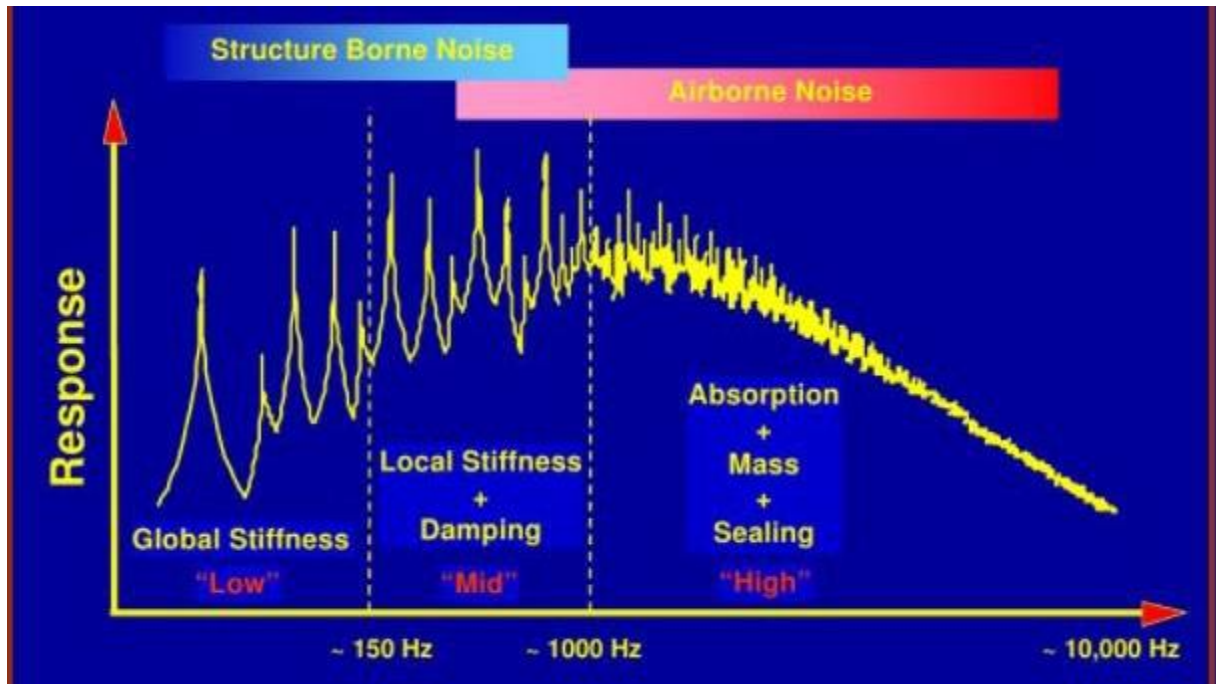


Fig. 1. NVH analysis. Frequency range. 2019 SAE NVC Structure Borne Noise Workshop. All X – frequency, Hz. All Y – sound (sound pressure, dB). The frequency range is divided into low frequencies (up to 150 Hz), mid frequencies (150-1000 Hz), high frequencies (over 1000 Hz). Structure Borne Noise produces noise at low and mid frequencies, and Airborne Noise occurs at mid and high frequencies.

Similar analytical methods make it possible to calculate the level of noise of the approximate deposits from the main cores, but the accuracy of such calculations is low, and the vicorized development models need to be simplified, as they do not solve the folding geometric model. form of knots and parts. Experimental methods are considered important for improving the vibroacoustic characteristics of machines, which is clear. They are based on an energetic method, and all necessary coefficients are determined experimentally. A current approach to established experimental methods is transfer path analysis (TPA). Transmission path analysis is a procedure based on experiments and simulations that allows the flow of vibroacoustic energy from the core, through a number of output transmission paths, to be detected until it is transferred. The aim is to determine the contribution of the skin to the transmission of the device before the intake, then to identify the components of this process that need to be changed to solve the problem – and, perhaps, to optimize the design, not choosing general characteristics for these components. When creating a model for analyzing transmission paths, the system is divided into active and passive parts. The active part is the vengeance of the dzherela, and the passive part is the point of acceptance, in which the voice is vibrating. A consistent link between the active and passive parts, which characterizes the relationship between the receiver and the driver and the transfer function (TF) in terms of noise, also called frequency characteristics of the Viktorist model, sound pressure (sound pressure) at the receiving point You can express it like this:

$$y_k(\omega) = \sum_{i=1}^n y_{ik}(\omega) + \sum_{j=1}^p y_{jk}(\omega), \quad (1)$$

$$y_k(\omega) = H_{ik}(\omega) F_i(\omega), \quad (2)$$

$$y_k(\omega) = H_{jk}(\omega) Q_j(\omega), \quad (3)$$

where $y_k(\omega)$ – the response (sound pressure level) at the reception point k ; $y_{ik}(\omega)$ – contribution of i -th transmission paths of structural noise; $y_{jk}(\omega)$ – contribution of j -th paths of air noise transmission; $F_i(\omega)$ – impact (force) on i -th transmission path of structural noise; $Q_j(\omega)$ – impact (productivity or volume velocity of the source, m^3/s) on the j -th path of air noise transmission; $H_{ik}(\omega)$ – PF i -th transmission paths of structural noise; $H_{jk}(\omega)$ – PF j -th air noise transmission path; ω – circular frequency (rad/s); n – the number of structural noise transmission paths; p – the number of air noise transmission paths.

PF measurement can be performed by direct measurement methods and measurements using the principle of reciprocity. Direct measurements of PF of structural noise are carried out by exciting the structure with a vibrator or a measuring hammer and measuring the sound pressure at the microphone workplace. PF of air noise is measured by sounding the structure using a non-directional "point" source with measurement of sound pressure at the workplace using a microphone. In measurements using the principle of reciprocity, a non-directed "point" source is located at the workplace of the harvester operator, and the response (sound pressure for air noise and vibration speed for structural noise) is measured on the structural elements. In this case, the following ratios are valid for the PF:

$$\frac{P_1}{Q_1} = \frac{P_2}{Q_2}, \quad (4)$$

where P_1 – the sound pressure at the operator's workplace; Q_1 – performance of a non-directed "point" source; P_2 – sound pressure on the structural element; Q_2 – performance of a non-directed "point" source when measured using the principle of reciprocity;

$$\frac{P}{F} = \frac{v}{Q}, \quad (5)$$

where P – the sound pressure at the operator's seat when measured by the direct method; F – impact (force) applied to the structural element; v – vibration speed per structural element; Q – the performance of a non-directed "point" source, the source is located at the workplace of the combine operator.

Measurements based on the principle of reciprocity in many cases have a number of advantages compared to direct measurements. Thus, at the present stage, for the systematization of research and proof of the design, calculation-experimental methods of calculating the sound level at the workplace of the combine operator can be applied, but their application is limited by the need to conduct long-term

experiments.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbioculture separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. pp. 117–128.
6. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. 10 (4), 145-150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

УДК 631.001.04

STRUCTURE OF BAYESIAN NETWORK OF OPTIMIZATION METHODS OF SYSTEM OF MACHINERY OF PLANTING

I. M. SIVAK, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
E-mail: sivakim@ukr.net

To preliminarily determine the structure of Bayesian network [1], the influence between the operation parameters [2] and the crushing rate was analyzed [3]. In the actual harvesting process [4], farmers cannot change the grain moisture content at any time [5], so the grain moisture content was not used as a node in the Bayesian network [6]. In addition, the influence of threshing drum speed and feed rate on

crushing rate was analyzed under different concave clearance, when grain moisture content was at medium level. The image is as follows in Fig. 1.

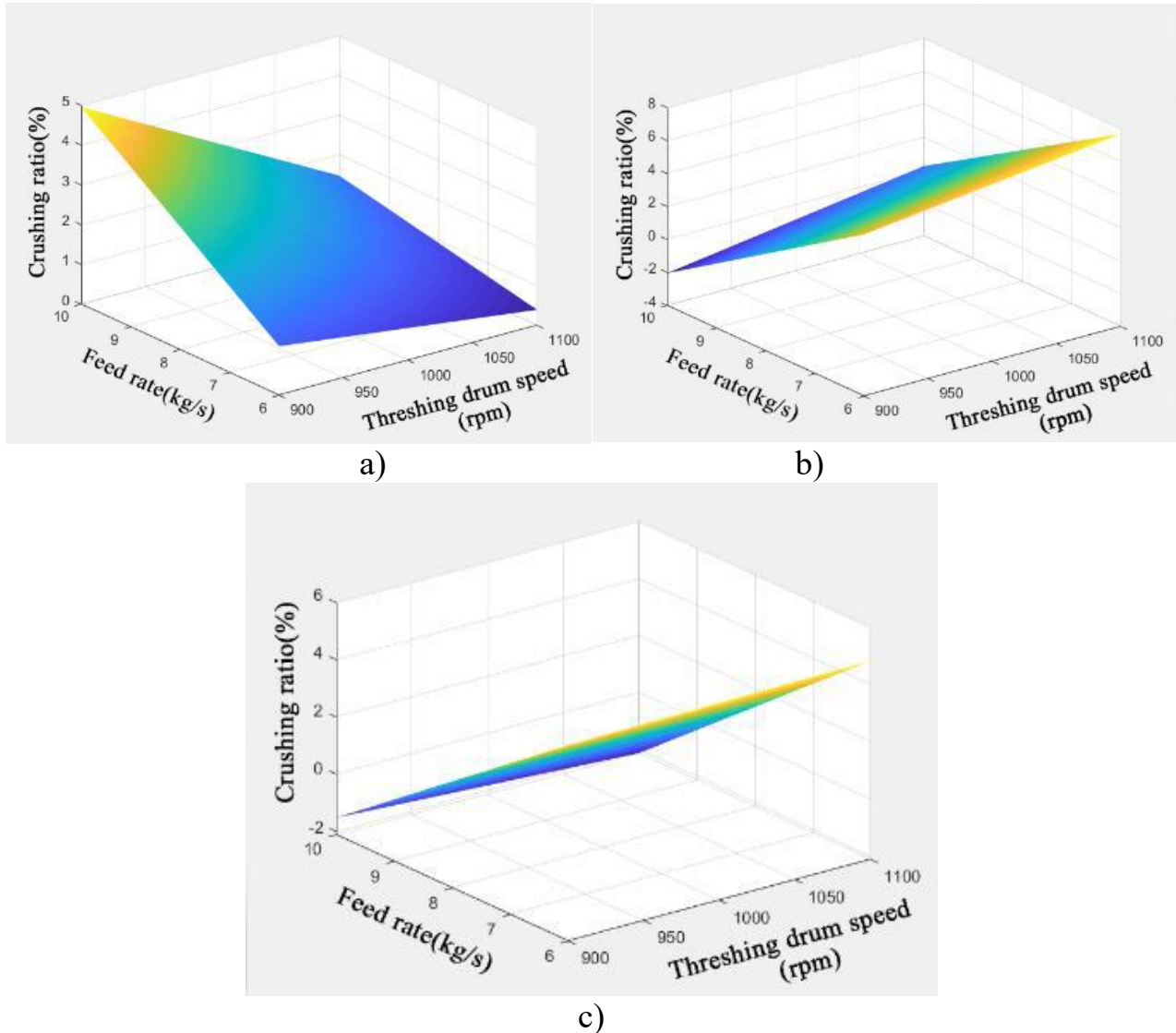


Fig. 1. The impact of selected key operating factors on the crushing rate: (a) Concave clearance = 10 mm; (b) Concave clearance = 15 mm; (c) Concave clearance = 20 mm.

It can be seen from the figures that when the concave clearance was 10 mm, the crushing rate increased as the feed rate increased, and when the speed of the threshing drum increases, the crushing rate decreases. And when the feed rate was low and the threshing drum speed was high, the crushing rate was at the lowest value and the crushing rate was at the maximum when the feeding amount was higher and the threshing drum speed was low. When the concave clearance was 15 mm or 20 mm, although the crushing rate decreased when the feed rate was higher, the crushing rate increased slightly when the speed of the threshing drum increased.

It can be seen from Fig. 1 that the relationship between the crushing rate and each parameter is not completely linear, so it is difficult to obtain the specific conditions of each parameter under the low crushing rate by solving the equation.

However, the Bayesian method can realize the reasoning of “from effect to cause” and obtain the numerical value of each operation parameter that satisfies the low crushing rate.

References

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

УДК 631.001.04

МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ ВОДІЯ САМОХІДНОЇ АГРОТЕХНІКИ

С. С. СЕРДЮЧЕНКО, к.т.н.
Ізмаїльський агротехнічний коледж, м. Ізмаїл, України
E-mail: izmagrotex@ua.fm

Для оцінки рівня надійності водія пропонується використовувати критерій надійності [1-5]:

$$K = K_{\delta} \cdot K_{\Pi} \cdot K_E \cdot K_{EC} \cdot K_{OM}, \quad (1)$$

де K_{δ} - критерій безпеки; K_{Π} - критерій продуктивності перевезення вантажу; K_E - критерій економічності; K_{EC} - критерій екстремальних умов; K_{OM} - критерій знань основ механіки.

Критерій безпеки керування транспортним засобом пропонується визначати:

$$K_{\delta} = \frac{K_{\Pi B} + K_{pa_x} + K_{pa_y}}{3}, \quad (24)$$

де $K_{\Pi B}$ – критерій оцінки поведінки водія,

$$K_{\Pi B} = \frac{3}{\left(1 + \frac{\Pi_{ош(p.m.)}}{S}\right) \frac{\Pi_{ош(p.m.)}}{T_{ош(p.m.)}^2 \cdot j_{доп(p.m.)}} + \left(1 + \frac{\Pi_{ош(\Pi)}}{S}\right) \frac{\Pi_{ош(\Pi)}}{T_{ош(\Pi)}^2 \cdot j_{доп(\Pi)}} + \left(1 + \frac{\Pi_{ПС}}{S}\right) \frac{\Pi_{ПС}}{T_{ПС} \cdot v_{разр}}}$$

де $\Pi_{ош(p.t.)}$ - кількість помилок при виконанні розгонів і гальмувань; $\Pi_{ош(\Pi)}$ - кількість помилок при виконанні поперечних маневрів; $T_{ош(p.t.)}$ - час руху лісовозного автопоїзда з поздовжніми прискоренням, с; $j_{доп(p.t.)}$ - допустима величина поздовжніх прискорень, м/с²; K_{pa_x} , K_{pa_y} - критерії ступеня рівномірності руху по поздовжній і поперечній осях лісовозного автопоїзда.

Критерій продуктивності перевезень:

$$K_{\Pi} = \frac{v_{cp}}{v_{cp\delta}} \quad (25)$$

де v_{cp} - середня швидкість руху випробовуваним водієм, км/год; $v_{cp\delta}$ - базова величина швидкості руху лісовозного автопоїзда, км/год.

Критерій економічності:

$$K_{\delta} = \frac{\frac{L_{\Pi\delta}}{L_{\Pi}} + 1 - \frac{|N_{\delta} - N_{\delta\delta}|}{N_{\delta\delta}} + \frac{Q_c}{Q}}{3}, \quad (26)$$

де $N_{\delta\delta}$ - нормативне значення кількості обертів колінчастого вала двигуна; Q_c - нормативна величина витрат палива, см³; Q - фактичні витрати палива при проїзді за маршрутом, см³.

Показники, що характеризують оцінку поведінки водія в екстремальних умовах K_{EC} і знання водієм основ механіки K_{OM} , визначалися за допомогою

програми-тренажера, розробленої автором. Бортова реєструвальна апаратура була забезпечена: датчиком витрати палива, датчиком руху, датчиком поперечних прискорень, датчиком частоти обертання колінчастого вала, датчиком швидкості руху, датчиком поздовжніх прискорень і уповільнень.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298. doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451.
5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

Секція 4 «Надійність технологічних систем у тваринництві»

УДК 631.22.01

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ

О. В. МЕДВЕДСЬКИЙ, к.т.н., доцент,
Д. М. БЕНДЮГ, О. В. БІЛОЦЬКИЙ, Д. О. ШАГОВ
Поліський національний університет, м. Житомир
E-mail: aleksmedvedsky@gmail.com

В Україні дедалі інтенсивніше розвивається галузь тваринництва, цьому сприяє державна аграрна політика. Повсюдно здійснюється нове будівництво, реконструкція та модернізація тваринницьких ферм і комплексів.

Тим часом вискоєфективне ведення тваринництва в сучасних умовах можливе за умови використання передової генетики, прогресивного досвіду вітчизняних і зарубіжних виробників та переходу на інноваційні технології, на базі високопродуктивного технологічного обладнання з відповідним ступенем автоматизації та роботизації. Слід зазначити, що таке технологічне обладнання перебуває у високому ціновому діапазоні та потребує відповідного технічне обслуговування та догляд. Від надійності кожного вузла, ділянки залежить не лише економічна ефективність сільськогосподарського підприємства, а й його існування. У сільськогосподарському виробництві немає дрібниць, усі технічні рішення мають бути пов'язані між собою в єдиному технологічному процесі та забезпечувати безперебійну роботу комплексу.

Забезпечення високої продуктивності та якісного виконання робіт в оптимальні агрозоотехнічні строки з високою точністю та мінімальними витратами матеріально-технічних засобів, є однією з найважливіших характеристик сучасного технологічного обладнання тваринницьких ферм і комплексів. Їх впровадження забезпечує розкриття генетичного потенціалу тварин за продуктивністю та якістю виробленої продукції. Сучасне технологічне обладнання тваринницьких ферм і комплексів стає інтелектуальною. Електронні сенсорні пристрої, апаратне та програмне забезпечення ведуть до розширення автоматизації робочих процесів у тваринництві, виконують найбільш трудомісткі за витратами часу та енергії роботи. Такі як годування та напування, очищення проходів приміщень від гною, доїння тощо. На основі розвитку технічних інновацій створено ціле покоління сільськогосподарських роботів, здатних вирішувати найскладніші завдання. Прикладом такого обладнання можуть слугувати кормовагони, які повністю автоматично здійснюють індивідуальне дозування концентрованих кормів і добавок. Така техніка збільшує продуктивність праці, зменшує витрати на корми, забезпечує зростання виробництва молока, і загалом допомагає поліпшити здоров'я тварин, за рахунок більш повного задоволення фізіологічних потреб тварини.

Для подачі корму в зону досяжності тваринами, розроблені і випускаються автономні підрівнювачі кормів. Вони автоматично переміщуються кормовим проходом, слідуючи вздовж огорожі кормового столу.

Для доїння корів розроблені та використовуються роботизовані системи. Суть системи полягає в самообслуговуванні тварини (корова сама вибирає час і частоту відвідування доїльного боксу). Доїльні роботи повністю виключають ручну працю. Підвищують інтенсивність використання обладнання, створюють фізіологічно сприятливіші умови для молочної худоби. Забезпечують комфортне розміщення тварин у доїльному боксі. Швидко і надійне визначення місця розташування дійок вимені та підключення до них доїльних склянок, збереження здоров'я вимені корів, високі гігієнічні стандарти доїння, суворий контроль якості молока (зокрема за вмістом соматичних клітин), суворий контроль якості молока. зокрема й за вмістом соматичних клітин), енергозбереження, зниження витрат праці на монтажні роботи, збільшення пропускної здатності та ефективний менеджмент молочного стада.

Останніми роками технічний рівень обладнання досяг певних висот і в свилярстві. Він визначається високим ступенем автоматизації та комп'ютеризації. Забезпечується не тільки скорочення частки ручної праці, а й ухвалення управлінських рішень на основі зібраних і оброблюваних даних.

Виходячи з цього, як ніколи раніше, сучасне обладнання вимагає підвищеного, більш кваліфікованого технічного обслуговування. На відміну від інших галузей сільського господарства, несвоєчасне виконання технологічних процесів у тваринництві призводить до порушення фізіологічних процесів в організмі тварин, що спричиняє серйозні стреси і безпосередньо позначається на погіршенні їхнього здоров'я, наслідком чого є зниження продуктивності та якості виробленої продукції.

Кожна непередбачувана відмова технологічного обладнання призводить до значних втрат. Підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва завжди має першорядне значення.

В ефективному функціонуванні будь-якого тваринницького підприємства, а саме в забезпеченні технологічного процесу виробництва продукції якісний технічний сервіс відіграє найважливішу роль.

Сільськогосподарський товаровиробник в умовах ринку змушений всі свої зусилля спрямовувати безпосередньо на виробництво тваринницької продукції, а також приділяти особливу увагу реалізації виробленої продукції, тому він не має ресурсів для здійснення технічного сервісу. Водночас економічний аналіз функціонування тваринницьких підприємств показує, що втрати тваринницької продукції через неякісне виконання технологічного процесу або через відмови технологічного обладнання значно перевищують витрати на технічне обслуговування та ремонт. на технічне обслуговування та ремонт.

За середнього терміну служби тваринницького обладнання близько 7 років більшість технічних засобів експлуатується понад 10 років. Щорічно

оновлюється не більше 2% машин, замість 13... 14% за нормативами. Поповнення машин на діючих фермах, у низці випадків, здійснюється за рахунок техніки, що не використовується, з об'єктів, які припинили функціонування.

Щоб підтримати такі технічні засоби в працездатному стані, товаровиробники змушені купувати додаткову кількість запасних частин, ремонтних матеріалів, а з метою економії коштів багато господарств намагаються проводити ремонтне обслуговування. господарства намагаються проводити ремонтно-обслуговувальні роботи власними силами. Частину робіт з обслуговування та ремонту не виконують через відсутність спеціалізованого обладнання та інструменту, а також через відсутність у господарствах фахівців і виробничої бази.

Роль і значення технічного сервісу тваринницького технологічного обладнання добре ілюструє виробництво та реалізація молока в сільськогосподарських організаціях України, що особливо актуальним стає в умовах запровадження нової форми державної підтримки виробників, яка враховує обсяг і якість.

Величезні втрати в молочному скотарстві так само пов'язані з невиконанням технологічних вимог і операцій щодо процесу охолодження молока.

За даними Держстату щорічно 10% парку холодильних установок (у деяких регіонах до 50%) простоюють через неякісний ремонт та технічного обслуговування. Що своєю чергою пов'язано з поганою і неправильною організацією системи технічного сервісу.

Однією з умов отримання молока вищої якості за низьких виробничих витрат є створення першокласного сервісу, що потребує спеціального обладнання та високої кваліфікації фахівців.

Технічний сервіс забезпечить отримання молока вищої якості за рахунок:

- контролю за рівнем бактерій у молоці (оптимального промивання та дезінфекції обладнання, переддоїльної гігієни, охолодження молока);
- гігієни та догляду за тваринами, контролю за здоров'ям вимені, комфортом тварин;
- організації регулярного проведення сервісного обслуговування технологічного обладнання, що потребує спеціального обладнання та високої кваліфікації фахівців, а операції щоденні.

кваліфікації фахівців, а операції щоденного та періодичного обслуговування виконуються фахівцями господарств;

- створення виробничих потужностей для ремонту обладнання тваринницьких ферм і комплексів.

Таким чином, суттєве збільшення обсягів виробництва продукції тваринництва, навіть за поточної чисельності тварин, можливе за

за рахунок створення оптимальних умов життєдіяльності, що повністю задовольняють фізіологічні потреби тварин. Тобто необхідно забезпечити якісне виконання всіх агрозоотехнічних операцій відповідно до термінами,

передбаченими технологічним процесом. Саме підвищення якості обслуговування тварин здатне дати адекватну реакцію, що впливає на їхню продуктивність.

УДК 631.363

ПЛЮЩЕНЕ ЗЕРНО - ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

В. С. ХМЕЛЬОВСЬКИЙ, д-р. техн. наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: khmelovskyi@nubip.edu.ua

Промислове виробництво продукції тваринництва, зокрема молока, не передбачає згодовування молочному стаду зернових компонентів у натуральному вигляді. Така годівля не може забезпечити достатнє перетравлювання зернових кормів коровою. Не перетравлення є однією з важливих проблем для ведення рентабельного тваринництва. Покращення доступності поживних речовин в кормі дає можливість ефективніше використати його, збільшити приріст маси тварини чи кількість продукції (молока, яєць тощо) та зменшити частку втрат.

Сьогодні все більшої популярності набуває плющення зерна, яке має переваги перед дробленням:

- покращення засвоюваності зерна різних культур;
- зменшення кількості відходів при відгодівлі;
- плющене зерно не осідає в рубці і не призводить до кислотного дисбалансу в шлунку тварини;
- плющене зерно стимулює травну систему жуйних тварин;
- плющене зерно має меншу кількість пилоподібної фракції.

Відомо, що зерна кормових сільськогосподарських культур мають міцну оболонку, яку потрібно зруйнувати для засвоєння вмісту зерна. Шлункові ферменти роблять це недостатньо ефективно. Тому механічне руйнування оболонки зерна (подрібнення, плющення) допомагає травному соку швидше вивільнити поживні речовини і перевести їх у форму, доступну для засвоєння твариною.

Через зростання цін на концентровані корми все більш поширеним методом балансування раціону стає використання вологого плющеного кукурудзяного зерна. Оптимальна вологість зерна кукурудзи, призначеного для плющення та силосування в рукаві, повинна складати від 32 до 38 %.



Рис. 1. Плющене зерно кукурудзи

Найкращий спосіб консервування та зберігання плющеного зерна кукурудзи — це полімерний рукав. Плющене зерно, запаковане в рукав, не має контакту із повітрям, що дозволяє зберігати його впродовж значного терміну (більше одного року). Плющення і пакування в рукави зерна, яке призначене для корму, має значний економічний ефект, у порівнянні із згодовуванням сухого зерна, переробленого на комбікорм. Враховуючи вище наведені дані можна стверджувати, що технологія заготівлі консервованого плющеного зерна є доступною, особливо, для тих господарств, які освоїли технологію силосування трав. Плющене зерно заготовлюється у вологому стані з внесенням консерванту, після чого відбувається його ущільнення і зберігається у герметичних умовах до початку його використання.

Поряд з тим, що технологія консервування плющеного зерна, на перший погляд, вивчена, важливим елементом в його застосуванні є товщина пластівців. Саме цей показник вимагає додаткових досліджень. Зменшення товщини зерна дає можливість сокам ферментної системи шлунково-кишкового тракту тварини проникати на всю глибину пластівця.

Висновки: Отже, можна стверджувати, що плющене вологе зерно кукурудзи є вагомою альтернативою виробництва кормів для молочного стада. Для якісного отримання пластівців та ефективної роботи плющилки потрібно провести дослідження, пов'язанні із визначенням раціональної товщини пластівців та впливу конструкційних параметрів вальців на енергомісткість плющилки.

Список використаних джерел

1. Плющення зерна кукурудзи для згодовування великій рогатій худобі. <http://milkua.info/uk/post/plusenna-zerna-kukurudzi-dla-zgodovuvanna-velikij-rogatij-hudobi>
2. Валкова плющилка ДЗВ-300 від Артмаш детальний огляд. <https://www.youtube.com/watch?v=7udDe4ttkhY>.
3. Плющити чи дробити? <https://vak.net.ua/ua/article/pliushchiti-chi-drobiti->

УДК. 636.2.085.3.53

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У ТВАРИННИЦТВІ: ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГОДІВЛІ

С. Є. ПОТАПОВА, к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

E-mail: potapova@nubip.edu.ua

Підвищення ефективності тваринницької галузі взагалі та молочного скотарства зокрема, було і є актуальною завданням, що стоїть перед виробниками тваринницької продукції. Одним із найбільш очевидних шляхів його вирішення є раціональна організація процесу годівлі тварин. Сучасні технології тваринництва вимагають застосування нових фізіологічно адекватних та економічно обґрунтованих систем годівлі сільськогосподарських тварин, оскільки створення високопродуктивного поголів'я молочних корів у результаті роботи селекціонерів не є гарантією отримання високих надоїв молока протягом кількох лактацій та тривалого їх господарського використання.

До вирішення цього завдання потрібно підходити комплексно, оскільки потрібно враховувати цілу низку факторів. На рис. 1 приведено організаційно-технологічну схему процесу годівлі, яка включає в себе інформаційні зв'язки, які дозволяють формулювати та вирішувати технологічні задачі та технічні задачі, що виникають в процесі виробництва тваринницької продукції.

Тому важливим є не тільки формування і оптимізація кормової бази, підбір і розрахунок раціонів годівлі, а правильно організована підготовка кормів.

При підготовці до згодовування кормів для молочних корів необхідно надати їм таку фізичну форму, яка була б зручною для механізованого та автоматизованого процесу роздавання, а також сприяла підвищенню поживності та засвоюваності кормів. Крім того, підготовка кормів до згодовування дає можливість скоротити витрати енергії тварин на пережовування корму.

Процес підготовки кормів до згодовування включає наступні етапи: очищення кормової сировини від сторонніх домішок, подрібнення на частки заданого розміру, дозування кожного кормового компоненту та отримання збалансованої кормосуміші. При організації годівлі молочних корів важливо мінімізувати втрати корму, знизивши тим самим витрати на виробництво продукції.

Але організація підготовки кормів до згодовування та транспортування та розподіл підготовленої кормосуміші тваринам це технічно-інженерна задача. І для її вирішення необхідно здійснити обґрунтований вибір технічних засобів, критеріями якого є наявне поголів'я тварин, прийнятий в господарстві спосіб утримання тварин, параметри приміщення, в якому утримують тварин, кормові

компоненти, що входять до складу раціону, фінансові можливості господарства.



Рис. 1. Організаційно-технологічна схему процесу годівлі

В даний час найбільш оптимальним рішенням для ферм ВРХ є використання мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів. При виборі таких засобів потрібно враховувати наступні вимоги:

- забезпечення максимально можливої однорідності подрібнення та змішування з відхиленням від середньої величини в межах 10-20%;
- здатність агрегату подрібнювати великогабаритні рулони або тюки грубого корму без додаткових операцій з їхнього розгортання та розуцільнення.
- регульована швидкість приготування однорідної суміші та можливість подрібнення та змішування соковитих та введення рідких компонентів;
- універсальність: для будь-якого типу та висоти розміщення кормового столу або годівниць, придатність до роботи в умовах вузькогабаритних корівників та телятників;
- достатній дорожній просвіт за високої стійкості агрегату до перекидання;
- простота конструкції, надійність і довговічність.

Якщо агрегат відповідає вказаним вимогам, вибір можна вважати правильним.

Список використаних джерел

1. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва. Київ : Кондор, 2018. 396 с.
2. Хмельовський В.С., Ачкєвич О.М. Дослідження процесу приготування високоенергетичної кормової суміші для ВРХ. Науковий вісник НУБіП України. Серія: техніка та енергетика АПК, 217. С. 26-28.
3. Хмельовський В.С., Потапова С.Є. Технологічні та технічні передумови приготування якісної кормосуміші для ВРХ. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. Вип. 18. Т. 2. С. 248-257.

УДК 631.363.2

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА НАПУВАННЯ КОНЕЙ НА ФЕРМІ

О. О.ЗАБОЛОТЬКО, к.т.н., доцент

Н. В. БУРЛАКА, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zabolotko@nubip.edu.ua

Оригінальна натуральна їжа для коней – це трава, овес і сіно. Вода чиста з природних джерел. Однак у сучасних умовах коні живуть доволі у неприродному середовищі й, таким чином, люди замінюють роль природи. Тому вибір правильної води та їжі – як за якістю, так і за експлуатаційними показниками обладнання – відповідальне завдання. Кінь споживає в середньому 20-50 літрів на день, залежно від пори року, температури та віку тварини. Ця кількість становить приблизно 5% її живої маси.

Сучасні системи, за якими утримують коней є табунна, стаєнна та змішана. Табунна система, коли коней утримують в умовах, які за змогою наближені до природних. Стаєнна система – коней утримують у стайнях, які спеціально облаштовані для цього з відповідними комплектами машин та обладнання. Змішана система утримання передбачає поєднання двох попередніх систем утримання. Коли надворі – тепло, коні перебувають просто неба, а вже взимку їх утримують у стайні. Змішана система найкраще підходить для ферм, де значна кількість тварин.

Наявність чистої води сприяє здоров'ю коней і дає високі результати при утриманні та відтворенні. Технологічні лінії водопостачання та напування, які доставляють воду до поїлок та самі напувалки, під час експлуатації не мають прозорості і не дають можливості побачити, що відбувається всередині системи. Це вказує на те, що якість води впливає на експлуатаційну ефективність водопровідних ліній та напувалок. Якість води може змінюватися

на протязі року, забруднювати систему та створювати сприятливі умови розвитку колоній мікробів, що негативно впливає на здоров'я коней.

Аналіз літературних джерел [1-2] показує що вода для людини та тварин повинна проходити попередню підготовку, система водопостачання і напувалки під час експлуатації треба проводити обслуговування та очищення.

Для очищення системи напування та забезпечення коней якісною питною водою в першу чергу треба зробити аналіз води на наявність у ній мінералів: кальцій, марганець та магній. Для числового вираження жорсткості води вказують концентрацію в ній катіонів кальцію та магнію (градуси жорсткості).

Твердість природної води коливається в широких межах; вона неоднакова в різних природних водах, в одному і тому ж водному об'єкті величина її змінюється за порами року. В поверхневих водах їхня твердість сягає найбільших величин наприкінці зими, найменших – у період повені. В поверхневих водах зазвичай переважає карбонатна жорсткість (70-80 % від загальної). Магнієва жорсткість води зрідка перевищує 30 % від загальної.

Загалом регулюють якість питної води, прийнято такі нормативи показників жорсткості питної води за державними стандартами [3]:

- вода водопровідна – до 6,5 ммоль/дм³ (в окремих випадках з дозволу санітарних служб – до 10 ммоль/дм³);
- вода колодязів і каптажів джерел – до 10 ммоль/дм³;
- вода фасована, з пунктів розливу та з питних бюветів – 7 ммоль/дм³.

Воду з жорсткістю, меншою від 4 ммоль/дм³, вважають м'якою, від 4 до 8 ммоль/дм³ – середньої твердості, від 8 до 12 ммоль/дм³ – тверда, понад 12 ммоль/дм³ – дуже тверда.

Якщо вода містить більше 9 ммоль/дм³ кальцію і магнію в сумі, або 0,005 ммоль/дм³ марганцю, програму очищення потрібно включити видалення осаду за допомогою відповідних препаратів або застосування кислотних розчинників. Ці продукти сприяють розчиненню мінеральних відкладень у лініях напування та їх конструктивних елементів, добре знищить біоплівку та слизові оболонки, мінеральні відкладення в системі.

Для цього використовують вузли системи з дозуючими пристроями компонентів для очищення - дозатори. Більшість дозаторів дозволяють змінювати концентрацію в межах від 8 до 1,6% вихідної речовини.

Після миття, обробки, промивання системи та включення водопостачання, вода, що подається, повинна бути свіжою і обробленою хлором. Водопровідні труби, що подають зі джерела воду, слід також обробляти між сезонами. При цьому їх потрібно обробляти таким чином, щоб розчин з цих труб не потрапляв у труби, розташовані всередині приміщення для тварин. Останнє – це промивка системи чистою водою.

Підтримання чистоти системи напування є профілактичним заходом. Після закінчення очищення системи напування, важливо підтримувати її чистоту. Необхідно розробити програму щоденного очищення системи напування. Оптимальна програма очищення повинна включати введення у воду як засобу дезінфекції, так і кислоти.

Отже, для забезпечення ефективності технологічної лінії з водопостачання та напування проводити сезонні роботи з очищення системи та обладнання.

Список використаних джерел

1. Кримец Г. Вплив жорсткості води на організм людини //Електронний ресурс / <https://himanaliz.ua/uk/vpliv-zhorstkoj-vodi-na-organizm-lyudin/>.
2. Жорстка вода та здоров'я //Електронний ресурс / <https://akvantis.com.ua/stati-i-obzory/zhestkaya-voda-i-zdorove-ua>.
3. Державні санітарні норми та правила «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10)], затверджені Мінохорони здоров'я України 12.05. 2010 р., уведені 16.07. 2010 р.

УДК 614.8:364

ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

О. І. ЄРЕМЕНКО, к.т.н., доцент

С. В. РАЗМАНОВ, студент бакалавратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Під час воєнного стану виникають додаткові небезпечні чинники щодо організації та виконання робіт підвищеної небезпеки на підприємствах, зокрема ймовірність знаходження на виробничих територіях вибухонебезпечних предметів; загрози наземних та повітряних обстрілів тощо. Також змінюються правила оформлення дозвільних документів, встановлення випадків виконання робіт без нарядів-допусків, ліквідації наслідків техногенних аварій.

Виконувати роботи на об'єктах підвищеної небезпеки, визначає Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III) [1]. Роботи підвищеної небезпеки стосовно їх організації поділяються на такі, що виконують: за нарядом-допуском; за розпорядженням; у порядку поточної експлуатації.

Аналіз небезпек підприємства фахівці з охорони праці проводять згідно з вимогами нормативної документації з врахуванням воєнного стану, рекомендаціями довідкової і науково-технічної літератури. Також аналізують аварії і аварійні ситуації, що відбувалися на підприємстві та аналогічних об'єктах. Під час аналізу доцільно визначати можливі аварійні ситуації, зокрема й малоймовірні, з катастрофічними наслідками, які можуть виникати на підприємстві з певним розвитком і наслідками.

Небезпечна подія починається, як правило, тоді, коли утворюється загроза виходу технологічного процесу з-під контролю і виникнення аварії,

наприклад, вибуху парових котлів при раптовому зникненні електропостачання. При цьому прораховують режимні параметри процесу (температура, тиск, агрегатний стан тощо) і стан обладнання, щоб уникнути настання й розвитку аварії.

У свою чергу, Державний нагляд (контроль) у сфері діяльності, пов'язаної з об'єктами підвищеної небезпеки та потенційно небезпечними об'єктами, з питань проведення ідентифікації і декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки здійснюють експерти Держпраці відповідно до покладених завдань (ст. 3 Закону) [1].

Територіальні державні адміністрації повинні проводити необхідні заходи, щоб запобігти аваріям і надзвичайним ситуаціям техногенного й природного характеру, обмежувати та ліквідувати їхні наслідки (ст. 6 Закону) [1].

На підприємствах (об'єктах) мають вжити такі організаційні заходи:

- затвердити перелік робіт підвищеної небезпеки та оформляти їх нарядом, розпорядженням або документом порядку поточної експлуатації;
- призначити осіб, відповідальних за безпечне проведення робіт;
- підготуйте робочі місця та наглядати за їх виконанням та закінченням.

Організаційні та техніко-технологічні заходи на об'єктах мають затверджені наказом керівника Про організацію та проведення робіт підвищеної небезпеки [2].

На кожному підприємстві (об'єкті) повинні бути плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій. Такі документи мають за мету спланувати дії (взаємодію) персоналу підприємства, спецпідрозділів, центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування щодо локалізації і ліквідації аварій та пом'якшення наслідків. Плани мають охоплювати всі рівні розвитку аварії. Керівники підприємств визначають і затверджують перелік структурних виробничих підрозділів, для яких розробляються плани локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій [2]. Для забезпечення ефективних дій, пов'язаних з аварією на всіх рівнях її розвитку, наказом керівника створюють штаб, основними функціями якого є:

- збір і реєстрація інформації про хід розвитку та ліквідації аварії;
- прийняття рішення оперативних дій у зоні аварії і поза її межами;
- координаційні дії підприємства, залучених підрозділів і служб.

Загальне керівництво роботою штабу здійснює відповідальний керівник робіт щодо локалізації та ліквідації аварій [2].

У виняткових випадках короточасні роботи з усунення несправностей устаткування, які можуть призвести до аварії, допускається виконувати без наряду — за розпорядженням. У разі аварій зварювальні та інші вогневі роботи можна виконувати без наряду-допуску, але обов'язково під безпосереднім наглядом керівника підрозділу або іншого відповідального інженерно-технічного працівника.

За необхідності ліквідувати (локалізувати) аварію на території підприємства, яка виникла внаслідок воєнних (бойових) дій, роботи з ліквідації

аварій дозволяється виконувати без наряду-допуску – тільки до моменту усунення прямої загрози життю людей і руйнування обладнання.

Територіальні органи Держпраці у період воєнного стану продовжують реєструвати декларації, видавати дозволи та надавати інші адміністративні послуги.

На сьогодні в електронному вигляді на Порталі електронних сервісів Мінекономіки <https://my.gov.ua/> доступні послуги:

- реєстрація декларації відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з охорони праці;
- видача ліцензії на виробництво вибухових матеріалів промислового призначення;
- реєстрація великотоннажних транспортних засобів та інших технологічних транспортних засобів.

25 березня 2022 року набрала чинності постанова Кабінету Міністрів України [3]. Згідно з цією постановою:

1. На період дії воєнного стану машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки, що зазначені у пунктах 2—9 групи А переліку машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 03.02.2021 № 77, експлуатуйте (застосовуйте) на підставі декларації відповідності матеріально-технічної бази (МТБ) вимогам законодавства з питань охорони праці.

2. На період дії воєнного стану види робіт підвищеної небезпеки, що зазначені у пунктах 4, 7–9, 11–21, 23–27, 29 і 30 групи А додатку 2 до Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 26.10.2011 № 1107, виконуйте на підставі декларації відповідності МТБ вимогам законодавства з питань охорони праці.

3. Суб'єкти господарювання, які набули право на експлуатацію машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки та/або виконання робіт підвищеної небезпеки на підставі декларації відповідності МТБ вимогам законодавства з питань охорони праці з урахуванням підпунктів 1 і 2, не пізніше ніж за місяць після припинення чи скасування воєнного стану повинні отримати відповідні дозвільні документи в порядку, строки та на умовах, що передбачає законодавство.

4. Строк дії документів дозвільного характеру на експлуатацію машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки та на виконання робіт підвищеної небезпеки, який закінчився в період дії воєнного стану, автоматично продовжується на період дії воєнного стану і протягом одного місяця після його припинення чи скасування.

Отже, під час воєнного стану на підприємствах (об'єктах), де виконуються роботи підвищеної небезпеки, існує значна ймовірність виникнення аварійних ситуацій. Тому необхідно ретельно проводити аналіз

небезпек підприємства, розробити необхідну документацію та План дій у разі аварійної ситуації [2].

Список використаних джерел

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 № 2245-III). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2245-14#>
2. Адамович В. Як організувати роботи з підвищеною небезпекою під час воєнного стану. *Експертус Охорона праці*. Київ: Цифрове видання, 2023. <https://op.expertus.com.ua/recommendations/6152>.
3. Постанова КМ України «Деякі питання виконання робіт підвищеної небезпеки та експлуатації (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки на період дії воєнного стану» від 24.03.2022, № 357. <https://op.expertus.com.ua/laws/15714>

УДК 621.313.1

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРІВ

О. І. ЄРЕМЕНКО, к.т.н., доцент

А. С. МАНЗУРЕНКО, студентка бакалавратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В умовах воєнного стану та ймовірності пошкодження об'єктів критичної інфраструктури у теперішній час постали питання нестачі електроенергії. Електричні генератори поділяють на побутові (3-10 кВт) та промислові (0,1-5 МВт). Більшість генераторів працює на бензині чи дизельному пальному. Також слід враховувати, що електрика з мережі електропостачання коштує близько 5 грн за кВт-год, то від генераторів – 20-25 грн за кВт-год [1].

Генератор – це електротехнічний пристрій, який перетворює енергію механічного руху на енергію електричного струму. Це основне альтернативне джерело електроенергії для підприємств і житлового сектору під час аварійних відключень. Щоб генератор приніс користь, а не шкоду, потрібно дотримуватися правил його безпечної експлуатації [2].

Генератори відрізняються розмірами, потужністю, типом електричного струму, видом палива. Найбільш поширені – бензинові та дизельні. Зустрічаються також газові, комбіновані, цифрові [2].

Види генераторів:

- мобільні генератори можуть працювати на бензині, дизельному пальному і природному газі. Бензинові генератори мають низькі ККД (18-20%) і моторесурс (до 4 тис год). Їх основна перевага – відносно низька вартість. Такі характеристики обмежують їх використання тільки в невеликій потужності (3-10 кВт).

- дизельні генератори мають вищі ККД (до 40%) і моторесурс (до 40 тис год). Ціни на дизельні генератори на 20-40% вищі, ніж на бензинові з такою ж потужністю. Це основний вид мобільних генераторів потужністю 0,1-5 МВт.

- газові генератори мають високі ККД (30-40%) і моторесурс (до 40 тис год). Ціни на них співставні з цінами на дизельні генератори такої ж потужності. Крім того, газ екологічний і, як правило, дешевший за бензин та дизпальне [1].

У багатьох випадках тепло від встановлених генераторів не використовується, а скидається в атмосферу, що суттєво знижує ефективність їх використання. Виникає питання: яка буде доля цих генераторів після завершення воєнного стану і відновлення стабільного централізованого енергопостачання?

Прогнозую, що вони будуть зупинені через економічну та екологічну неконкурентність їх експлуатації. Відповідно, інвестиції, які робляться в їх придбання, залишаться некупленими та неефективними [1].

Найбільш доцільним видається будівництво газопоршневих електростанцій потужністю 0,5-2 МВт на базі котелень централізованого теплопостачання. Саме такі генератори має низку переваг.

Генератори на газовому паливі значно рентабельніші, ніж на дизельному. До таких котелень підведений газ, і там є трансформатори достатньої потужності, через які вироблену електроенергію можна подати в енергосистему. В цих котельнях генератори можуть працювати значну частину року в когенераційному режимі, виробляючи і електричну, і теплову енергію, що підвищує їх загальну ефективність до 85% [1].

Такі котельні є об'єктами критичної інфраструктури, і розташування там автономної генерації сприятиме їх енергетичній стійкості в умовах війни. Розміщення газової генерації потребуватиме менше місця, оскільки не вимагатиме місця для зберігання дизельного пального.

Газ є більш екологічним паливом, ніж дизпальне. Такі об'єкти будуть затребувані і в післявоєнний період. Вони будуть працювати як маневрена генерація, якої в енергосистемі України критично не вистачає [1].

Безпечна експлуатація генераторів (автономних електростанцій) урегульована такими нормативними документами [2]:

- Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.1998 № 4;

- Правила улаштування електроустановок, затверджені наказом Міненерговугілля від 21.07.2017, № 476;

- Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, затверджені наказом Мінпаливенерго від 25.07.2006, № 258.

Вимоги цих документів поширюються на автономні стаціонарні й пересувні джерела електричної енергії, як-от дизельні, бензинові, газотурбінні та інші електростанції одиничною потужністю до 1000 кВт, що використовуються як основні або резервні джерела живлення струмоприймачів

споживачів, але не працюють паралельно з електромережею електропередавальної організації.

Перед введенням в експлуатацію генератора споживач повинен розробити та узгодити з електропередавальною організацією [2]:

- інструкцію про порядок включення генератора в роботу;
- положення про взаємовідносини з електропередавальною організацією,

що включатиме розділ «Оперативне керування».

На кожний генератор потрібно встановити регламент технічного обслуговування її обладнання, технологію і періодичність регламентних робіт. Регламент технічного обслуговування повинен передбачати [2]:

- візуальний огляд обладнання;
- контроль кріплення обладнання і вузлів;
- перевірку справності систем автоматики, захистів і діагностики (зокрема тестування), стану засобів вимірювальної техніки;
- проведення спеціальних вимірів, перевірок, регулювання і змащення вузлів;
- облік окремих деталей, що вичерпали ресурс;
- заміну масла, деталей чи вузлів, зношених у процесі експлуатації;
- відновлення лакофарбових покриттів у разі їхнього пошкодження;
- перевірку й випробування електрообладнання [2].

Для того щоб організувати безпечну роботу генератора, дотримуйте умов щодо місця та способу розміщення цих пристроїв. Встановлюйте генератор на фундаменті у вигляді бетонного майданчика товщиною не менше ніж 15 см і площею трохи більшою за габарити каркасу генератора. Розмістіть генератор усередині спеціально відведеного приміщення, якщо є така змога. Воно має відповідати таким вимогам:

- висота – щонайменше 2,5 м; ширина проходів з обох боків установки – щонайменше 1,5 м;
- наявність систем вентиляції та освітлення; двері в приміщення повинні відчинятися назовні.

Найбільш оптимальні умови для роботи генераторів:

- вологість повітря — до 98%;
- температура: стаціонарні — +8...+40 °С; пересувні — від -50 до +50 °С.

Існує небезпека випадкового вмикання двигуна. Тому перед ремонтом або під час заправлення вимикайте свічку запалювання. Для цього від'єднайте її дріт. Регулярно чистіть та за необхідності замінюйте паливні, повітряні фільтри та свічки запалювання [2].

Заборонено самостійно вносити зміни в конструкцію та технічний пристрій генератора, проводити модифікацію та вдосконалювати агрегат без попередніх консультацій та рекомендацій фахівців.

Деталі двигуна сильно нагріваються. Не торкайтеся електрогенератора, який працює. Це може спричинити опік. Не торкайтеся мокрого генератора або

пристроїв, підключених до нього - це може призвести до ураження електричним струмом [2].

Таким чином, застосування електрогенераторів за соціально-промисловою необхідністю вирішує проблему енергопостачання під час воєнного стану і створює умови для їх рентабельної експлуатації у повоєнний період, підвищуючи гнучкість енергосистеми і відриваючи шлях до її декарбонізації.

Список використаних джерел

1. Гелетуха Г. Які генератори потрібні Україні. *Економічна правда*, від 10.01.2023. <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/01/10/695794/>
2. Довмантович О. Як безпечно експлуатувати генератори електричної енергії. Всеукраїнський конгрес з питань охорони праці – 2023. D:\person\27-dovmantovich3

УДК 631.3:636

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАТОЧУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

В. І. РЕБЕНКО, к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Станки для заточування ріжучих елементів стригальних машинок є надійною продукцією, яка розроблена з урахуванням усіх сучасних інженерних технологій. Ці вироби забезпечені сучасними електричними двигунами, частинами та деталями для його довгострокової та безперебійної роботи. Проте, дуже важливо регулярно проводити нескладні роботи з технічного обслуговування.

Комплекс робіт з технічного обслуговування станка:

- здійснить зовнішній огляд виробу з метою виявлення несправностей та пошкоджень, у разі виявлення – усуньте причини несправностей;
- перевірте і за необхідності підтягніть всі кріпильні елементи станка;
- перевірте стан клавіші «Увімкнення/Вимкнення», мережевого кабелю та силових вилок;
- перевірте стан захисного кожуха заточувального диска і пластикового захисту;
- перевірте стан заточувального диска;
- видаліть з корпусу виробу пил та бруд;
- очистити вентиляційні отвори на корпусі виробу.

Очищати корпус виробу потрібно м'якою серветкою. Не можна допускати попадання вологи, пилу та бруду, а також стружки у вентиляційні отвори корпусу електричного двигуна. Якщо на корпусі присутні складні плями,

видалить їх за допомогою м'якої серветки, яка попередньо була змочена в мильному розчині або в спеціальному мийному засобі. У процесі очищення виробу не рекомендується використовувати абразивні матеріали, різні розчинники, аміачну воду, бензин, спирт, які можуть нанести шкоду корпусу виробу. Видаляти пил та бруд з металевих частин виробу, а також у важкодоступних місцях необхідно щіточкою.

Якщо заточувальний диск пошкоджений або занадто зношений, необхідно негайно його замінити.

Зберігати станок в одному приміщенні з горючими речовинами, кислотами, лугами, мінеральними добривами та іншими агресивними речовинами забороняється.

Періодична перевірка і технічне обслуговування проводяться після закінчення гарантійного строку виробу, а потім не рідше одного разу на 6 місяців.

Періодична перевірка та технічне обслуговування включає в себе: перевірку стану корпусних деталей; перевірку опору ізоляції; перевірку стану колектора якоря; перевірку ступеня зносу деталей виробу.

Після закінчення строку служби можливе використання виробу за призначенням, якщо його стан відповідає вимогам безпеки і виріб не втратив своїх функціональних властивостей.

Секція 5 «Конструювання машин і обладнання»

УДК 631.333

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРґАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,
Ю. І. МІСАН студент магістратури
НУБІП УКРАЇНИ
О. В. АДАМЧУК к.т.н.,
ІМА АПВ НААН

Врожайність зернових культур, що вирощуються по інтенсивній технології, залежить від якості розподілу мінеральних добрив по поверхні ґрунту як при основному внесенні, так і при підживленні посівів.

Машини для внесення мінеральних добрив з відцентровими робочими органами не забезпечують необхідної рівномірності внесення ($\pm 25\%$), в умовах виробництва вона досягає $\pm 40-50\%$. Тому в США, Німеччині, Франції і інших розвинутих європейських країнах, для внесення твердих мінеральних добрив, використовують машини, обладнані замість відцентрових, штанговими розподільно-розсівальними робочими органами з конструктивною шириною, що рівна робочій ширині захвату (8-18 м) (2).

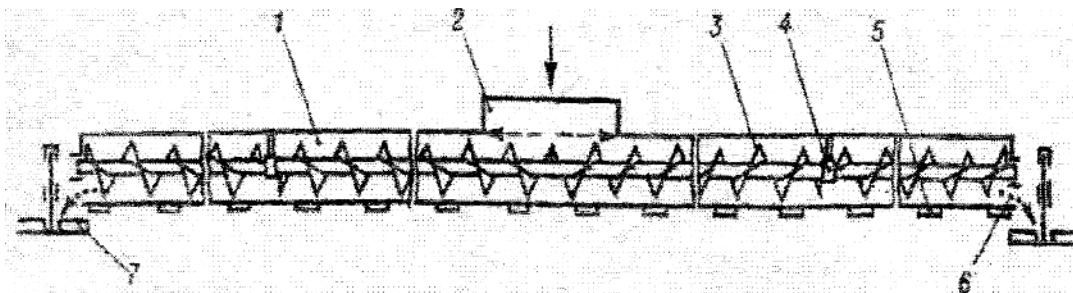


Рис. 1. Схема шнекової приставки: 1 - жолоб; 2 - завантажувальна горловина; 3 - подавальний гвинт, 4 - проміжна підвісна опора; 5 - висівний апарат; 6 - випускне вікно; 7 - додатковий розсіювальний диск.

Подача туків:

- ← - з бункера
- ← - - - до висівних апаратів
- ← - ····· надлишків

В даний час ведуться роботи з створення машин такого типу і в нашій країні. Досвід використання випущеної партії перших таких машин (РУМ-5-03) показав, що вони задовільно працювали тільки на гранульованих добривах високої кондиції, тому не знайшли застосування у господарствах. Значно простіше вирішується ця задача не створенням складної спеціалізованої техніки, а оснащенням наявних в сільськогосподарському виробництві машин шнековими приставками (1). Технологічна схема такої приставки приведена

на рис. 1. У процесі її роботи добрива надходять з бункера через завантажувальну горловину 2 на подаючі гвинти 3, що розподіляють їх по ширині захвату. Основна частина добрив, що транспортується по жолобу 1, висівається з нього гравітаційними апаратами 5 відповідно до норми висіву. Добрива, що не висіваються, (включають грудки, залишки мішкотари і інші сторонні предмети) подаються через вікна 6, де висіваються додатковим дисковим робочим органом 7.

В шнековій приставці на якість висіву добрив істотно впливають умови подачі добрив до апаратів. Гвинт переміщує добрива над висівними апаратами порціями, розмір яких зменшується в міру наближення добрив до периферійних кінців приставки. В процесі одного оберту гвинта периферійні апарати будуть оголенні більш тривалий час, ніж центральні. Тобто має місце недостатність живильних периферійних висівних апаратів, яка призводить до зниження їх подачі. Усунути цей недолік можна шляхом створення над ними запасу добрив за рахунок збільшення пасивної зони (зазору) між зовнішньою кромкою гвинта і апаратами. Причому найбільш ефективним це рішення буде при виконанні вирізів в гвинтовій поверхні над кожним висівним вікном. Проте, при такій конструкції гвинта насипна щільність прошарків добрив (запасу), сформована над різними висівними апаратами, після проходження гвинтової поверхні з вирізом нижнього положення буде неоднакова із-за розходження умов їх формування. Це означає, що при формуванні прошарку, добрива в зоні висівних апаратів потрібно розпушувати. Конструктивно забезпечити такі вимоги найбільш легко шляхом встановлення по довжині вирізів в гвинтовій поверхні розпушувальних стрічок, що утворюють разом з ними стабілізуючі вікна (рис. 2).

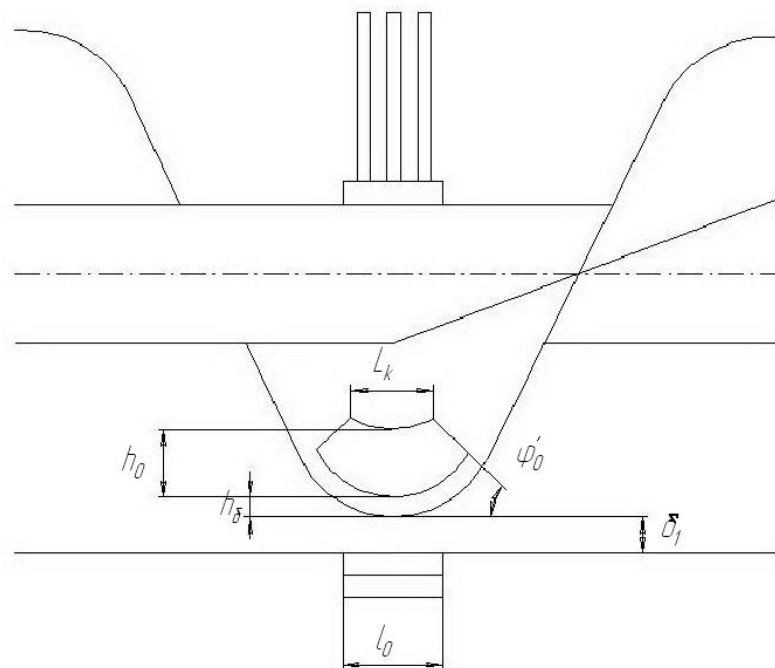


Рис. 2. Схема частини приставки в зоні висівного апарату

В шнекових приставках подача добрив від гвинта до висівних апаратів здійснюється гравітаційним способом через живильні вікна. Однакових масовий витрат живлення для всіх висівних апаратів можливо досягти за умови, що тиск добрив в жолобі, на вказані апарати буде постійним. Досягти цього ($\sigma_v = \text{const}$) можна забезпечивши більшу висоту прошарку добрив над апаратами, ніж критична, протягом всього часу живлення. Тобто висоту, наступне збільшення якої не буде викликати збільшення вертикального тиску σ_v .

Висновки

1. Устаткування серійних машин для поверхневого внесення добрив шнековими приставками дозволяє знизити нерівномірність внесення однокомпонентних видів добрив і їх сумішок. Виконання в гвинтовій поверхні стабілізуючих вікон виключає пульсуючий характер висіву добрив і живильну недостатність периферійних висівних органів.

2. Шнекові розсіювальні робочі органи машин для внесення туків менш вимогливі до якості добрив, порівняно з іншими видами робочих органів, що забезпечується руйнацією грудок туків шнеком. Крім того, вони добре вписуються в технологічну схему відцентрового розкидача, і є доцільним шнекову висівно-розподільну систему виготовляти, як змінний агрегат (приставку) до відцентрового розкидача.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.

2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

УДК 62-523.6

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕПЛОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ

М. О. СПОДОБА, Ph.D

О. О. СПОДОБА, Ph.D

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: spmisha@ukr.net

Системи підігріву зустрічаються у різноманітних технологічних процесах від металургії до систем альтернативної енергетики (біогазові реактори). З метою зменшення витрат енергії на нагрівання та перемішування речовини у

реакторі розроблено електротепломеханічну систему. Електротепломеханічна система – це поєднання механічного лопатевого змішуючого пристрою із системою електричного підігріву (Рис. 1).



Рис. 1. Електротепломеханічна система

Дана система запропонована для використання у реакторах та направлена на заміну класичної системи електричного підігріву. Під класичною системою електричного нагріву реакторів розуміється система, при якій електричний нагрівальний кабель розміщується на стінці реактора та ізольований шаром утеплювального матеріалу.

Проведені теоретичні та практичні дослідження [1-4] вказують, що у порівнянні з класичною системою електричного підігріву реакторів використання електротепломеханічної системи забезпечує економію енергії в середньому на 18 % для реактора об'ємом 40 літрів. Користування розробленою електротепломеханічною системою для біогазових реакторів має ряд переваг, а саме: економія електричної енергії за рахунок скорочення часу роботи

перемішуючого пристрою та електричних нагрівачів; рівномірність розповсюдження теплових потоків по об'єму речовини у реакторі [1-3]. Скорочення часу роботи досягається за рахунок покращення примусової конвекції.

Список використаних джерел

1. M. Zablodskiy, M. Spodoba O. Spodoba, "Experimental investigation of energy consumption for the process of initial heating of a substrate to the fermentation temperature", *Problemele energeticii regionale*, no. 1, pp. 83-96, 2022. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.1-53.07>
2. Сподоба М. О., Заблодський М. М. Залежність енергетичних витрат від типу використаної механічної мішалки у біогазовому реакторі. Електротехніка та електроенергетика. Запоріжжя, 2021. Випуск 1. 26-33 с. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2021-1-3>
3. Заблодський М. М., Сподоба М. О., Сподоба О. О. Експериментальне дослідження витрати енергії на процес початкового нагріву субстрату за використання електротепломеханічної системи. Електротехніка та електроенергетика. Запоріжжя, 2022. Випуск 1. 49–59 с. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2022-1-5>

4. Spodoba, M.O., Zablodskiy, M.M., Radko, I.P. (2019). Osnovni skladovi metodologii pobudovi zaglibnogo elektromekhanichnogo peretvoryuvacha dlya biogazovikh kompleksiv. V Mizhnarodna naukovo-praktichna konferentsiya prisvyachena pam'yati profesora Viktora Mikhaylovicha Sinkova «Problemi ta perspektivi rozvitku energetiki. Elektro tekhnologiy ta avtomatiki v APK», Kyiv, NUBiP.

УДК 631.333

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛЬНО-ДОЗУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ МАШИН ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

В. В. РАТУШНИЙ с.н.с., к.т.н,
ІМА АПВ НААН України

В. Б. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,

Б. В. ОНИЩЕНКО доцент, к.т.н.,

Н. А. ГАРАЩУК студент магістратури
НУБІП УКРАЇНИ

При аналізі можливих варіантів конструктивного виконання розподільчих робочих органів виявлено, що рівномірність розподілення добрив можна покращити за рахунок застосування розподільчих робочих органів від центрового типу, обертовий розподільник з виконаними в його бічній поверхні випускними отворами [1,2].

Запропонований робочий орган включає в себе корпус 2, в основі якого знаходяться рівномірно по окружності прийомні горловини відвідних патрубків 10. В корпусі 2 встановлений обертовий розподільник 13, виконаний у вигляді стакана, дном якого являється центральна частина диска 4, далі розміщений привод 7. Над впускним вікном 1 розподільника знаходяться туконаправляч 14, з'єднаний з дозуючим пристроєм 15 бункера 16. У точці з'єднання розподільника з диском по окружності розроблені випускні отвори 3 і 12.

Прийомні горловини відвідних патрубків 10 являються одночасно завантажувальними горловинами ежекторів 9, пов'язаними внутрішніми кінцями з пневмоканалами 8, а зовнішніми – з каналами 11 транспортуючого робочого органу. Пневмоканали з'єднані через розподільник повітря 5 з пневмоприводом 6 та з джерелом стиснутого повітря [1,2].

Установка працює наступним чином. Добрива з бункера 16 подаються дозуючим пристроєм 15 через туконаправляч 14 до впускного вікна 1 розподільника 13. Після чого гранули добрив під дією відцентрових сил розганяються та направляються до випускного вікна 3 і 12, пройшовши які

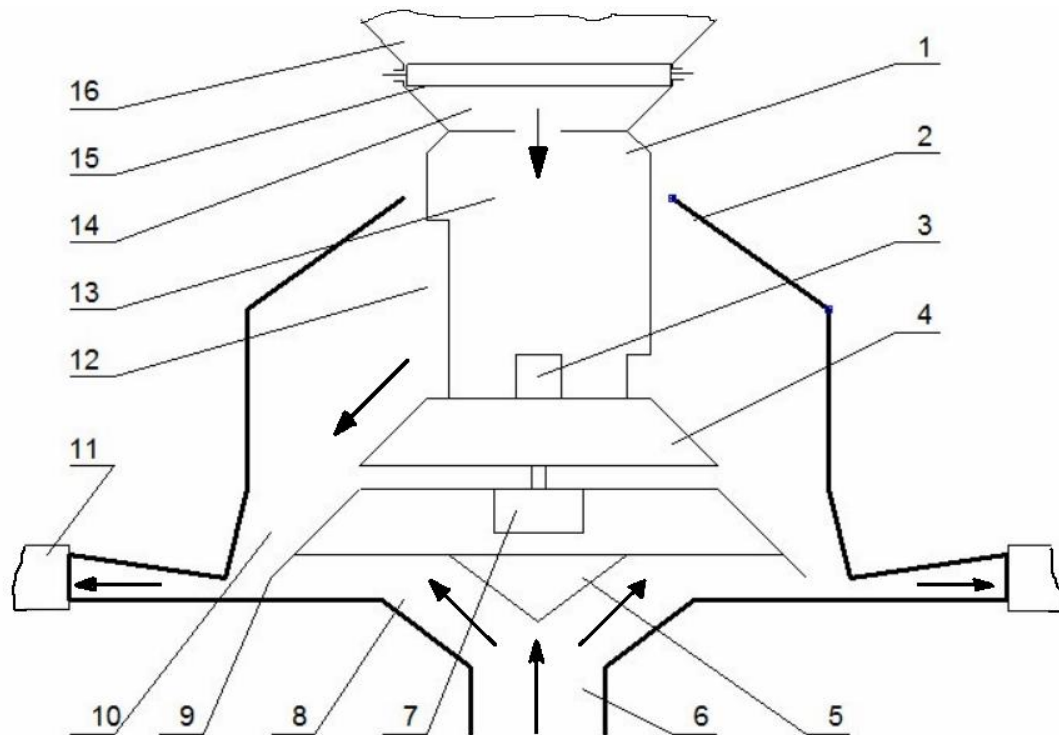


Рис. Схема відцентрового розподільчого органу

1- впускне вікно ; 2 - корпус; 3 ,12 –випускні вікна ; 4- диск; 5 - розподільник повітряного потоку; 6 - пневматичний привод ; 7 – привод розподільника ; 8 – пневмоканали ; 9 – ежектори ; 10 – прийомні горловини відвідних патрубків ; 11 - канали транспортуючого робочого органу ; 13 – розподільник ; 14 – туконаправитель ; 15 – дозуючий пристрій ; 16 – бункер.

добрива переміщуються на периферію диска і направляються до прийомних горловин відвідних патрубків [14]. В цей же час розділений розподільником 5 повітряний потік із пневмопривода 6 поступає по пневмоканалах 8 до ежекторів 9, де захоплює опинившись в завантажувальних горловинах гранули добрив і переміщує їх по каналах 11 транспортуючого робочого органу до місця внесення.

Висновки

Найбільш перспективним для використання в багатоканальних пневматичних висівних системах із загальним дозуванням мінеральних добрив є розподільні робочі органи активного типу, які забезпечують незалежне розподілення добрив і повітря з подальшим їх переміщенням по горизонтальним каналам транспортуючих робочих органів до місць внесення в ґрунт.

Проаналізувавши процес роботи запропонованої конструктивно – технологічної схеми розподільного робочого органу пристрою, для досягнення забезпечення якісних показників даного процесу, необхідно досліджувати його окремі елементи і обґрунтувати його конструктивні параметри і режими роботи [2].

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів // Техніка АПК.- 2000.-№3.- С.10-12.
2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ”, -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

420УДК 631.331

ПОЛІПШЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАПІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

О. П. ЗЕЛЕНСЬКИЙ, аспірант,
Харківський державний біотехнологічний університет,
ORCID:0000-0001-9819-9086,
E-mail: alexey2009mkh@gmail.com

Аналітичне дослідження енергетичних характеристик відцентрового радіального вентилятора (ВРВ) за допомогою програмних комплексів та пакетів CFD. Тривимірне моделювання перебігу повітряного потоку повітря в проточній частині вентилятора суттєво спрощують проектування та удосконалення пневматичної системи сівалки точного висіву. Використовуючи програмні комплекси ANSYS CFX та SOLIDWORKS було проведено численне моделювання газодинамічних процесів, які відбуваються у ВРВ, для отримання оптимальної конструкції. За допомогою цих комплексів досліджується робота ВРВ при проходженні через проточну частину ідеального, не стисливого середовища, з використанням моделі турбулентності $k - \varepsilon$, $k - \omega$, SST для тривимірної течії. За результатами аналізу досліджень були зроблені рекомендації, щодо удосконаленні конструкції пневматичної системи пневматичної системи сівалки точного висіву.

Розглядаючи пневматичну систему сівалки, важливим вузлом є вентилятор. Від того, який повний тиск він видає залежить успішність роботи всієї пневматичної системи. Метою роботи є дослідження процесу створення повного тиску P_v вентилятором у пневматичній системі сівалки, для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи пневматичної транспортної установки. Програмою дослідження передбачається розробка експериментальної дослідної установки та дослідження її роботи Рис.1. Такий стенд дозволяє знімати виміри параметрів для робочих колес (РК) ВРВ на різних режимах роботи. Вентилятором створюється тиск розрідження, що викликається передачею повітря енергії від робочого колеса (РК), яке обертається. Теоретичний повний тиск P_v , що розвивається вентилятором за

відсутності втрат, визначається за рівнянням Ейлера, що лежить в основі розрахунку всіх видів обертових лопаткових машин [0].

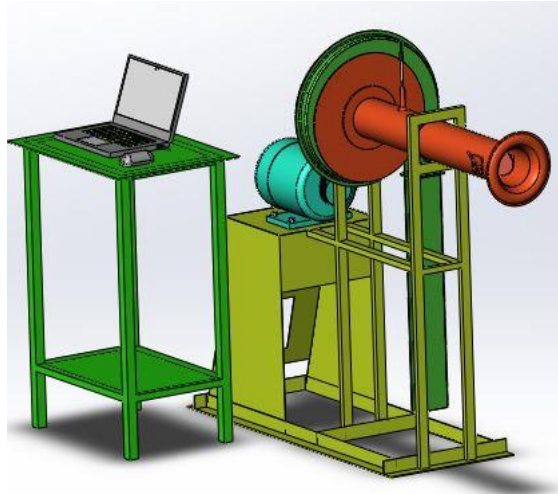


Рис.01 Стенд випробування моделі відцентрового радіального вентилятора.

Розглядаючи рівняння (1) було виявлено, що теоретичний тиск вентилятора

$$P_v = \rho(u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}) \quad (1)$$

залежить не тільки від щільності середовища (ρ – щільність повітря (газу), кг/м^3), а й від окружної швидкості (u_1 та u_2 м/с) та швидкості закручування потоку (c_{1u} та c_{2u} м/с).

Також виявилось, що збільшення величини теоретичного повного тиску P_v вентилятора, виходячи з рівняння (1), можливе в результаті, щоб другий член « $-u_1 c_{1u}$ » став позитивним та арифметичне значення c_{1u} збільшувалося [0]. Щоб цього досягти, в конструкцію потрібно вносити зміни, наприклад встановлення вхідного направляючого апарату (ВНА), який закручуватиме повітряний потік назустріч обертанню РК. Розглядаючи перший член рівняння (1), то при рівних діаметрах коліс та при однаковій окружній швидкості u_2 швидкість закручування c_{2u} у вентилятора з лопатками, загнутими вперед (РК з лопатками загнутими у бік обертання), завжди буде більше за величиною, ніж у вентилятора з лопатками, загнутими назад [0].

Отже, вентилятори з лопатками, загнутими вперед, будуть створювати більший тиск, ніж вентилятори з лопатками, загнутими назад. Для зменшення втрат при вході в РК необхідно згладити повітряний потік, а це досягається завдяки установці кокіля (пристрою, що забезпечує плавний, ненаголошений перехід повітряного потоку у вхідну частину РК). Значить створивши відцентровий радіальний вентилятор з лопатками загнутими вперед, вхідним направляючим апаратом та кокілем на вході дасть більший повний тиск P_v , а відповідно і статичний тиск P_{sv} . Що було доведено в ході математичного моделювання. Проведено регресійний аналіз ВРВ, в результаті чого, було

виведено рівняння регресії, що математично описують всі процеси, які відбуваються в середині вентилятора (4 факторні та 5 факторні експерименти).

$$\begin{aligned}\hat{Y} = & 11370,97 + 1780,91x_1 + 227,78x_2 + \\ & + 430,28x_3 + 490,34x_1x_2 - 399,66x_1x_3 + \\ & + 163,47x_1x_4,\end{aligned}\quad (2)$$

де $\hat{Y}$ – математичне очікування показника параметра оптимізації (тобто повний тиск P_v); x_1, x_2, x_3 , та x_4 – фактори процесу, що вивчається.

Фактори x_2 та x_3 виражають значення кута входу β_1 та кута виходу β_2 повітряного потоку, а відповідно впливають на значення c_{1u} і c_{2u} . Розглядаючи рівняння регресії, ми бачимо, що для збільшення $\hat{Y}$ необхідно збільшити $x_2 \rightarrow \beta_1$ та $x_3 \rightarrow \beta_2$. Т.е. рівняння (2) підтверджується рівнянням Ейлера (1) [0].

Такий підхід дав можливість на заданих значень факторів, передбачити значення відгуку та отримали можливість спроектувати колесо відцентрового радіального вентилятора. На основі отриманих даних було проведено вдосконалення моделі ВРВ із внесенням конструктивних змін (кут входу потоку, напрямок лопатки, опрацювання проточної частини, зменшення втрат). Як наслідок на основі представленої методики розрахунку газодинамічних параметрів з'являється можливість; оцінити характер перебігу повітря у проточній частині ВРВ; зробити висновки щодо форми та розмірів трубопроводів; оцінити якість проектування самого відцентрового колеса, тобто, кутів установки, розмірів, товщини та кількості лопаток, а також шуму та факторів безпеки [0]. Що в свою чергу дало можливість перейти до виготовлення експериментальної дослідної установки, яка дозволяє проводити знімання параметрів роботи ВРВ, для подальшого удосконалення пневматичної системи сівалки точного висіву. Отже, використовуючи програмні комплекси ANSYS CFX та SOLIDWORKS спрощує моделювання газодинамічних процесів, які відбуваються у ВРВ та на основі отриманих даних за результатами чисельного дослідження, з'являється розуміння, як поводить себе вентилятор у різних виконаннях при різних значеннях витрати повітря G_m . Такий підхід дає можливість наочно представити картину поведінки параметрів, що цікавлять нас, в проточній частині та вплив їх на різні вузли вентилятора та суттєво скоротити витрати на натурних експериментах.

Список використаних джерел

1. Anderson, J. D. Jr. (1995). Computational Fluid Dynamics: The Basics with Applications. New York: McGraw-Hill.
2. Schlichting H., Gersten K. Boundary-Layer Theory. Ninth Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2017-805 p.
3. Ing. Dr. techn. Back O. Ventilatoren entwurf und berechnung. Halle (Saale) 1955-362 p.
4. Fletcher, A. J. (1988). Computational techniques for Fluid Dynamics. New York: Springer-Verlag: Berlin.

УДК 629.359, 681.513.1

АНАЛІЗ ПАТЕНТНИХ ДОКУМЕНТІВ У ГАЛУЗІ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,

О. Ю. ЗАРІВНИЙ, аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, Alex-zar@ukr.net

В усіх сферах людської діяльності процес транспортування вантажів займає значних затрат часу і сил. Особливо багато людей задіяно при транспортуванні малогабаритних вантажів на складах та в кур'єрській службі. Тому розробка автоматичних пристроїв для транспортування малогабаритних вантажів покликана зменшити використання людської праці та полегшити її умови.

Було проведено аналіз патентних документів різних конструкцій таких пристроїв і можна поділити їх на два типи: стійкі та нестійкі пристрої. Перші не потребують додаткового втручання для стабілізації свого положення. Другі потребують постійного керуючого впливу для стабілізації свого положення в просторі.

Перший тип здебільшого представлений колісними платформами з чотирма чи більше колесами. Перевагою такої конструкції є її простота, стабільність і легкість в керуванні. Наприклад чотириколісний робот-кур'єр [1] має конструкцію візка з приводними колесами без амортизації та систему позиціонування в просторі. Він може вільно рухатись по тротуарам та пологим спускам, але погано долає перешкоди у вигляді бордюрів чи ям. Схожа концепція відображена у патенті [2], пристрій має низький центр ваги, що дозволяє перевозити значну вагу по складській закритій території, але використання приводних коліс, осі яких жорстко закріплені на рамі, для повороту зменшують стабільність пристрою в русі і спричиняють додаткові коливання. В патенті [3] представлено рухому чотириколісну платформу-кур'єра з поворотними колесами, які покращують маневреність. Робот призначений для доставки посилок та продуктів харчування в контейнері, який при відкриванні кришки піднімається для зменшення необхідності нахилитись щоб дістати його вміст. Для доставки їжі запропоновано пристрій [4], який має чотириколісний рушій з фіксованим положенням коліс, що в сукупності з їх малим розміром негативно впливають на ходові показники, такі як прохідність і маневреність, а встановлення сонячної панелі з приводом повороту до сонця не покращує якість виконання основного завдання – доставки їжі. В чотириколісному пристрої [5] осі коліс закріплені на шатунах, що дало змогу покращити прохідність та піднімати-опускати контейнери під'їжджаючи під

них. На відміну від колісних рушіїв застосування гусеничних [6] має наступні переваги: прохідність, можливість підніматись по сходам, висока стабільність та несуча здатність. Однак, такі пристрої мають низьку швидкість переміщення. Шестиколісні роботи кур'єри від Amazon [7] хоч і були широко застосовані в кур'єрській доставці по місту, але не позбавлені недоліків, наприклад жорстко закріплені осі коліс погіршують маневреність та стабільність робота в русі, відсутність м'якої підвіски для гасіння коливань в русі не дозволяє доставляти напої в стаканах чи їжу без спеціального пакування, також є проблема в доланні перешкод бордюрів, ям. Ще один шестиколісний робот-кур'єр [8] має високу стійку з полицями, яка знижує стійкість при його русі.

Другий тип – нестійкі пристрої для транспортування вантажів представлені зазвичай двоколісними роботами: сігвей [9], самокат [10], мотоцикл [11]. Перевагою конструкції сігвея є можливість транспортувати велику кількість матеріалів, в патенті [9] це реалізовано за допомогою збільшення висоти робота і встановленням поличок для товарів, але залишається проблема стабілізації такого пристрою в поперечній площині. Проблему поперечної стійкості вирішили в роботі [12] за рахунок заниження центру ваги, також великі колеса дозволяють долати невисокі перешкоди та бордюри при переміщенню по місту. Але це накладає обмеження по кількості вантажу, який транспортується і збільшує габарити самого пристрою. В патенті [13] запропоновано конструкцію сігвея в якому колеса розміщені на керованій підвісці, що дозволяє виконувати нахили робота в поперечній площині, тобто загалом стабілізувати положення робота у всіх напрямках. Це дозволяє робити робота вищим, долати перешкоди, збільшувати швидкість переміщення і поворотів. Цей самий підхід використано в конструкції робота для палетування Boston Dynamics [14], що в сукупності з маніпуляторами дозволяє піднімати переміщувати та складати коробки на палети. Схожий за принципом роботи пристрій [15], який має великі захвати для підйому та переміщення пластикових ящиків чи коробок.

Недоліком нестійких роботів є складність в проектуванні та створення оптимального керування, також при аварійних ситуаціях або при зникненні живлення цей робот втратить рівновагу і впаде.

На відміну від сігвеїв які мають поперечну стійкість, робот-самокат має повздовжню стійкість, а поперечну досягають за допомогою застосування різних механізмів балансування (гіроскопи [16], реактивні колеса [10]). Перевагою таких засобів в порівнянні з сігвеями та колісними платформами є менший профіль на дорозі, здатність розвивати більшу швидкість, також вони мають гарну повздовжню стійкість. Їхніми недоліками є погана поперечна стабільність в статичному стані. Останній недолік намагались виправити в роботі [17] за допомогою застосування поворотних коліс, але виявилось, що така конструкція не здатна зберігати стан рівноваги після бічного удару.

Список використаних джерел

1. Ali H. K.; H. Colin H.; J. Ario and other. Delivery robot. Patent USA No WO2020118306A2, 2020. (USA).
2. Zhao L. Outdoor movable cargo carrying robot. Patent PRC No CN113460558A, 2021. (PRC).
3. Min L.S. Delivery robot. Patent KR No WO2023149626A1, 2023. (KR).
4. Yemi Z.; X.; Wei Z. Unmanned delivery and meal delivery robot. Patent PRC No CN217533057U, 2022. (PRC).
5. Hoon C. J.; Min O. J.; Lee J. A. and other. Transporting Robot. Patent USA No US2023286344A1, 2023. (USA).
6. Hongjun N.; Chusen W.; Nansheng Z.; Shuaishuai L. and other. Multifunctional cargo loading, unloading and transporting device. Patent PRC No CN108394483A, 2018. (PRC).
7. Brett S. [US]; Andrew S. Energy absorbing means for an autonomous ground vehicle. Patent USA No US11104294B1, 2021. (USA).
8. NISHIMURA TAKASHI; OKAMOTO SATOSHI. Cargo delivery system. Patent JP No JP2021062942A, 2021. (JP).
9. Yangtuan C. Two-wheeled self-balancing transportation robot. Patent PRC No CN209176810U, 2019. (PRC).
10. Xiangwu L.; Ying W.; Zhongxi L. Mega16-based miniature two-wheeled motorcycle. Patent PRC No CN104192223A, 2014. (PRC).
11. Yafeng L.; Weijun W.; Gong Z. and other. Two-wheeled longitudinal self-balancing robot and control system. Patent PRC No CN106627894A, 2017. (PRC).
12. Jeffrey S.; Gregory L.; Nazareth E. and other. Two-wheeled vehicle having linear stabilization system. Patent USA No US11613325B2, 2023. (USA).
13. Dongkyu C. Robot and method for controlling robot. Patent KR No WO2023171974A1, 2023. (KR).
14. Neville N.; Blankespoor K.; Barry J. and other. Robot and method for palletizing boxes. Patent USA No WO2020197784A1, 2020. (USA).
15. Stilman M. Force balancing mobile robotic system. Patent KR No KR20110010796A, 2011. (KR).
16. Gen Y.; Bingqing L.; Gong Z.; Zhicheng H. and other. Two-wheeled non-coaxial self-balanced mobile robot. Patent PRC No CN109229260A, 2019. (PRC).
17. Lin Q.; Yang Y.; Li J.; Two-wheeled robot with multiple movement modes. Patent PRC No CN108454725A, 2018. (PRC).

УДК 629.359, 681.513.1

ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНИХ ЗА ШВИДКОДІЄЮ КЕРУВАНЬ МЕХАНІЗМОМ ПОВОРОТУ БАШТОВОГО КРАНА

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,

Я. С. ГУБАР, аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: romasevichyuriy@ukr.net, lovvs@ukr.net, yarik252@meta.ua

Баштові крани отримали широке використання у галузі промислового і цивільного будівництва. Для того, щоб забезпечити максимальну продуктивність роботи цих машин необхідно виконати оптимальне за швидкодією керування. Зокрема, таке керування передбачає усунення коливань вантажу на гнучкому підвісі при повороті крана. Таким чином, мета даної роботи полягає у побудові плану експериментальних досліджень оптимального за швидкодією керуванні моделі баштового крана. Дослідження досліджень використано фізичну модель системи баштового крана (рис. 1).

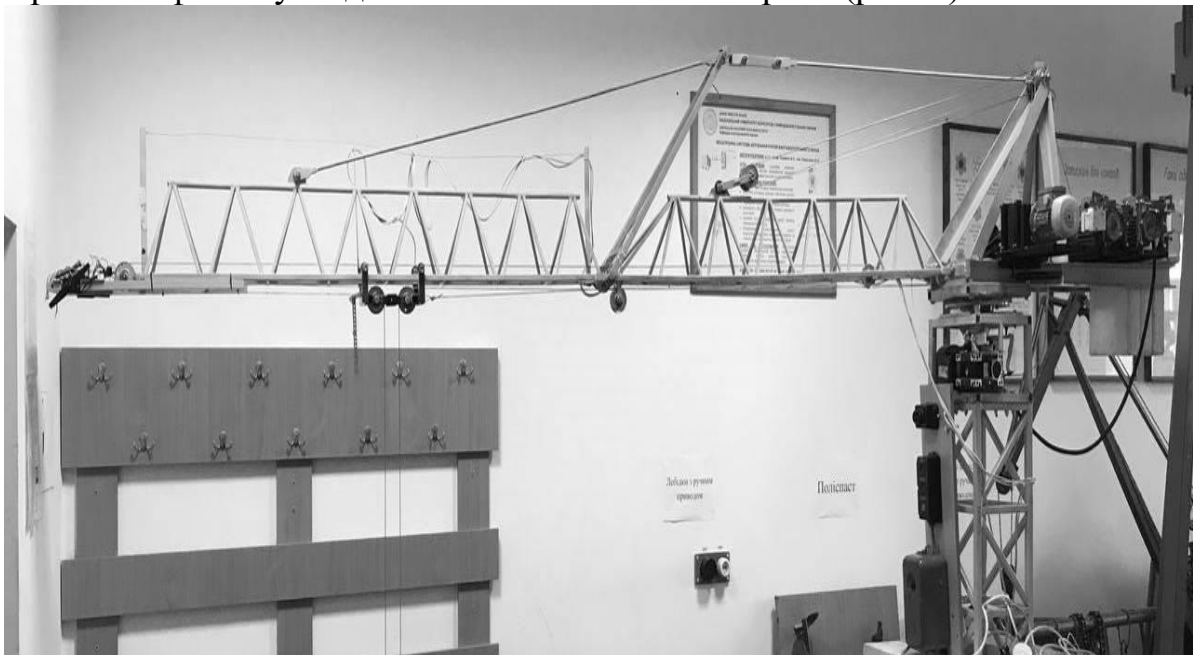


Рисунок 1 – Експериментальна лабораторна установка баштового крана

При дослідженні пропонується дослідити вплив вильоту стріли r , довжини гнучкого підвісу вантажу l та маси вантажу на гнучкому підвісі m_2 на динаміку повороту установки при оптимальному керуванні. Детальний план повнофакторних експериментів [1] занесено до таблиці 1.

Таблиця 1 – План повнофакторних експериментів динаміки повороту баштового крана із пропелерною тягою за оптимального за швидкодією керування

Фактор	Значення					
Виліт стріли, м	2,1			3,27		
Довжина гнучкого підвісу вантажу, м	1,2			2		
Маса вантажу, кг	10	25	40	10	25	40
Номер експерименту	1	2	3	4	5	6

Експерименти реалізовані із використанням розробленого коду в системі програмування ArduinoIDE [2] для керування механізмом повороту. Притримуючись плану експериментів, на виході отримаємо показники динаміки повороту установки (положення та швидкості стріли і вантажу) по кожному з шести варіантів з таблиці 1.

Список використаних джерел

1. Повний факторний експеримент. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82 [Доступ 12.02.2024]
2. Arduino. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Arduino> [Доступ 12.02.2024]

УДК 62-523.6

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВОГО ВИРОБНИЦТВА

М. О. СПОДОБА, Ph.D

О. О. СПОДОБА, Ph.D

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: spmisha@ukr.net

Сьогодні біогазові технології набувають все більшого поширення у різних країнах світу. Це пов'язано із розробкою та впровадженням з боку держави різних програм підтримки виробників та населення, яке використовує альтернативні джерела енергії. Саме біогазові реактори є найбільш екологічно та економічно вигідними рішеннями для отримання альтернативного палива у вигляді біогазу. Поряд з цим, анаеробне зброджування органічної сировини дозволяє знизити накопичення відходів. Проте, для ефективного анаеробного зброджування необхідно підігрівати речовину за попередньо встановленим температурним діапазоном. Проведені дослідження [1-3] вказують на

позитивний ефект від використання електротепломеханічної системи, що засвідчується зниженням витрат на підігрів.

Теплопередачу до речовини або об'єкта, що піддається нагріву можна описати наступним рівнянням:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T, \quad (1)$$

де Q – кількість теплової енергії необхідної на нагрів об'єкта, Дж; m – маса об'єкта, кг; ΔT – різниця між початковою температурою об'єкта та температурою нагріву, °C; c – питома теплоємність об'єкта, Дж/кг °C.

На сьогоднішній день найбільшого розповсюдження набули біогазові реактори виготовлені із бетону. Така конструкція забезпечує достатню міцність, довговічність, стійкість до корозії. Зустрічаються рішення пов'язані із використанням сталевих резервуарів для виробництва біогазових реакторів. Металевим реакторам властивий недолік пов'язаний з корозією стінок, що призводить до руйнування.

Провівши аналіз залежності (1) виявлено два шляхи для підвищення ефективності біогазового виробництва та зниження вартості біогазу. Перший – зниження маси біогазового реактора, що у відповідності знизить кількість теплоти на нагрів самого реактора. Другий – розробка новітніх або використання існуючих матеріалів, з найменшим значенням питомої теплоємності, для виготовлення біогазових реакторів.

Список використаних джерел

1. Zablodskiy, M.M., Spodoba, M.O. (2020). Improvement of the method for determining energy consumption in a biogas reactor. XII International Conference "Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials" ICEPOM-12, (June 01-05, 2020), Kamianets-Podilskyi, 311.

2. M. Zablodskiy, M. Spodoba O. Spodoba, "Experimental investigation of energy consumption for the process of initial heating of a substrate to the fermentation temperature", *Problemele energeticii regionale*, no. 1, pp. 83-96, 2022. <https://doi.org/10.52254/1857-0070.2022.1-53.07>

3. Заблодський М. М., Сподоба М. О., Сподоба О. О. Експериментальне дослідження витрати енергії на процес початкового нагріву субстрату за використання електротепломеханічної системи. Електротехніка та електроенергетика. Запоріжжя, 2022. Випуск 1. 49–59 с. <https://doi.org/10.15588/1607-6761-2022-1-5>

УДК 621.87

РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ

В. С. ЛОВЕЙКІН доктор технічних наук, професор
Ю. О. РОМАСЕВИЧ доктор технічних наук, професор
Р. А. КУЛЬПІН асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для ефективної практичної реалізації оптимальних параметрів та режиму руху стрічкового конвеєра, розроблено відповідний спеціальний алгоритм роботи системи оптимального керування, який представлено у вигляді блок-схеми на рис. 1.

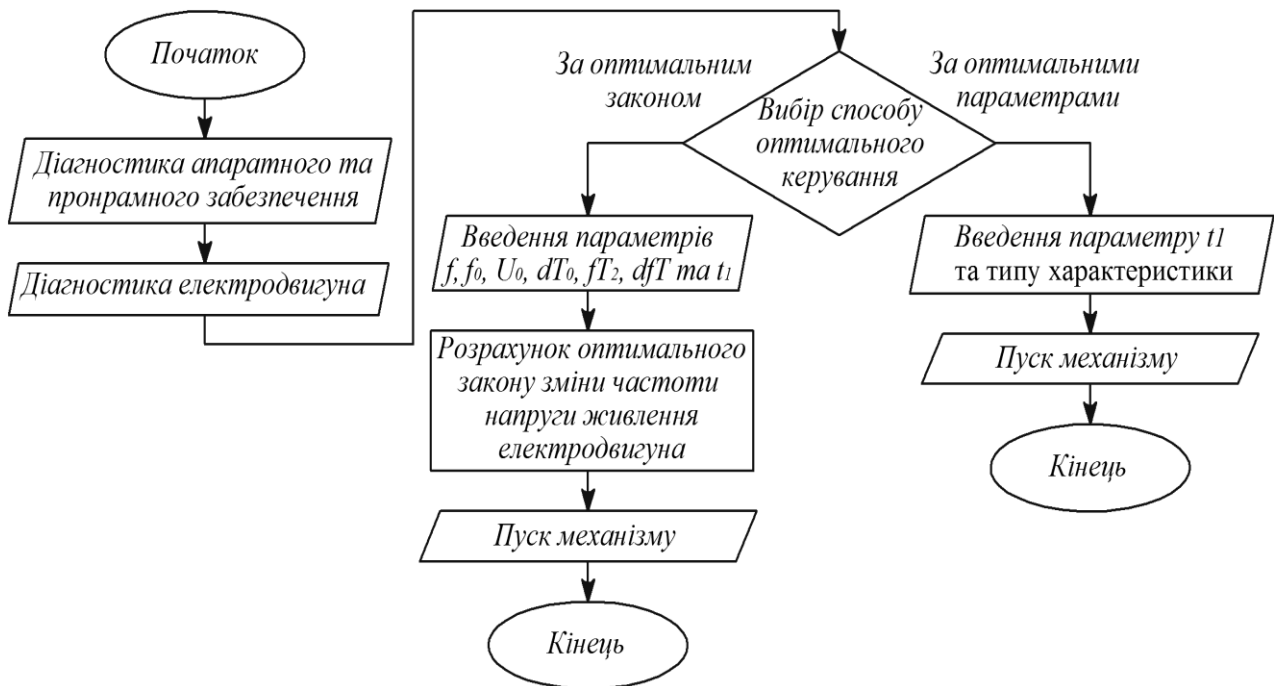


Рис. 1. Функціональна блок-схема алгоритму ефективної роботи системи оптимального керування стрічковим конвеєром

На початку роботи стрічкового конвеєра здійснюється діагностика апаратного та програмного забезпечення і електродвигуна приводу конвеєра. Надалі оператор стрічкового конвеєра обирає спосіб оптимального керування «За оптимальними параметрами» налаштування частотного перетворювача чи пристрою плавного пуску або «За оптимальним законом». Для випадку пуску «За оптимальними параметрами» необхідно ввести значення t_1 та типу характеристики наростання частоти напруги живлення. Потім виконати пуск механізму.

В разі пуску «За оптимальним законом» руху, необхідно виконати введення параметрів $f, f_0, U_0, dT_0, fT_2, dfT$ та t_1 . Надалі система оптимального керування виконає розрахунок оптимального закону зміни частоти напруги живлення електродвигуна та відбудеться пуск досліджуваного механізму.

Розроблений алгоритм ефективної роботи системи оптимального керування стрічковим конвеєром може бути корисним як для нових систем керування так і для вже існуючих.

УДК 631.31

ПЛУЖНИЙ ЛЕМІШ З ПЕРЕРИВИСТИМ ЛЕЗОМ

І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук, доцент
О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
М. В. ПОЛУНІН, здобувач вищої освіти
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

В даний час оранка виробляється плугами, на яких встановлюються леміші з суцільним лезом з наплавленням і без неї. Найбільш досконалими визнані леміші, що самозатягуються, але вони, як і звичайні долотоподібні, мають ряд істотних недоліків, що знижують довговічність і обмежують їх масове виробництво. Долотоподібні леміші з наплавленням трудомісткі у виготовленні. Трудний і складний процес рівномірного нанесення біметалічного наплавлення. Експлуатаційним недоліком є різна зносостійкість носової частини та леза леміша. Крім того, як зазначає Е.П. Огрізков [1], леміші з сормайтовим наплавленням при роботі на сухих ґрунтах не самозаточуються, а на вологих – інтенсивно викрашується наплавлений шар.

Зубчасті леміші розроблялися в 70-х роках минулого століття, метою поліпшення роботи відвальних плугів в особливих умовах. Зубчасті леміші мають уривчасте лезо, завдяки якому відбувається часткове підрізання, а також відрив пласта знизу. Так як опір ґрунту на відрив менший, ніж на різання, то при використанні таких лемішів тяговий опір корпусу знижується. Здебільшого даний вид ріжучої частини корпусу плуга розроблявся для роботи в жорстких умовах на ущільнених та висушених ґрунтах. Також були розроблені інші види цілісних зубчастих лемішів із функцією підвищеного кришення ґрунту. [2, 3]

На важких і середніх ґрунтах характерною ознакою втрати працездатності стандартних лемішів є утворення потиличної фаски, нахиленої на дно борозни під кутом 10...20°. Форму та фаску леза леміша відновлюють ковальською відтяжкою. Однак леміша, відновлені вказаним способом, виробляють до ремонту в 2...3 рази менше, ніж нові. За весь термін служби стандартні леміші відтягують 4,6 рази. Часті ремонти лемішів пов'язані з

великими витратами. На відновлення працездатності леміша протягом усього терміну служби витрачають більше коштів, ніж його придбання. Витрати на ремонт плужних лемішів та втрати, пов'язані з простоями під час їх заміни, значно підвищують собівартість сільськогосподарської продукції.

В експериментальних лемішів [3], з лобовим різанням ґрунту «потилична» фаска, що утворилася в процесі роботи, мала невеликий кут нахилу і тому істотно не впливала на роботу плуга. Крім того, при будь-якому різанні ґрунту лезо зубів самозаточувалося і залишалося постійно гострим до його зносу. Однак зуби таких лемішів зношувалися не рівномірно. Характер зміни форми переривчастого леза з лобовим різанням ґрунту показано на рис. 1. З рисунка видно, що перший зуб найбільш інтенсивно зношується з боку польового обрізу, а також передньої поверхні від леза в напрямку руху ґрунтових частинок. В результаті руху ґрунтових частинок відбувається мікрорізування, багаторазове передеформування і корозійно-механічне стирання зазначених поверхонь, що призводить до зменшення довжини та товщини зуба. Зменшення довжини першого зуба обмежується граничною довжиною носіння леміша, яка за даними В.Н. Винокурова [4] дорівнює 125...150мм. За досягнень зазначеної величини має проводитися вибраковування лемішів за агротехнічними показниками. Долотоподібні леміші у такому разі ремонту не підлягають. Працездатність експериментального леміша можна відновити, але практичні рекомендації щодо відновлення лемішів із переривчастим лезом відсутні.

Леза стандартних лемішів при їх ремонті відновлюється по всій довжині. Леміші з уривчастим лезом потребує ремонту лише першого зуба, через більш інтенсивного його зносу. Тому найбільш раціональним, із існуючих, способом ремонту зубчастих лемішів є приварювання нового зуба.

Для виготовлення зубів можна використовувати відпрацьовані автомобільні ресори профілю 6×65мм. Смугу ресори розмічають із увігнутого боку. Довжина заготівлі зуба має бути 80...85мм.

Заготовки зубів можна не заточувати, оскільки застосування лобового різання ґрунту сприяє самозаточуванню зубів у процесі їх роботи.

Готовий зуб приварюють до лицьової сторони леміша. Виліт має бути більшим на 20..25 мм. Зуб приварюють внахлест (рис. 2) електрозварюванням з усіх боків.

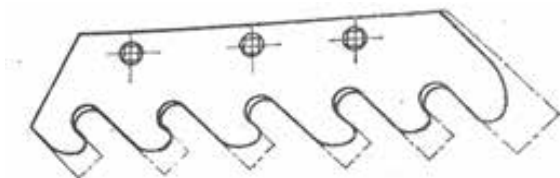


Рисунок 1 – Характер зносу леміша з переривистим лезом

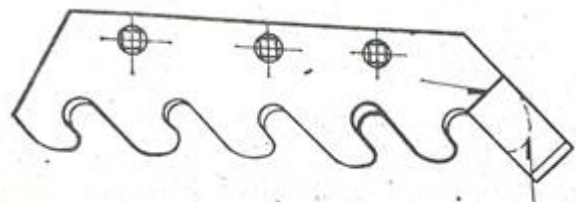


Рисунок 2 – Відновлений леміш

Відомо, що лемішна і ресорна сталі містять більше 0,6% вуглецю. При такому вмісті вуглецю в процесі різкого остигання металу шва і навколошовної

зони виникають крихкі загартовані ділянки металу, більші за внутрішні напруження, які можуть викликати виникнення тріщин.

Для отримання пластичного металу шва та навколошовної зони необхідний попередній та супутній підігрів, а також повільне охолодження зварного шва. Крім того, для підвищення пластичності металу шва та стійкості до тріщин слід знижувати глибину проплавлення (діаметр електрода та струм), застосовувати електроди типу Е50А та Е60, марки УОНД-13/55 та УОНД-13/65. При діаметрах електродів 4 і 5 мм величина струму повинна дорівнювати 140 і 180 А. Господарські випробування на суглинних ґрунтах. Плуги з відновленими лемішами по глибині працювали стійкі, якість оранки відповідала агротехнічним вимогам. Напрацювання на лемішах значно збільшилось.

На основі проведених досліджень запропоновано спосіб відновлення плужного леміша постановкою компенсуючих вставок (рис. 3) [4-6].



Рисунок 3 – Плужний леміш з постановкою компенсуючих вставок

Для реалізації способу необхідно знати розміри нового леміша щоб встановити компенсуючу вставку на висоту леза. Спочатку поверхня леміша очищалася, після чого розмічалися місця вирізів (рис 4) для вставок після чого виготовлялися вставки (рис 5). Компенсуюча вставка – це відпрацьована ресора автомобіля.



Рисунок 4 – Поверхня лемішу з вирізами під вставки



Рисунок 5 – Компенсуюча вставка

Після цього за допомогою плазморізу Протон CUT-60/380П вирізалися вікна для вставок під кутом 58° . Приварювання проводили електродом $\varnothing 3,0\text{мм}$ УОНИ-13/55. На носову частину приварюється поверх компенсуюча пластина. В результаті отримуємо зубчатий леміш у кого виліт зубів компенсує знос і, який можемо використовувати поряд з новими на одному агрегаті. Для визначення доцільності та поведінки в умовах тертя необхідно провести польові дослідження.

Список використаних джерел

1. Огрызков Е.П. Анализ работы лезвий плужных лемехов / Е.П. Огрызков // Тракторы и сельхозмашины. – 1959. – № 11. – С. 28–31.
2. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: Монографія. / В.В. Аулін, А.А. Тихий – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2017. – 279с.

3. Виноградов, В.И. Исследование работы зубчатых лемехов / В.И. Виноградов // Повышение долговечности рабочих деталей почвообрабатывающих машин. – 1960. – С. 62-79.

4. Семенов А.Н. Новая форма лезвия плужного лемеха. / А.Н. Семенов, Б.А. Даколо // Информационный листок. ХЦТИ. – Харьков. 1972. – 3с

5. Рибалко І.М. Дослідження способів відновлення плужних лемішів / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, М.В. Полунін // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ» 23-24 листопада 2023 року. – Харків: ДБТУ, 2023. – С. 433-437.

6. Рибалко І.М. Дослідження зносу багатозубчастих лемішів / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, М.В.Полунін // Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (Полтава, 21-22 грудня 2023 р.). – Полтава: ПДАУ, 2023. – С. 161-165.

УДК 621.86

СИНТЕЗ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ МАНІПУЛЯТОРА З ВРАХУВАННЯМ ПРУЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ

**О. О СПОДОБА, Ph.D,
М. О. СПОДОБА, Ph.D**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: sp1309@ukr.net*

Повний аналіз рухів маніпуляційної системи промислового робота можна отримати, застосовуючи метод однорідних перетворень. Провівши кінематичний аналіз за допомогою матричного представлення положення ланок маніпулятора промислового робота [1]. В свою чергу формування рівнянь руху маніпулятора методом Лагранжа-Ейлера відрізняється простотою і однорідністю підходу. Так-як ланки маніпуляційної системи промислового робота представляють собою тверді тіла, цей метод призводить до системи нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку [2].

Для детального аналізу динамічних навантажень в маніпуляційній системі промислового робота необхідно застосовувати моделі із пружними зв'язками, які дозволяють врахувати одну із основних властивостей та відмінностей виконавчих механізмів промислових роботів, а саме: просторове переміщення ланок та наявність великого числа ступенів вільності. Враховуючи пружні зв'язки між жорсткими тілами, можна врахувати пружні властивості елементів передаточних механізмів.

В свою чергу, динаміка маніпуляторів із пружними ланками може бути побудована за допомогою приведення мас, сил, піддатливості до моделей, як системам із зосередженими масами та пружними зв'язками.

В даному випадку можна припустити, що механізм можна замінити моделлю, зіставленою із зосереджених мас, зв'язаних пружними зв'язками. Тобто, маси передаточних механізмів враховуємо з масами ланок маніпулятора, які вважаємо жорсткими, а пружність ланок передаточних механізмів враховуємо у вигляді пружних зв'язків. Приведення мас та моментів інерції виконується з умови рівності кінетичної енергії маніпулятора по даній узагальненій координаті.

Проведений динамічний аналіз режимів руху переміщення ланок маніпуляційної системи дає можливість визначити величину динамічних навантажень, які виникають в елементах металоконструкції маніпуляційної системи промислового робота та механізмах приводу. Однією з основних причин виникнення динамічних навантажень є розгойдування металоконструкції, під час пуску та гальмування приводних механізмів, яке, в свою чергу, суттєво залежить від характеру зміни рушійних зусиль в приводних механізмах.

Відповідно для підвищення ефективності та надійності промислового робота в цілому та відповідно зменшення динамічних навантажень, які виникають в маніпуляційній системі необхідно знайти закони зміни рушійних зусиль, при яких забезпечувалась плавність пуску та гальмування і витрати енергії були б мінімальними ME-PSO [3].

Список використаних джерел

1. Ловейкін В. С., Сподоба О. О. Кінематичний аналіз просторового переміщення ланок стрілової системи крана-маніпулятора методом однорідних перетворень Денавіта-Хартенберга. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 116-127.

2. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Сподоба О. О. Математична модель динаміки зміни вильоту стрілової системи крана-маніпулятора при суміщенні рухів рукояті та телескопічної секції. Машинобудування. Збірник наукових праць. Харків. Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА). 2019. Вип. 24. С. 40-51. <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2019-24-40-51>

3. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху крана-маніпулятора з гідроприводом. Монографія / В.С.Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, О. О. Сподоба. – К.: ЦК "КОМПРІНТ", 2021. –262 с.

УДК 621.86

ПРОЄКТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТІВ ТА МАНІПУЛЯТОРІВ

**О. О СПОДОБА, Ph.D,
М. О. СПОДОБА, Ph.D**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: sp1309@ukr.net*

Область застосування сільськогосподарських роботів безперервно розширюється, їх функції стають більш широкими. Причому конструктивне виконання маніпуляційних систем та елементів приводу відрізняються значним різновидом. При цьому використовуються різні системи координат в яких працює маніпуляційна система, щоб належним чином забезпечити відповідну робочу зону. В свою чергу, технічний та технологічний рівень сільськогосподарських роботів залежить від структури кінематичної схеми маніпуляційної системи, яка в результаті дає можливість забезпечити максимальне використання робочого простору сільськогосподарського робота в заданій зоні обслуговування. Визначення положення ланок маніпуляційної системи сільськогосподарського робота в тривимірному евклідовому просторі найпростіше виконувати методом однорідних перетворень.

Основним питанням при дослідженні планування траєкторії переміщення ланок промислового робота є потреба помістити робочий орган в певне положення з заданою орієнтацією та в певний час. Положення і орієнтація робочого органу промислового робота можуть бути описані через положення і орієнтацію системи координат кожної ланки, яка, в свою чергу, зв'язана з робочим органом по відношенню до інерціальної, базової системи координат. З точки зору задачі кінематики, маніпуляційну систему промислового робота можна розглянути як незамкнений багатоланковий кінематичний ланцюг, ланки якого послідовно з'єднані між собою обертальними або зворотно-поступальними зв'язками. Один кінець цього ланцюга закріплений на нерухомому опорно-поворотному механізмі та зв'язаний з базовою системою координат, а на іншому кінці розміщений робочий орган. Для отримання відношень положення ланок маніпуляційної системи промислового робота в тривимірному просторі, які зв'язують декартові координати будь-якої точки промислового робота в системі координат нерухомої основи з її узагальненими координатами, зручно зв'язувати з кожною ланкою маніпулятора в ортогональній системі координат [1].

При виконанні технологічного процесу сільськогосподарським роботом в його маніпуляційній системі виникають динамічні навантаження. Тому в процесі проектування маніпуляційної системи необхідно враховувати динамічні характеристики майбутнього виробу [2].

Під час зміни положення елементів маніпуляційної системи сільськогосподарського робота в елементах його несучої системи та приводних механізмах виникають значні динамічні навантаження [2]. Ці динамічні навантаження, в свою чергу, знижують його надійність та продуктивність при виконанні заданого технологічного процесу. Однією з основних причин виникнення динамічних навантажень є недосконалість системи керування під час пуску та гальмування, яка, в свою чергу, суттєво залежить від характеру зміни рушійних зусиль в приводних механізмах. Дана проблема вирішується знаходженням законів зміни рушійних зусиль, при яких динамічні навантаження були б мінімальними [3].

Список використаних джерел

1. Ловейкін В. С., Сподоба О. О. Кінематичний аналіз просторового переміщення ланок стрілової системи крана-маніпулятора методом однорідних перетворень Денавіта-Хартенберга. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 116-127.
2. Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Сподоба О. О. Математична модель динаміки зміни вильоту стрілової системи крана-маніпулятора при суміщенні рухів рукояті та телескопічної секції. Машинобудування. Збірник наукових праць. Харків. Українська інженерно-педагогічна академія (УІПА). 2019. Вип. 24. С. 40-51. <https://doi.org/10.32820/2079-1747-2019-24-40-51>
3. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху крана-маніпулятора з гідроприводом. Монографія / В.С.Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, О. О. Сподоба. – К.: ЦК "КОМПРІНТ", 2021. –262 с.

УДК 629.3.065.23:681.51:624

РОЛЬ РОБОТИЗОВАНИХ КРАНІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н, професор
Д. І. ВЕЛИКОІВАНЕНКО, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сучасному будівництві та промисловості використання кранів є необхідною складовою процесу підйому та переміщення вантажів. Проте складність та ризики цих операцій вимагають постійного удосконалення технологій для забезпечення безпеки та ефективності роботи. У цьому контексті роботизовані крани здатні значно підвищити якість та швидкість виконання робіт, а також зменшити ризики нещасних випадків. Пошук наукових робіт за темою «Robotic tower crane planning» був важливим етапом

для розуміння зацікавленості в актуальних технологіях автоматизації та оптимізації будівельних процесів. Цей запит допоміг зібрати відомості про передові розробки, дослідження та впровадження роботизованих кранів у будівельній галузі. Результати пошуку вказали на значний інтерес до використання роботизованих кранів у плануванні та виконанні підйомних операцій на будівельних майданчиках, що підтверджує актуальність теми та необхідність подальших досліджень у цьому напрямку.

Дослідження [1] присвячене уникненню перешкод при плануванні траєкторій для підйому вантажу краном. Автори вирішили задачу складного процесу планування траєкторій переміщення вантажу краном із уникненням зіткнень із перешкодами. Вони використали методологію, що включає 2D планування траєкторій для операцій з підйому вантажу та враховує обертання вантажу під час його переміщення. Автори реалізували методологію у вигляді комп'ютерного модуля з інтерфейсом користувача, що допомагає практикуючим спеціалістам здійснювати планування траєкторій без зіткнень та перевіряти можливість їх реалізації на різних етапах проекту. Для демонстрації ефективності запропонованої методології та ілюстрації основних функцій розробленого модуля у роботі були наведені два приклади.

Головною метою наукової роботи [2] є розробка та вдосконалення системи роботизованого крана з використанням сучасних технологій автоматизації та комп'ютерного зору. Ця система, яка є частиною більшої системи керування логістикою в будівництві, вона призначена для оптимізації процесу монтажу кранів на будівельних майданчиках і має забезпечувати автономні підйом та переміщення вантажів на будівельному майданчику при різноманітних вхідних даних та умов роботи. У цьому дослідженні було розроблено та впроваджено комплексну систему роботизованого крана, яка використовує різноманітні сенсори та алгоритми для вимірювання параметрів робочої зони, планування шляху, керування рухом та уникнення перешкодам. Крім того, було проведено імітаційні та експериментальні тести, що продемонструвало функціональність та ефективність розробленої системи в керуванні краном у непередбачуваних умовах будівництва.

В роботі [3], присвяченій автоматизованому плануванню траєкторії підйому вантажу краном у модульних промислових об'єктах, що характеризуються високою забрудненістю, запропоновано підхід згідно якого кран розглядається як робот з трьома ступенями вільності. Враховуючи обмеження крана, такі як вантажопідйомність та обмеження на повороти, метод зводить задачу планування траєкторії до пошуку графа, ідентифікуючи оптимальні шляхи підйому. Проведені випробування підтверджують ефективність запропонованого підходу. Результати дослідження можуть сприяти покращенню безпеки та продуктивності під час підйому модульних об'єктів на промислових підприємствах.

Таким чином, дослідження підтверджують, що роботизовані крани відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та безпеки будівельних та промислових процесів. Їх використання дозволяє забезпечити автоматизований

та точний підйом та переміщення вантажів, а також уникнути ризиків, пов'язаних з ручним керуванням кранами. Таким чином, роботизовані крани є необхідною інновацією у сфері будівництва та промисловості для досягнення оптимальної ефективності та безпеки у виконанні різноманітних завдань із переміщення вантажів.

Список використаних джерел

1. Z. Lei, S. Behzadipour, M. Al-Hussein, & U. Hermann. (2020). Application of Robotic Obstacle Avoidance in Crane Lift Path Planning. Department of Civil & Environmental Engineering, University of Alberta, Edmonton, Canada. Department of Mechanical Engineering, University of Alberta, Edmonton, Canada. PCL Industrial Constructors Inc., Edmonton, Canada.
2. B. Andonovski, L. Jianqiang, S. Jeyaraj, A. Z. Quan, X. Yonggao, & A. W. Tech (2020). Towards a Development of Robotics Tower Crane System. In 2020 16th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV). doi:10.1109/icarcv50220.2020.9305432
3. N. Kayhani, H. Taghaddos, A. Mousaei, S. Behzadipour, & U. Hermann. (2021). Heavy mobile crane lift path planning in congested modular industrial plants using a robotics approach. Automation in Construction, 122, 103508. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103508>

УДК 621.87

АНАЛІЗ РЕЖИМУ ПУСКУ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ПІДВІСНОГО НАСТІННОГО КРАНА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф

А. П. ЛЯШКО, к.т.н., **МИХАЙЛИШИН**, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lovvs@ukr.net

Мостові крани на сьогодні є найпоширенішим видом вантажопідйомної кранової техніки. Головним конструктивним елементом будь-якого мостового крана є міст, що складається з однієї або двох прогонових балок. До мосту кріпиться вантажопідйомний пристрій – у більшості випадків це електричний таль. Залежно від розташування прогонних балок відносно підкранових шляхів розрізняють підвісні крани і опорні.

Головна перевага підвісних кранів полягає в тому, що площа мостової балки розташована нижче кранових шляхів, тому вони можуть без проблем експлуатуватися у невеликих цехах і складах, більш раціонально використовуючи площу приміщення, а також їх можна застосовувати у дво – і трипрогінному варіантах. Підвісний кран підвішується до кранових колій, що

забезпечує більшу доступність простору приміщення для вантажопідйомного пристрою і можливість консольно нарощувати довжину прогінної балки, розширюючи доступний для крана простір. При роботі механізму підйому такого крана в елементах конструкції та приводу виникають значні динамічні навантаження. Для дослідження навантажень в механізмі підйому розроблено динамічну модель механізму, на основі якої складено диференціальні рівняння руху. Розв'язок отриманих рівнянь дав можливість визначити зусилля в тяговому елементі механізму підйому (рис.1)

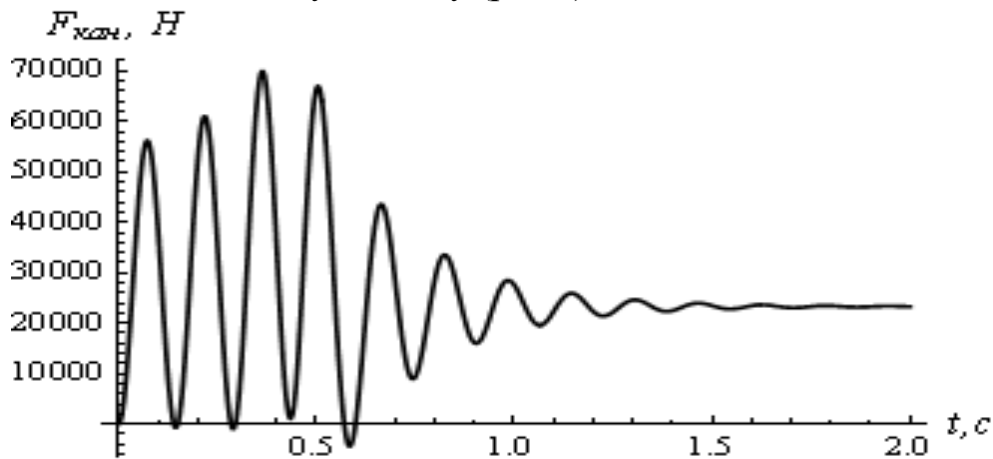


Рисунок 1- Графік зміни моменту в тяговому елементі механізму підйому

Пружне зусилля в тяговому елементі механізму підйому вантажу (рис. 1) в процесі пуску змінюється в коливальному режимі з високою частотою. Коливання затухають після 2 секунд руху. Зусилля в тяговому елементі досягає максимального значення при досягненні 0,5 с руху і становить 70 кН, що в 3,5 рази перевищує усталене значення. Необхідно відзначити, що для зменшення максимальних динамічних навантажень в процесі пуску механізму підйому вантажу в тяговому елементі необхідно здійснити оптимізацію режиму руху.

УДК 631.8

РОЗКИДАЧІ ДОБРІВ: КЛАСИФІКАЦІЯ, КОНСТРУКЦІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ

О. О. НІКОЛЕНКО, студент магістратури
Сумський національний аграрний університет

Т. М. ВОЛІНА, кандидат технічних наук, доцент
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Сумський національний аграрний університет*

В сьогоденнішніх реаліях активного розвитку технологій, зокрема й точного землеробства, багато з них впроваджуються у сільськогосподарську галузь для

підвищення її ефективності. Технологія обробітку посівних площ мінеральними та органічними добривами має важливе значення у сільському господарстві.

Для оптимального розсіювання добрив використовуються розкидачі, що забезпечують не лише якісний врожай, але й мінімізують негативний вплив такої сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище. Призначення розкидачів добрив – внесення в ґрунт або безпосередньо на зелену масу мінеральних або органічних добрив у різних консистенціях. Мета їх використання – внесення поживних компонентів, які можуть вноситися в ґрунт як безпосередньо перед посадкою, так і в процесі вегетативного розвитку рослини, забезпечення повноцінного розвитку сільськогосподарських культур, що в результаті стане запорукою високого врожаю.

Застосування такого обладнання дозволяє:

- автоматизувати процес внесення добрив;
- мінімізувати участь у ньому людини;
- прискорити виконання робіт;
- підвищити якість процесу.

Існує широкий спектр конструкцій розкидачів добрив. Впровадження новітніх технологій має місце в удосконаленні їх конструкцій, адже від функціональності та технічних характеристик розкидачів залежить своєчасна обробка полів, садів, виноградників та інших насаджень.

В останні роки набуло широкого використання внесення добрив з використанням безпілотних апаратів – дронів, які можуть бути виділені в окрему групу від традиційних розкидачів добрив. Дрони програмуються на основі отриманої від тих же дронів інформації, що була зібрана під час попереднього дослідження сільськогосподарських угідь (аналізу та обробки даних).

Таким чином, в залежності від виду добрив можна виділити чотири окремі категорії обладнання для їх внесення в ґрунт:

- розкидачі гною (рис. 1);
- розкидачі твердих (гранульованих) органічних та мінеральних добрив;
- обладнання для внесення в ґрунт рідких добрив;
- безпілотні літальні апарати (дрони).



Рис. 1. Розкидач органічних добрив (гною)

Більшість сучасних розкидачів добрив комплектуються механізмами дискового типу. Безпосередньо під бункером або в його задній частині розташовуються дві заслінки: обмежувальна та запірна. Перша коригує кількість добрив, що подаються, а друга – відкриває або перекриває їх доступ. Проходячи через ці заслінки, добрива потрапляють на диск, що обертається з великою швидкістю, який і розсіює їх по полю, захоплюючи досить велику площу.

Розкидачі твердих (гранульованих) органічних та мінеральних добрив випускаються виробниками у навісному та причіпному виконанні.

Навісні розкидачі (рис. 2) переважно встановлюються на міні-трактори та трактори тягового класу 0,6–1,4 та при монтуванні стають частиною трактора. Обсяг місткості для поживних речовин є відносно невеликим – приблизно 0,8–2,0 м³, тому вони використовуються для обробки малих та середніх за площею угідь.



Рис. 2. Навісний розкидач мінеральних добрив

Причіпні розкидачі (рис. 3) – це більш габаритна техніка з бункером, здатним вміщувати від 2,0 до 20,0 м³. Такий розкидач може без дозаправки обробляти великі площі. Малогабаритна техніка з подібними механізмами не впорається. Необхідним є використання потужних тракторів тягового класу 6 або вище. Через досить великі габарити така техніка характеризується малою маневреністю. Вона підходить для роботи на відкритих майданчиках, на полях або виноградниках, де передбачена достатня ширина між рядами для проходу техніки.

Дозуючі функції у такого розкидача мінеральних добрив виконують секційні заслінки, а спеціальні решітки дозволяють розкидати добрива максимально рівномірно. Кількість внесення добрив регулюється зміною положення секційних заслінок і зміною швидкості транспортерів.



Рис. 3. Причіпний розкидач мінеральних добрив

Обладнання для внесення рідких добрив має свої конструктивні особливості (рис. 4): це цистерна з заправною штангою та вакуумною системою. Вакуумна система складається з ротаційного насоса, системи трубопроводів і запобіжного пристрою. Робота цистерни, а саме її спорожнювання та перемішування в ній добрив, здійснюється за допомогою відцентрового насоса. Під час руху трактора відцентровий насос лопатями захоплює органічне добриво і спрямовує його по напірному трубопроводу до виходу з насадкою, де відбувається його розпилення по поверхні поля.



Рис. 4. Устаткування для внесення в ґрунт рідких добрив

Застосування дрону (рис. 5) у сільському господарстві має свої переваги. Він обладнаний невеликою ємкістю, на якій встановлено форсунки-розприскувачі. Оскільки рідина у такі форсунки потрапляє одразу після виходу з бака, на її шляху до розпилення немає жодної перешкоди чи звуження. Цей факт, разом зі швидким обертанням дисків усередині самих форсунок, дає змогу розпилювати рідину навіть густої консистенції з чітко заданим розміром дуже

дрібних крапель. За використання традиційних наземних обприскувачів такої можливості немає – форсунки-атомайзери є новим трендом саме в обприскуванні рослин під час ультрамалооб’ємного внесення препаратів.



Рис. 5. Безпілотний літальний апарат (дрон)

Отже, на сьогоднішній день, виробництво розкидачів добрив дійшло до того етапу, коли їх конструкція набула гібридного стану. Використання у сільському господарстві нових технологій і конструкцій може бути втілено в досить незвичний для нас їх вигляд та функціональність. Підтвердженням цьому факту є дрони. Це беззаперечно є прогресом, оскільки сучасні технології в поєднанні зі штучним інтелектом дозволяють максимально оптимізувати використання добрив, людського ресурсу та збільшити врожайність, а в кінцевому результаті – підвищити фінансову ефективність сільськогосподарського виробництва.

УДК 631.3

АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЗОВНІШНІЙ ПОВЕРХНІ РУХОМОГО ЦИЛІНДРА

Т. М. ВОЛІНА, кандидат технічних наук, доцент
*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Сумський національний аграрний університет*

Циліндрична поверхня є універсальним конструктивним елементом багатьох сільськогосподарських машин. По ній переміщується технологічний матеріал. Для циліндричних рухомих поверхонь досліджується, в основному, переміщення частинки по внутрішній поверхні. Цікавим з пізнавальної точки зору є рух частинок по зовнішній поверхні циліндра, оскільки при великому його радіусі обмежена ділянка поверхні, де відбувається відносний рух, буде

близькою до площини. Відповідно і траєкторії відносного руху в такому випадку мають бути подібними до траєкторій на площині.

Верхня половина циліндра розташована таким чином, що його вісь нахилена до горизонтальної площини під кутом β (рис. 1).

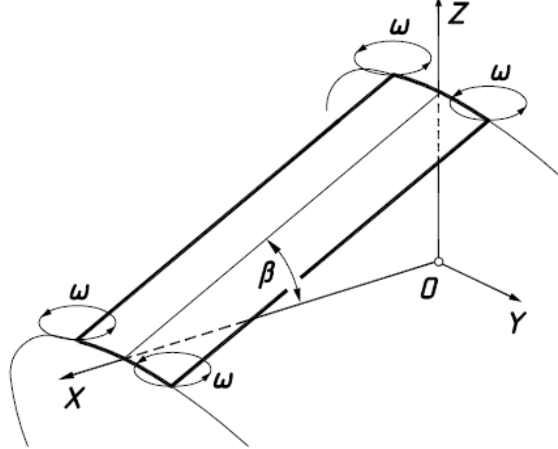


Рис. 1. Схема руху точок похилого циліндра по колах із кутовою швидкістю ω

Циліндр здійснює поступальні коливання таким чином, що всі його точки описують кола в горизонтальних площинах (на рис. 1 показані траєкторії переміщення чотирьох точок циліндра).

Рівняння циліндра із горизонтальною віссю, якою є вісь OX , мають вигляд:

$$\begin{aligned} X &= u; \\ Y &= R \cos \alpha; \\ Z &= -R \sin \alpha, \end{aligned} \quad (1)$$

де R – радіус циліндра;

α , u – незалежні змінні поверхні: α – кут повороту точки циліндра навколо його осі; u – довжина прямолінійної твірної циліндра.

Параметричні рівняння циліндра (1) після його повороту на кут β навколо осі OY запишуться:

$$\begin{aligned} X &= u \cos \beta + R \sin \beta \sin \alpha; \\ Y &= R \cos \alpha; \\ Z &= u \sin \beta - R \cos \beta \sin \alpha. \end{aligned} \quad (2)$$

Абсолютний рух частинки розглядається по відношенню до нерухомої системи координат $OXYZ$. Якщо циліндр прив'язати до рухомої системи координат, то при коливанні циліндра осі рухомої і нерухомої систем весь час будуть паралельними. Це означає, що абсолютну траєкторію частинки можна записати як суму переносного руху циліндра, точки якого описують кола, і відносного руху точки по поверхні циліндра:

$$\begin{aligned} x &= x_n + x_{\epsilon}; \\ y &= y_n + y_{\epsilon}; \\ z &= z_n + z_{\epsilon}, \end{aligned} \quad (3)$$

де $x_e = x_e(t)$; $y_e = y_e(t)$; $z_e = z_e(t)$ – траєкторія переносного руху циліндра у функції часу t ;

$x_r = x_r(t)$; $y_r = y_r(t)$; $z_r = z_r(t)$ – траєкторія відносного руху частинки по поверхні циліндра у функції часу t .

Радіус кіл, по яких рухаються точки циліндра, позначено через r . Тоді переносний рух точок циліндра описується рівняннями:

$$\begin{aligned}x_e &= r \cos \omega t; \\y_e &= r \sin \omega t; \\z_e &= h,\end{aligned}\tag{4}$$

де ω – кутова швидкість обертання точок циліндра по колах;

$h = \text{const}$ – висота точки циліндра по відношенню до початку координат.

По циліндру точка ковзатиме по певній траєкторії. Рівняння траєкторії можна одержати, якщо зв'язати між собою незалежні змінні α і u поверхні (2). Цей зв'язок має записано через час t , тобто координати частинки на поверхні циліндра будуть функціями часу: $\alpha = \alpha(t)$ і $u = u(t)$. У такому випадку відносний рух частинки описується рівняннями:

$$\begin{aligned}x_r &= u \cos \beta + R \sin \beta \sin \alpha; \\y_r &= R \cos \alpha; \\z_r &= u \sin \beta - R \cos \beta \sin \alpha.\end{aligned}\tag{5}$$

Сумуючи переносний (4) і відносний (5) рухи за формулою (3), можна отримати рівняння абсолютної траєкторії частинки:

$$\begin{aligned}x &= u \cos \beta + R \sin \beta \sin \alpha + r \cos \omega t; \\y &= R \cos \alpha + r \sin \omega t; \\z &= u \sin \beta - R \cos \beta \sin \alpha + h.\end{aligned}\tag{6}$$

Залежності, які описують траєкторію відносного руху (ковзання частинки по поверхні циліндра), є невідомими функціями, які потрібно знайти. Після диференціювання рівнянь (6) по часу t було отримано проекції абсолютної швидкості частинки:

$$\begin{aligned}x' &= -r\omega \sin \omega t + u' \cos \beta + R\alpha' \sin \beta \cos \alpha; \\y' &= r\omega \cos \omega t - R\alpha' \sin \alpha; \\z' &= u' \sin \beta - R\alpha' \cos \beta \cos \alpha.\end{aligned}\tag{7}$$

Диференціювання виразів (7) дасть проекції абсолютного прискорення:

$$\begin{aligned}x'' &= -r\omega^2 \cos \omega t - R\alpha'^2 \sin \beta \sin \alpha + u'' \cos \beta + R\alpha'' \sin \beta \cos \alpha; \\y'' &= -r\omega^2 \sin \omega t - R\alpha'^2 \cos \alpha - R\alpha'' \sin \alpha; \\z'' &= R\alpha'^2 \cos \beta \sin \alpha + u'' \sin \beta - R\alpha'' \cos \beta \cos \alpha.\end{aligned}\tag{8}$$

Складемо рівняння руху у вигляді $m\bar{\omega} = \bar{F}$, де m – маса частинки, $\bar{\omega}$ – вектор абсолютного прискорення, $\bar{F}$ – результуючий вектор прикладених до частинки сил. Такими силами є сила ваги mg ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$), реакція N поверхні циліндра та сила тертя fN при ковзанні частинки по поверхні циліндра (f –

коефіцієнт тертя). Всі сили потрібно спроекціювати на осі системи координат $OXYZ$.

Сила ваги спрямована вниз, отже її проекції запишуться:

$$\{0; \quad 0; \quad -mg\}. \quad (9)$$

Реакція поверхні циліндра N спрямована по нормалі до нього і визначається із векторного добутку двох векторів, дотичних до координатних ліній циліндра. Проекціями цих векторів є частинні похідні рівнянь (2):

$$\begin{aligned} \frac{\partial X}{\partial \alpha} &= R \sin \beta \cos \alpha; & \frac{\partial Y}{\partial \alpha} &= -R \sin \alpha; & \frac{\partial Z}{\partial \alpha} &= -R \cos \beta \cos \alpha; \\ \frac{\partial X}{\partial u} &= \cos \beta; & \frac{\partial Y}{\partial u} &= 0; & \frac{\partial Z}{\partial u} &= \sin \beta. \end{aligned} \quad (10)$$

Векторне множення векторів (10) може дати два протилежно спрямованих вектори нормалі – або всередину циліндра, або на зовні від нього. Це залежить від заміни місцями векторів (10) у визначнику векторного добутку. Перший добуток відповідає руху частинки по внутрішній поверхні циліндра, а другий – по зовнішній. Із врахуванням цього було знайдено вектор нормалі і приведено його до одиничного:

$$\{\sin \beta \sin \alpha; \quad \cos \alpha; \quad -\cos \beta \sin \alpha\}. \quad (11)$$

Оскільки сила тертя спрямована по дотичній до траєкторії відносного руху частинки в протилежну сторону, може бути знайдено проекції вектора дотичної. Вони визначаються першими похідними рівнянь (5):

$$\begin{aligned} x'_e &= u' \cos \beta + R\alpha' \sin \beta \cos \alpha; \\ y'_e &= -R\alpha' \sin \alpha; \\ z'_e &= u' \sin \beta - R\alpha' \cos \beta \cos \alpha. \end{aligned} \quad (12)$$

Геометрична сума складових (12) дасть величину швидкості ковзання частинки по поверхні циліндра у відносному русі:

$$V_e = \sqrt{x_e'^2 + y_e'^2 + z_e'^2} = \sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}. \quad (13)$$

Одиничний вектор дотичної в проекціях на осі системи $OXYZ$ було отримано діленням проекцій (12) на величину вектора (13):

$$\left\{ \begin{aligned} &\frac{u' \cos \beta + R\alpha' \sin \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\ &-\frac{R\alpha' \sin \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\ &\frac{u' \sin \beta - R\alpha' \cos \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}} \end{aligned} \right\}. \quad (14)$$

Векторне рівняння $m\vec{\omega} = \vec{F}$, розписане в проекціях на осі системи координат, з урахуванням того, що сила тертя fN спрямована вздовж одиничного вектора (14) в протилежну до нього сторону, має вигляд:

$$\begin{aligned}
 mx'' &= N \sin \beta \sin \alpha - fN \frac{u' \cos \beta + R\alpha' \sin \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\
 my'' &= N \cos \alpha - fN \frac{R\alpha' \sin \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\
 mz'' &= -mg - N \cos \beta \sin \alpha - fN \frac{u' \sin \beta - R\alpha' \cos \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}.
 \end{aligned} \tag{15}$$

Підстановка в рівняння (15) других похідних (проекцій абсолютного прискорення) із (8) дає систему із трьох рівнянь:

$$\begin{aligned}
 m(-r\omega^2 \cos \omega t - R\alpha'^2 \sin \beta \sin \alpha + u'' \cos \beta + R\alpha'' \sin \beta \cos \alpha) &= \\
 &= N \sin \beta \sin \alpha - fN \frac{u' \cos \beta + R\alpha' \sin \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\
 m(-r\omega^2 \sin \omega t - R\alpha'^2 \cos \alpha - R\alpha'' \sin \alpha) &= \\
 &= N \cos \alpha - fN \frac{R\alpha' \sin \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\
 m(R\alpha'^2 \cos \beta \sin \alpha + u'' \sin \beta - R\alpha'' \cos \beta \cos \alpha) &= \\
 &= -mg - N \cos \beta \sin \alpha - fN \frac{u' \sin \beta - R\alpha' \cos \beta \cos \alpha}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}.
 \end{aligned} \tag{16}$$

До системи (16) входить три невідомі функції: $N=N(t)$, $u=u(t)$ і $\alpha=\alpha(t)$. Розв'язок її відносно N , u'' і α'' дає наступні вирази:

$$\begin{aligned}
 \alpha'' &= \frac{1}{R} \left[-r\omega^2 \sin \alpha \sin \omega t + (r\omega^2 \sin \beta \cos \omega t + g \cos \beta) \cos \alpha \right] + \\
 &\quad + \frac{Af\alpha'}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}}; \\
 u'' &= r\omega^2 \cos \beta \cos \omega t - g \sin \beta + \frac{Afu'}{\sqrt{u'^2 + R^2 \alpha'^2}};
 \end{aligned} \tag{17}$$

$$N = -mA,$$

$$\text{де } A = R\alpha'^2 + g \cos \beta \sin \alpha + r\omega^2 (\cos \alpha \sin \omega t + \sin \beta \sin \alpha \cos \omega t).$$

Система (17) не може бути проінтегрована в аналітичному вигляді. Її потрібно розв'язувати чисельними методами. Знайшовши залежності $\alpha=\alpha(t)$ і $u=u(t)$ і підставивши їх у рівняння (2), можна отримати відносну траєкторію руху частинки по поверхні циліндра, тобто траєкторію ковзання.

Розроблений підхід дозволяє дослідити траєкторії руху частинки по поверхні циліндра при різних початкових умовах. Наприклад, якщо кут $\beta=0$, тобто циліндр розташований так, що всі його прямолінійні твірні паралельні горизонтальній площині. Інтегрування системи (17) здійснювалося при $r=0,05$ м, $R=5$ м. На рис. 2 побудовані відносні траєкторії частинки, яка попадає на поверхню циліндра біля його найвищої прямолінійної твірної. Коливальний рух частинки відбувається в напрямі, перпендикулярному твірним циліндра, тобто в

напрямі лінії найбільшого нахилу. В залежності від точки попадання частинка рухається в одну або протилежну сторону, причому амплітуда коливань зростає. Як видно із рис. 2, відносний рух частинки дуже чутливий до частоти коливань: при зростанні ω з 10 c^{-1} до 11 c^{-1} довжина пройденого шляху суттєво зростає.

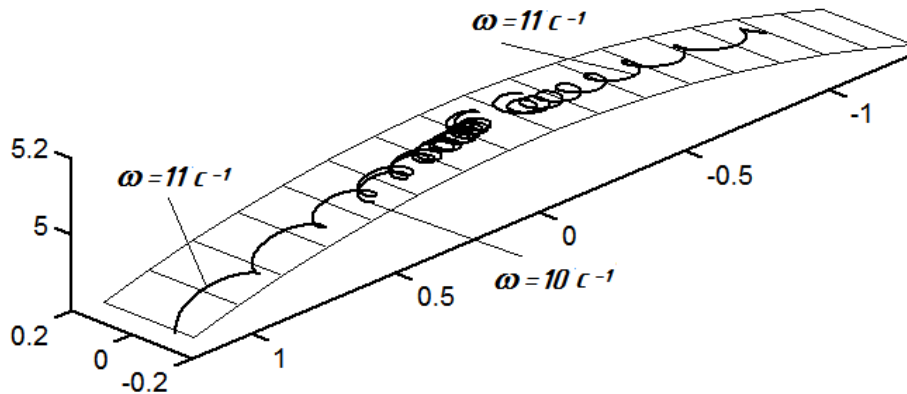


Рис. 1. Траєкторії відносного руху частинки по поверхні горизонтального циліндра, який здійснює коливальний рух протягом 5 с при $R=5 \text{ м}$; $r=0,05 \text{ м}$; $f=0,3$

Розроблений підхід дає можливість досліджувати траєкторію руху частинок по поверхні циліндра, який здійснює коливальні рухи в горизонтальній площині, що може бути використано для сепарації технологічного матеріалу за його фрикційними властивостями.

УДК 621.87

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА АПАРАТУ ДЛЯ ФАСУВАННЯ МАСЛА

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,

А. П. ЛЯШКО, к.т.н., **В. О. КИЦЯ**, студ.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lovvs@ukr.net

При роботі гвинтового конвеєра апарату для фасування масла виникають значні навантаження в елементах гвинтового валу, спіралі шнека, жолоба та приводного механізму. Ці навантаження конструкції гвинтового конвеєра періодично змінюються, що приводить до змінних циклічних напружень в елементах робочого органу та приводного механізму. Циклічні напруження приводять до втомного руйнування основних елементів гвинтового конвеєра. Значну складову в цих навантаженнях в конструкції гвинтового конвеєра апарату для фасування масла мають динамічні навантаження. Тому динамічний аналіз навантажень при роботі гвинтового конвеєра є важливим

елементом при їх проектуванні. Для дослідження динамічних процесів при роботі гвинтового конвеєра апарату для фасування масла розроблено його динамічну модель. На базі динамічної моделі побудовано математичну модель конвеєра, яка являє собою систему двох диференціальних рівнянь другого порядку. За допомогою розробленої математичної моделі проведений динамічний аналіз спільного руху приводного механізму та робочого органу з урахуванням руху робочого середовища. Розв'язок цих рівнянь дозволив провести динамічний аналіз і визначити пружний момент в з'єднанні приводу з робочим органом (рис.1).

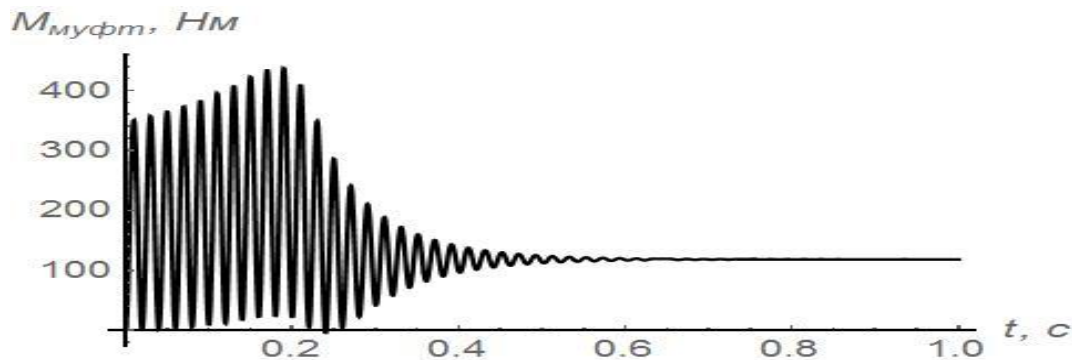


Рисунок 1- Графік зміни пружного моменту в з'єднанні приводу з робочим органом

В з'єднанні приводу з робочим органом гвинтового конвеєра апарату для фасування масла в процесі пуску виникають високочастотні коливання моменту (рис.1). Тут максимальне значення пружного моменту досягає 440 Нм, що майже в 4,5 разів перевищує номінальне значення, а коливання пружного моменту затухають після 0,6 с руху.

УДК 631.362.3

КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ КАБАЧКІВ І ОГІРКІВ З РОЗПОДІЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

О. А. ГОРБЕНКО доцент

М. С. ХРАМОВ асистент

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв,

E-mail: gorbenko_ea@mnaeu.edu.ua, khramov_ns@mnaeu.edu.ua

Вступ. Для того, щоб полегшити проведення подальших операцій і процесів обробки сировини – чищення, різання, теплової обробки, укладання, – плоди і овочі слід розділити на однорідні за розміром партії [1]. Цей процес

називається калібруванням. Калібрування дозволяє понизити втрати і відходи у виробництві і покращує якість продукції. Калібрування плодів і овочів здійснюється на калібрувальних пристроях різних типів. Принцип роботи багатьох калібрувальних машин заснований на переміщенні продукту, що калібрується, уздовж щілини змінного перетину, причому конструктивні вирішення цієї ідеї різноманітні. Найпростіший шлях калібрування – коли продукт повільно просувається по похилому сити, що коливається, з отворами змінного перетину.

Інший шлях – стаціонарна щілина змінного перетину; продукт переміщається уздовж неї. В машинах, що реалізують цю ідею, щілина створюється робочими органами, що працюють в парі, і залежать від їх відносного положення [2,3]. Розрізняються ці машини виглядом калібрувального пристрою. Існуючі калібрувальні машини, що розділяються по конструкції калібрувальних пристроїв на наступні типи: барабанні, стрічкові, шнекові, вібраційні, дискові, валики, тросові, вагові і комбіновані.

Опис результатів. Провівши патентний пошук і проаналізувавши існуючі машини для калібрування кабачків і огірків, дослідивши фізико-механічні властивості даних культур, виникла необхідність створення одношарового розподілу плодів по калібрувальній поверхні. Ця обставина пов'язана з можливим розташуванням дрібних плодів зверху над великими, що перекривають ланцюг, і зменшують точність калібрування. Усунення цього недоліку можна бачити в створенні пристрою для розподілу, що дозволяє зіштовхувати дрібні плоди, що знаходяться над великими, а також впливати на плоди для їх орієнтування уздовж ланцюга.

На підставі цих рекомендацій розроблена функціональна схема калібрувальника кабачків і огірків (рис. 1).

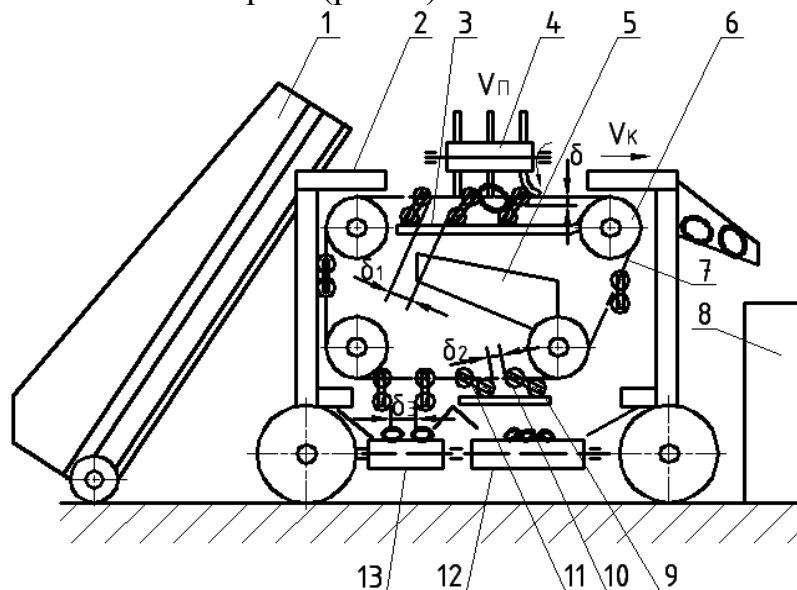


Рис. 1. Схема технологічного процесу калібрування кабачків та огірків:

1 – живильний транспортер; 2 – рама; 3 – напрямна; 4 – розподільний пристрій; 5 – лоток; 6 – зірочка; 7 – ланцюг; 8 – контейнер; 9, 10 – допоміжний і основний ролики; 11 – планка; 12, 13 – роздавальні транспортери.

Запропонована конструкція калібрувальника кабачків і огірків складається з рами 2, що спирається на чотири колеса. На рамі встановлено два тягові ланцюги 7, з парами роликів 9 і 10, що наводяться від провідних зірочок 6. Вісь основного ролика 10 жорстко сполучена з ланцюгом, до неї на шарнірній планці 11 підвішений додатковий ролик 9. Калібрувальний зазор δ_1 і δ_2 між парами роликів встановлюється зміною положення направляючих 3. Лоток 5 необхідний для подачі плодів на наступну калібрувальну ділянку. Для переміщення дрібних плодів, що знаходяться над великими, в поперечному напрямі передбачено розподільний пристрій 4, виконаний у вигляді стрічкового транспортера з еластичними пальцями, розташованими над калібрувальною ділянкою перпендикулярно напрямку руху роликового полотна калібрувальника.

Технологічний процес розділення плодів на фракції відбувається таким чином. Огірки вивантажують порціями в бункер транспортера 1, що має шкребки, що дозволяє більш рівномірно подавати плоди на калібрувальник 2. На першій ділянці калібрування виконується за допомогою розподільного пристрою 4, дрібні плоди зміщуються відносно великих, таких, що перекрили зазор δ_1 , і проходячи через нього потрапляючи на лоток 5, яким прямує в початкову частину наступної ділянки. Плоди діаметром більшого зазору сходять в контейнер 8. На наступній калібрувальній ділянці плоди діаметром менше зазору δ_2 відводяться транспортером 12, а плоди, що залишилися, відвантажують на останній ділянці транспортером 13, де зазор δ_3 встановлений максимальним.

Для дослідження пружних властивостей були взяті пальці з поліетиленової трубки, клинового ремня перетину B і капронового ворсу щітки. Визначення пружних властивостей пальців виконали за допомогою спеціальний виготовленого приладу.

В результаті вивчення пружних характеристик, найбільш гарну жорстку гнучкість мають пальці з поліетиленової трубки з внутрішнім діаметром – 6 мм, зовнішнім – 10 мм. Для проведення дослідження експериментального процесу роботи калібрувальної машини, були встановлені основні чинники впливу на якісні показники роботи, такі як: подача плодів – Q ; швидкість роликового полотна калібрувальника – V_k ; відстань між пальцями додаткових роликів – δ ; швидкість пальців розподільного пристрою – V_n ; кількість рядів пальців – K . За критерій оптимізації був прийнятий основний якісний показник калібрувального пристрою – точність калібрування.

В процесі експериментальних досліджень (рис. 2) було визначено область оптимальних значень: $Q=1,2...1,6$ кг/с, $V_k=0,20...0,35$ м/с, $\delta = 0.035...0,050$ м. Швидкість пальців розподільного пристрою $V_n=0,26$ м/с, кількість рядів пальців $K=3$.

При заданих оптимальних параметрах і технологічних регулюваннях калібрувальник огірків якісно виконує технологічний процес.

Висновок. Експериментальні дані показали, що розподільний пристрій калібрувальної машини забезпечує збільшення точності калібрування з 89,7%

до 94,2% при пошкодженні плодів що не перевищує 2%. Використання калібрувальної машини із зміненою технологічною схемою і розподільним робочим органом дозволить понизити матеріаломісткість на 10,3%.

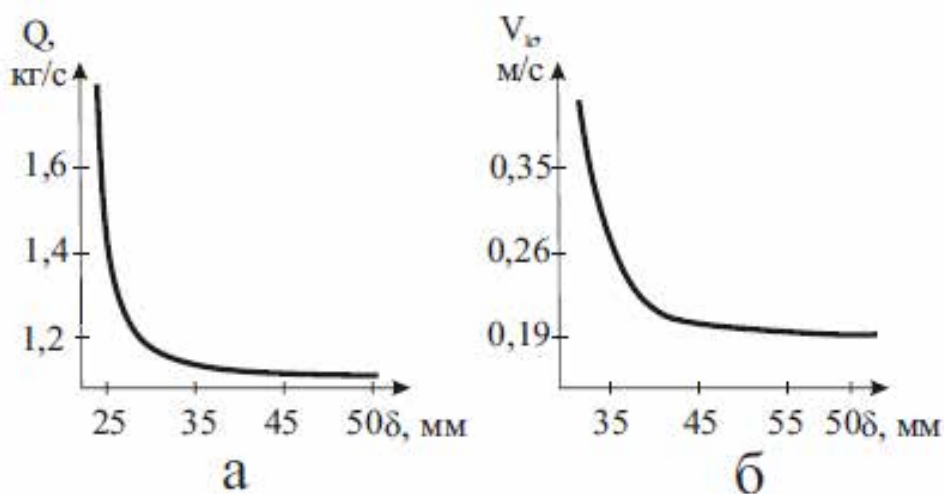


Рис. 2. Область оптимальних значень:

- а) подачі плодів Q і відстані між пальцями додаткових роликів δ ,
- б) швидкість роликового полотна калібрувальника V_k від відстані між пальцями додаткових роликів δ .

Список використаних джерел

1. Бобось І.М., Завадська О.В. Технології вирощування огірка для переробки: Монографія. К.: «ЦП «Компринт», 2017. 208 с.
2. Пастушенко А.С. [Основи аналізу і оптимізації лінії для отримання насіння овочевих культур](#). Науковий журнал «Інженерія природокористування». 2021. №. 1(19). С. 48-56.
3. Шибанін В. С., Атаманюк І. П., Горбенко О. А., Доценко Н. А. Визначення оптимальних параметрів машин для виділення насіннєвої маси овочевих культур. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип.2. С.95-103. DOI: 10.31521/2313-092X.

УДК 621.87

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПІЛЬНОГО РУХУ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ ТА ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІЗКА КОЗЛОВОГО КРАНУ

В. С. ЛОВЕЙКІН, д.т.н., проф.,

Ю. О. РОМАСЕВИЧ, д.т.н., проф.,

А. П. ЛЯШКО, к.т.н., **С.С. ЛИШЕНЬ**, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: lovvs@ukr.net

Козлові крани знайшли широке застосування при перевантаженні довгомірних деревних матеріалів на складах деревини. При перевантаженні деревини козовими кранами досить часто використовують сумісну роботу механізмів підйому вантажу та переміщення візка. При такій роботі козового крана в елементах конструкції та приводних механізмах виникають підвищені динамічні навантаження, а також спостерігається значні розгойдування вантажу на гнучкому підвісі. Для дослідження динамічних процесів при сумісному русі механізмів розроблено динамічну модель спільного руху механізмів підйому та переміщення візка. В цій моделі враховано основний рух приводних механізмів підйому вантажу та переміщення візка, а також пружні коливання в приводних механізмах та коливання вантажу на гнучкому підвісі в площині переміщення візка. Отже, динамічна модель спільного руху механізмів підйому вантажу та переміщення візка представлена дискретною механічною системою з п'ятьма ступенями вільності. На основі побудованої динамічної моделі з використанням рівнянь Лагранжа другого роду розроблено математичну модель, яка представляє собою систему з п'яти нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку. В цій системі нелінійність рівнянь викликана нелінійністю механічних характеристик приводних асинхронних електродвигунів змінного струму. В результаті чисельного розв'язування цієї системи диференціальних рівнянь отримали залежності кінематичних та динамічних характеристик козового крана. На рис. 1 наведено графіки зміни швидкості візка та вантажу.

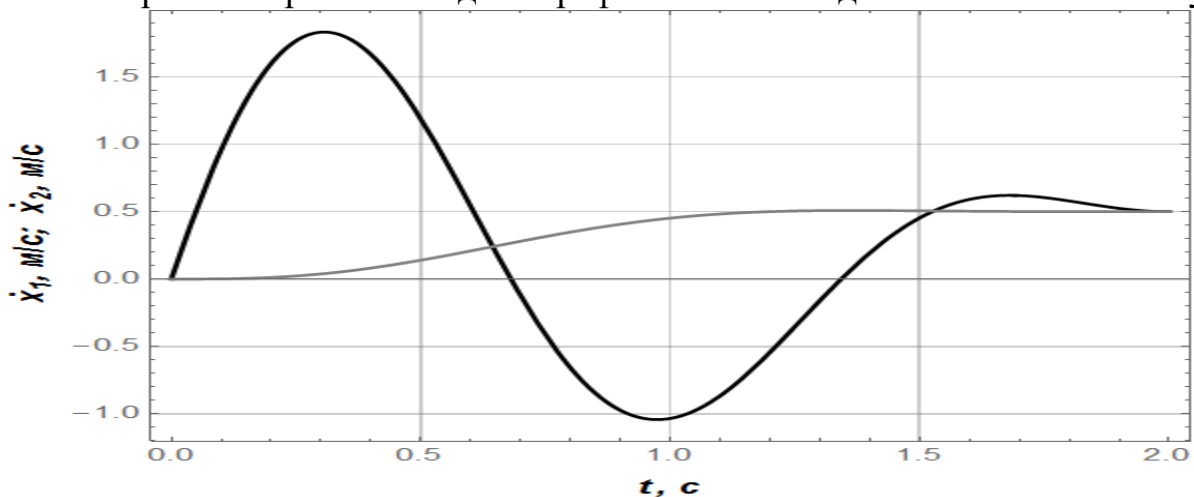


Рисунок 1- Графіки зміни швидкості візка та вантажу

З отриманих залежностей видно, що в процесі пуску механізму переміщення візка максимальне значення швидкості вантажу в 3,8 разів перевищує його усталене значення, а швидкість візка змінюється плавно

**Секція 6 *«Новітні матеріали і технології в
сільськогосподарському
машинобудуванні»***

УДК 621.9.048.6

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ПРИ РІЗАННІ МАТЕРІАЛІВ

С. В. ЛИСЕНКО старший викладач

О. Д. МАРТИНЕНКО к.т.н. доцент

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. У сучасних умовах велике значення має не тільки забезпечення високої якості виробів, а й зниження витрат виробництва внаслідок впровадження прогресивних методів обробки матеріалів різанням.

Операція ультразвукової обробки різанням пов'язана зі зняттям поверхневого шару матеріалу з заготовки та утворенням стружки; при цьому формоутворення нових поверхонь супроводжується деформуванням та руйнуванням поверхневих шарів матеріалу. Практично всі основні види обробки різанням можна виконувати з накладенням на інструмент ультразвукових коливань (точіння, свердління, фрезерування, протягування, нарізування різьблення і зубчастих коліс і т.і.).

Ультразвукові коливання малої амплітуди практично не впливають на розміри і форму одержуваних поверхонь, а висока частота таких коливань може суттєво змінити умови тертя та зношування різального інструменту. Ці коливання здатні викликати в системі ВПІД додаткові циклічні переміщення контактних поверхонь ріжучого інструменту щодо заготовки, зменшити опір зрізання стружки і полегшити процес стружкоутворення. Тому використання ультразвукових коливань є актуальним завданням металообробки.

Аналіз досліджень. В результаті накладання коливань ультразвукової частоти зменшується опір різання, підвищується точність обробки, знижується середня температура різання, виключається утворення наросту (при накладанні коливань у напрямку сили різання).

У всіх випадках ультразвукові коливання дозволяють зменшити пластичну деформацію оброблюваної поверхні, виключити утворення задирів, забезпечити плавний схід стружки, покращити змащувальну та охолоджувальну дію МОР, підвищити стабільність мікрогеометричних параметрів та зносостійкість оброблених заготовок.

Найбільшого поширення обробка різанням з ультразвуковими коливаннями набула при обробці дрібнорозмірних отворів у важкообробних матеріалах, особливо при нарізанні різьби.

Метою даної роботи є розгляд основних кінематичних залежностей, проведення аналізу процесу та технологічних особливостей ультразвукового різання, покращення умов роботи мітчика зменшенню сили тертя, що забезпечує покращенню відводу стружки та зменшення явища зхвачування.

Нарізання різьблення здійснюється шляхом накладання в осьовому напрямку на загальноприйнятну кінематичну схему обробки додаткового вібраційного руху з ультразвуковою частотою (рис.1).

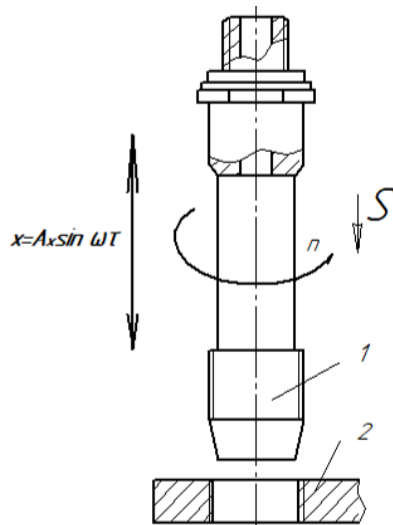


Рис.1. Принципова схема ультразвукового нарізання різьби:
1 – інструмент; 2 – заготовка.

Кінематичною особливістю нарізування різьби з ультразвуковими коливаннями в осьовому напрямку є суттєва зміна робочих кутів за один цикл коливань при несуттєвих змінах поперечного перерізу шару, що зрізається. Разом з тим наявність невеликого по амплітуді коливального руху високої частоти призводить до більш рівномірного розподілу навантаження між різальними зубцями мітчика і розширення різьби, що утворюється в отворі. Цей рух практично не впливає на точність різьби, що нарізається, проте істотно покращує умови роботи мітчика завдяки зниженню сили тертя і крутного моменту, поліпшенню відведення стружки, зменшенню явищ схоплювання. Додатковим позитивним фактором є ефект "бриючого" різання, що виникає завдяки руху з великою швидкістю вздовж ріжучої кромки.

Висновок. Ефективність застосування ультразвукових коливань при обробці отворів (свердлінні, зенкеруванні, розгортанні, різьбонарізанні) багато в чому залежить від способу приєднання змінного інструменту до концентратора коливальної системи ультразвукового оснащення (наприклад, змінної голівки). Найкращий акустичний контакт поверхонь, що сполучаються досягається при різьбовому з'єднанні.

Список використаних джерел

1. Мазур М. П., Внуков Ю. М., Грабченко А.І. та інш, Основи теорії різання матеріалів. Підручник для студентів вищих навчальних закладів, 2020.- 475.

УДК 621.923

СПЕЦІАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИСОКОТОЧНОЇ ОБРОБКИ ГІЛЬЗ БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ

В. Р. БІЛЕЦЬКИЙ к.т.н., доцент,
О. Й. ІВАНІЦЬКИЙ

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: mmctc-pny@online.ua

Екологічні вимоги сьогодення зобов'язують виконувати капітальний ремонт двигуна внутрішнього згоряння таким чином, щоб точність і якість обробки відповідали рівню параметрів заводської продукції. Такі вимоги також стосуються і робочої поверхні гільз блоку циліндрів. Для виконання цих норм стосовно блоку циліндрів його гільзи під час обробки піддаються фінішній операції хонінгування, призначеній для створення мастилоємної поверхні, а також для поліпшення геометрії циліндра і зниження шорсткості.

Однак під час проведення хонінгування основний час витрачається на переналагодження обладнання з одного розміру на інший шляхом заміни компонентів інструменту. Це обумовлюється великою кількістю типів і моделей ремонтіваних двигунів.

З огляду на вищевикладене, у ремонтній технології доцільно було б використовувати універсальний інструмент, який дав би змогу без переналагодження обробляти широкий діапазон отворів різних діаметрів з обов'язковим збереженням точності оброблення на рівні 0,005 мм.

Такий інструмент може бути реалізований шляхом переходу від конуса, що здійснює мікроподачу брусків у конструкції класичного інструменту, до механізму вал-рейка.

Варіант конструктивного рішення хонінгувальної головки подано на рис. 1. Ця головка може охопити діапазон оброблюваних діаметрів від 70 до 140 мм, а з використанням колодок декількох типорозмірів від 64 до 200 мм.

Для забезпечення заданої точності в 0,005 мм у конструкцію інструменту включено спеціальний редуктор (рис. 2), що являє собою двопозиційний планетарний механізм подвійного призначення, призначений для зменшення частоти обертання вихідної ланки (1-б) і перетворення обертального руху вихідної ланки (6-б) на поступальний рух колодок (8-б) з хонінгувальними брусками (9-в) через рейкову передачу (7-в).

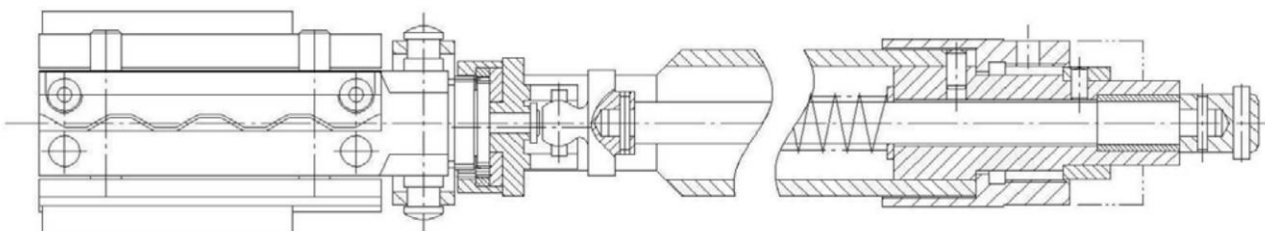


Рис. 1. Універсальна хонінгувальна головка.

Редуктор складається з муфти (1-а), в якій виконано отвір з ексцентриситетом від основної осі. У цей отвір на ковзній посадці встановлюється вал-шестерня (6-а), який через шайбу і гвинт фіксується від поздовжнього зміщення. У муфті є паз, за допомогою якого механізм з'єднується з подовжувачем, тобто муфта є водилом планетарного редуктора.

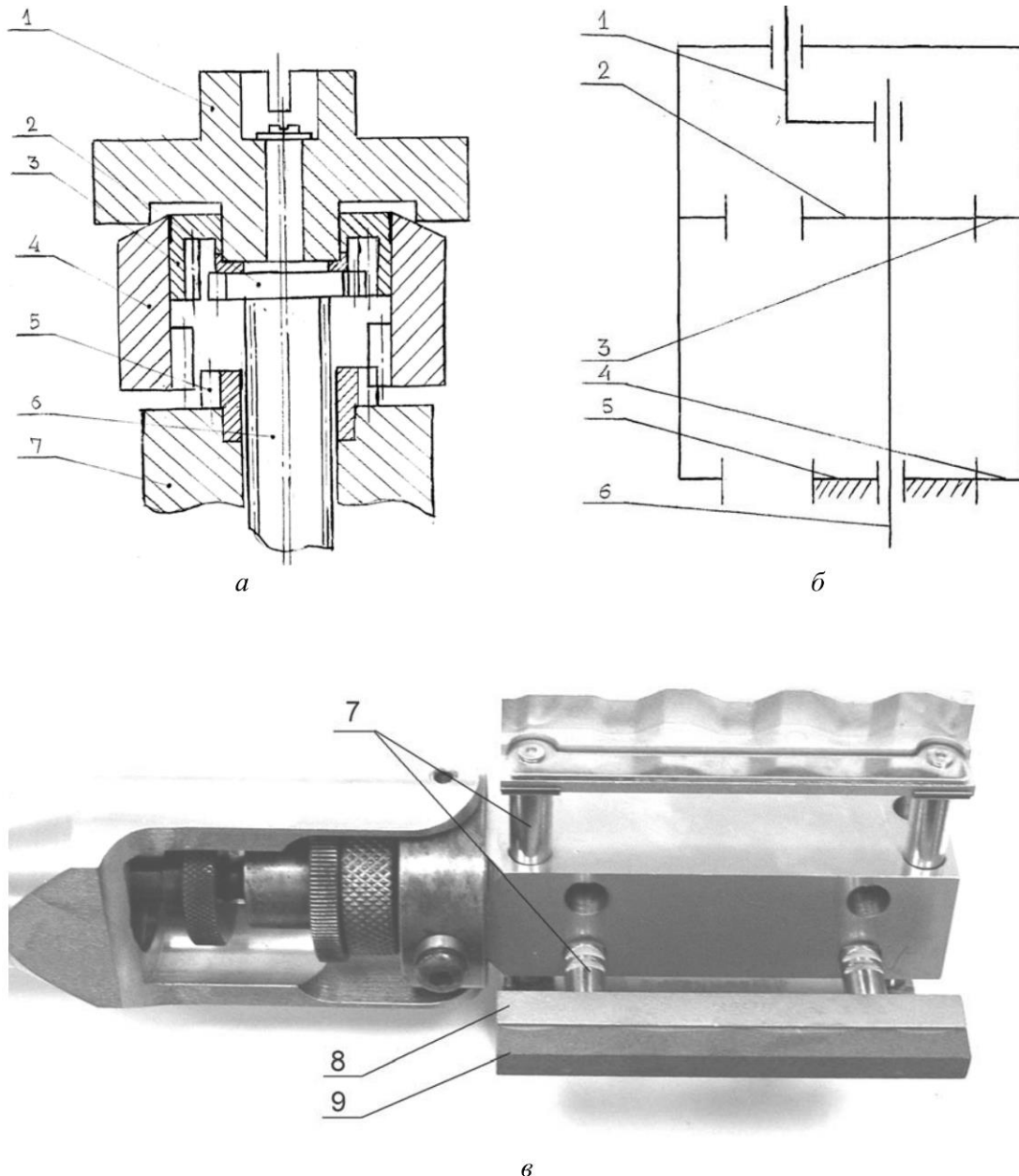


Рис. 2. Двопозиційний планетарний редуктор: а - конструктивне рішення; б – кінематична схема; в – у зборі з корпусом, колодками і подовжувачем.

На валу-шестерні жорстко закріплена шестерня (2-а), яка завдяки виконаному ексцентриситету здійснює планетарний рух відносно зубчастого колеса (3-а), що працює з нею у парі, яке виконане разом із зубчастим колесом (4-а), яке здійснює обкат на шестерні (5-а), нерухомо закріпленій на корпусі головки. Вал-шестерня є вихідною ланкою, з якою в корпусі з'єднуються зубчасті рейки, що передають поздовжнє переміщення колодкам із хонінгувальними брусками.

Резюмуючи вищесказане, можна зробити висновок, що застосування інструменту пропонуваної конструкції дасть змогу забезпечити точність 0,006 мм, а також створить можливість оброблення без переналагодження отвору діаметром від 70 до 140 мм, а в разі заміни колодок – діаметром від 64 до 200 мм. Використання нового спеціального інструменту, в конструкцію якого введено двоступеневий планетарний редуктор, значно скоротить час циклу обробки, що вкрай вигідно в ремонтному виробництві за доволі великої номенклатури типорозмірів блоків циліндрів, що обробляються.

УДК 669. 715. 621.

ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНА КАМАЗ.

О. Д. МАРТИНЕНКО, к.т.н., доцент;

А. К. АВТУХОВ, д.т.н., професор;

С. В. ЛИСЕНКО, ст. викладач;

Д. Є. БУРЗАК, магістрант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна.

E-mail: martynenko_dm@ukr.net

У роботі розглянуто: способи загартовування робочої поверхні гільз циліндрів двигуна внутрішнього згоряння КАМАЗ, їхні переваги й недоліки; матеріали, з яких виготовляють циліндри двигунів світові виробники; недоліки в технології виготовлення циліндрів із сірого чавуну. Досліджено вплив режимів лазерної обробки на структуру та фазовий склад, а також фізико-механічні властивості внутрішньої поверхні гільз циліндрів.

Ключові слова: лазерна термообробка (ЛТО), циліндр, чавун, зміцнення, відновлення.

Збільшення моторесурсу двигунів внутрішнього згоряння пов'язане насамперед із підвищенням довговічності та надійності деталей циліндропоршневої групи, зокрема - гільз циліндрів.

Сучасні методи зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів ДВЗ [1]:

1) Легування чавунних гільз циліндрів є одним із методів зміцнення гільз циліндрів двигуна. Методика легування чавуну гільзи циліндрів заснована на забезпеченні зміцнення металевої матриці, що відбувається завдяки гальмуванню дислокацій впроваджених атомів. Така методика зміцнення дає змогу підвищити твердість поверхні гільзи під час нагрівання та опір деформації.

2) Азотування чавуну гільзи циліндрів - засноване на утворенні пластичної карбонітридної фази, яка підвищує твердість і зносостійкість робочої поверхні чавунної гільзи циліндрів. Недоліком азотування чавуну

гільзи циліндрів є погане припрацювання під час експлуатації, що веде до погіршення шорсткості поверхні гільз. Отже, застосування азотування чавуну гільз циліндрів двигунів, які працюють у значно запиленому середовищі, не є особливо ефективним.

3) Сульфідкування і фосфатування чавуну гільзи циліндрів утворює на поверхні гільзи циліндрів міцний шар сірчистого (фосфорнокислого) заліза, який володіє хорошими характеристиками, що забезпечують низький коефіцієнт тертя, високу зносостійкість, хороше припрацювання.

Недоліком сульфідкування чавуну гільзи циліндрів є утворення корозії з високою ймовірністю ушкодження під час експлуатації.

4) Поверхнєве зміцнення гільзи циліндрів пластичною деформацією - засноване на застосуванні пластичності матеріалу. Обробка пластичним деформуванням дає змогу підвищити зносостійкість, твердість, корозійну стійкість, втомну міцність матеріалу завдяки видаленню мікротріщин і ризик на поверхні.

5) Загартування гільз циліндрів. Загартування гільз циліндрів засноване на використанні струмів високої частоти і забезпечує зміцнення на глибину до 2,5мм. Такий спосіб загартування забезпечує підвищення твердості матеріалу до 38-48HRC. Глибина зміцнення під час загартування гільз циліндрів двигуна дає можливість виконувати їх обробку під ремонтні розміри, що є перевагою цього способу, з погляду подовження робочого ресурсу відновленої деталі.

Використовуване нині для зміцнення гільз циліндрів загартування струмами високої частоти (ТВЧ) не забезпечує необхідної довговічності деталей і, крім того, пов'язане з великою неоднорідністю властивостей і високим відсотком браку внаслідок розтріскування та деформації деталей у процесі обробки.

Зі сказаного вище становить, що для обробки чавунних гільз циліндрів необхідно використовувати такі методи зміцнення, які забезпечують високу якість відновлення поверхні та необхідні її міцності характеристики.

Слід зауважити, що за хімічним складом матеріал гільз циліндрів двигунів, вироблених в зарубіжних, а також у країнах СНД і вітчизняних підприємствах, різняться незначно.

Нині для підвищення зносостійкості поверхонь тертя в сучасному машинобудуванні широкого поширення набуває високоефективний метод зміцнення - ЛТО. Це зумовлено певними перевагами цього способу нагріву порівняно з традиційними джерелами енергії, застосовуваними під час відновлення і зміцнення деталей. До них слід віднести насамперед можливість високої концентрації енергії на одиницю площі, і відповідна можливість нагрівання та охолодження з надвисокими швидкостями в практично необмеженому інтервалі температур. Можливість здійснення локального нагріву і зміцнення у важкодоступних місцях забезпечує інтенсивне відведення тепла в основну масу оброблюваної деталі внаслідок теплопровідності, що забезпечує проходження загартовуваних процесів і відсутність загальної деформації та викривлення деталей у процесі оброблення при збереженні

властивостей серцевини.

ЛТО робочої (внутрішньої) поверхні здійснювали за допомогою однооборотної спіралі, отриманої при одночасному обертанні і поздовжньому переміщенні лазерного променя уздовж циліндра. Обробку проводили за допомогою лазерної безперервно-хвильової CO₂ установки "Комета-2", режими встановлювали в діапазоні потужності 0,8-1,2кВт, радіус лазерної плями -2-4мм. Різні схеми зміцнення внутрішньої робочої поверхні гільзи реалізували за рахунок зміни швидкості поздовжнього переміщення променя в процесі ЛТО.

Незважаючи на те, що в даний час опубліковано велика кількість робіт про вплив ЛТО на різні матеріали з конкретними рекомендаціями з вибору оптимальних режимів обробки [2, 3, 5, 7], використання лазерного випромінювання в кожному конкретному випадку вимагає детального і глибокого опрацювання. Оскільки при впровадженні ЛТО поряд з енергетичними характеристиками випромінювання важливе значення мають особливості зміцнюваного матеріалу, а також конфігурація деталі та умови її роботи то необхідно не тільки визначити оптимальні параметри лазерного оброблення, а й вибрати певні схеми зміцнення деталі, розробити спеціальне оснащення [7, 8, 9], яке б дало змогу на практиці реалізувати розроблені схеми і режими ЛТО.

Для відпрацювання параметрів процесу ЛТО було відібрано 6 гільз. При хімічному аналізі матеріалу досліджуваних гільз було встановлено, що він відрізняється щодо вимог стандарту - дещо знижений порівняно з вимогами вміст марганцю і хрому, а також підвищений - сірки.

Базою для порівняння було обрано гільзу, зміцнену за серійною технологією із загартуванням ТВЧ, глибина загартованого шару в якій становила 1,5-2,0мм за умови 100%-го заповнення робочої поверхні гільзи.

Після ЛТО була проведена остаточна механічна обробка гільз хонінгуванням до потрібного розміру, припуск під ЛТО становив 0,1 мм на бік.

Результати випробувань на зносостійкість (час випробування $\approx$ 100год). показали що ЛТО у всіх випадках забезпечує підвищення зносостійкості робочого шару дзеркала гільз циліндрів в 2,2-4,5 рази. Крім того, значно перевищує зносостійкість серійних деталей, загартованих ТВЧ. Найбільш високий опір зношуванню мають гільзи, оброблені без оплавлення або з локальними зонами оплавлення робочої поверхні. Важливим результатом є й те, що під час роботи в парі з деталями, зміцненими ЛТО, істотно зменшується зношування і сполученого контртіла - хромованого поршневого кільця.

Список використаних джерел

1. Захаров Ю. А., Рибакowa Л. А. Основні способи зміцнення робочої поверхні гільз циліндрів двигунів автомобілів // *Молодий учений*. - 2015. - №2. - С. 157-160.
2. //www.autoezda.com/studentsauto/1242-tipu-materialov.html
3. Солових Є.К. Тенденції підвищення працездатності гільз циліндрів

ДВЗ / Є.К. Солових // *Проблеми трибології (Problems of tribology)*. - Хмельницький: ХНУ, -2009. - № 2. - С.47-57.

4. Іващенко С.Г., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Шержуков І.Г., Трідуб О.Г. Аналіз якості та зносу гільз циліндрів дизелів зарубіжного виробництва // *"Механізація та електрифікація сільського господарства"* / М.: 1997, № 7. С. 29-30

5. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В., Скобло Т.С., Мартиненко О.Д., та ін.. *Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1* / За ред. Сідашенка О.І., О.В. Тіхонова. Навчальний посібник. Харків: ТОВ "Пром-Арт". - 2018. - 416с.

6. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Авак Е.А., Слоновський М.В. Зміцнення втулок гідронасосів з алюмінієвих сплавів // *Механізація та електрифікація сільського господарства*. - 1995. - № 11. - С.24-25.

7. Аулін В.В. Визначення технологічних параметрів лазерної обробки деталей з урахуванням специфіки впливу променя на конструкційні матеріали / В.В. Аулін, О.Й. Мажейка, Є.К. Солових // *Вісник інженерної академії України*. -2002. -№ 2. -С.30-41.

8. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Слоновський М.В. Спосіб відновлення та зміцнення деталей лазерним променем. // *Зб. наук. тр.: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вип. 4.* - Харків: ХДТУСГ, 2000. - С.82-87.

9. Мартиненко О.Д., Скобло Т.С., Сідашенко О.І., Науменко О.О., Слоновський М.В. Метод відновлення довгомірних деталей, попередньо підданих хіміко-термічній обробці // *Труди 5^{-ої} МНПК. "Фізичні та комп'ютерні технології в народному господарстві"*. - Харків: ХНПК "ФЕД". 2002. - С. 367- 371.

УДК 621

ОПТИМІЗАЦІЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ І ЛЕГУВАННЯ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЧАВУНІВ

С. П. ЖАКУН, студент, бакалавр,
Державний біотехнологічний університет,
E-mail: serikzhakun111@gmail.com

Чавун – один із найбільш поширених матеріалів у сучасній інженерії, завдяки своїй високій міцності, зносостійкості та легкості обробки. Однак, для досягнення певних властивостей чавуну і підвищення його характеристик важливо проводити оптимізацію процесу його виготовлення та властивостей за допомогою модифікації та легування.

На сьогоднішній день, з розвитком технологій та вимогами ринку, виникає необхідність в створенні чавуну з покращеними властивостями. Це стосується як його міцності, так і здатності працювати при підвищених температурах та агресивних середовищах. Оптимізація впливу модифікування і легування на структуроутворення конструкційних чавунів вирішує ці завдання та є актуальною науковою проблемою.

Роботи з проблематики модифікації та легування чавуну ведуться рядом вчених у всьому світі. Наприклад, професор Іваненко О.П. з Інституту Матеріалознавства та Зварювання АН України досліджує вплив модифікаторів, таких як залізо-вмісні інгібітори, на мікроструктуру та механічні властивості чавуну. Роботи доктора Хуана Мартінеса з Університету Кастилії-Ла-Манчи в Іспанії зосереджені на вивченні ефективності додавання легуючих елементів, таких як хром та нікель, на формування графітової структури в чавуні [3].

Задача оптимізації впливу модифікування та легування на структуроутворення конструкційних чавунів є важливою і актуальною в галузі матеріалознавства та металургії. Вчені з усього світу працюють над вирішенням цієї проблеми, зосереджуючись на різних аспектах впливу модифікаторів та легуючих елементів на властивості чавуну [1].

Професор Іваненко О.П. з Інституту Матеріалознавства та Зварювання АН України досліджує вплив залізо-вмісних інгібіторів на мікроструктуру та механічні властивості чавуну. Дослідження доктора Хуана Мартінеса з Університету Кастилії-Ла-Манчи в Іспанії зосереджені на вивченні ефективності додавання легуючих елементів, таких як хром та нікель, на формування графітової структури в чавуні. Професор Мітчелл Чіквоунке з Університету Мічигану (США) спеціалізується на вивченні металургійних процесів та розвитку нових матеріалів. Його дослідження зосереджені на оптимізації процесів легування чавуну для досягнення покращених механічних властивостей та стійкості до корозії. Професор Хангуо Лі з Технічного університету Шеньян (Китай) спеціалізується на розвитку нових сплавів та оптимізації їх структури через легування. Його дослідження включають аналіз впливу різних легуючих елементів на мікроструктуру чавуну та його механічні властивості.

Доктор Елізабет Картрідж з Імперського коледжу Лондона (Велика Британія) спеціалізується на використанні передових аналітичних методів для вивчення структури матеріалів. Її дослідження в області модифікації чавуну включають використання скануючої електронної мікроскопії та рентгенівської дифракції для детального аналізу мікроструктури та фазових перетворень.

Професор Рафаель Сімонс з Технічного університету Мюнхена (Німеччина) вивчає вплив термічної обробки на структуру та властивості чавуну. Його дослідження допомагають встановлювати оптимальні режими обробки для отримання чавуну з покращеними механічними властивостями.

Ці вчені разом з багатьма іншими займаються важливими дослідженнями, які допомагають розширювати наше розуміння процесів модифікації та

легування чавуну і сприяють розвитку нових технологій виробництва матеріалів з покращеними властивостями [2].

Основний зміст роботи полягає в аналізі та узагальненні результатів досліджень щодо впливу модифікації і легування на структуроутворення конструкційних чавунів. Вона включає в себе експериментальні дані, отримані в ході лабораторних досліджень, а також теоретичні розрахунки і моделювання процесів, які відбуваються при модифікації та легуванні чавуну.

В результаті аналізу було встановлено, що модифікація та легування чавуну дійсно можуть значно покращити його властивості. Виявлено, що введення певних модифікаторів та легуючих елементів може сприяти утворенню більш однорідної графітової структури, що в свою чергу позитивно впливає на механічні властивості матеріалу. Однак, варто зазначити, що оптимальні умови модифікації та легування можуть варіюватися в залежності від вихідних властивостей чавуну та конкретних умов його застосування. Тому подальші дослідження в цій області є необхідними для розробки більш ефективних та економічно вигідних технологій виробництва конструкційних чавунів.

Список використаних джерел

1. Структура та опір руйнуванню залізобетонних сплавів / Остап О.П., Волчок І.П., Колотілкін О.Б., Андрейко І. М., Стадник М. М., Силованюк В. П., Слинько Г. І. - Львів: Національна академія наук України. Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка, 2021.- 272 с.
2. Слинько Г.І. Вплив металургійних факторів на механічні та службові властивості фосфористих чавунів // Вісті Академії інженерних наук України. - 2015. - № 3. - С. 126-129.
3. Широков В. В., Волчок І. П., Слинько Г. І., Арендар Л. А. Трибологічні властивості високоміцних чавунів з фосфідною евтектикою //Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні. - 2020. - №1. - С. 51 - 53.

УДК 669.14.018.25:620.18:539.374

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГАРТОВАНOSTІ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ

Є. Г. АФТАНДІЛЯНЦ, доктор технічних наук, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: aftyev@yahoo.com

Прогартованість характеризує здатність сталі приймати загартування на певну глибину і є однією з основних характеристик, що дозволяє прогнозувати розподіл структурних складових по перерізу виливка або деталі.

Дослідження впливу різних факторів на прогартованість конструкційних сталей показують, що прогартованість конструкційної сталі визначається в основному стійкістю аустеніту до переохолодження і, отже, повинна залежати від розміру зерна аустеніту, ступеня легування твердого розчину та вмісту в ньому вторинних фаз. Враховуючи, що прогартованість визначається, в основному, як відстань від поверхні деталі або виливка до зони, що містить 50% мартенситу, визначили вплив хімічного складу сталі і температури гартування на твердість зони, що містить 50% мартенситу.

Математичний аналіз показав, що твердість напівмартенситної зони конструкційних сталей з ймовірністю 99% та похибкою $\delta = 1,31\%$ описується наступним рівнянням

$$HRC_{(50\%M)} = 32 + 54 \cdot C + 4,64 \cdot Mn - 10,9 \cdot C \cdot Mn + 3,34 \cdot C \cdot Cr - 2,49 \cdot C \cdot Mn \cdot Cr - 0,013 \cdot t_q, \quad (1)$$

$$R=0,994; F_{6/81}=2538 > F_T^{0,01}=2,92$$

З урахуванням встановленої залежності методом торцевого гартування, визначили прогартованість литих конструкційних сталей, що містять від 0,19 до 0,52% масової частки вуглецю; 0,14-0,86 -кремнію; 0,76-2,14 марганцю; 0,03-1,33 хрому; 0,003-0,023 сірки; 0,005-0,024 фосфору; 0,005-0,018 азоту; 0,007-0,07 алюмінію; до 0,13 ванадію; 0,035 титану; 0,003 бора, в інтервалі температур гартування від 900 до 1000 °C.

Приймаючи за незалежні чинники ступінь легування твердого розчину, розмір зерна аустеніту та вміст у ньому нітридів ванадію, алюмінію та титану, побудували математичну модель прогартованості конструкційної сталі, яка має такий вигляд:

$$H = 351 \cdot Si - 56,5 - 1,84 \cdot D_a \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 90 \cdot Mn + 60,7 \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 1067 \cdot C \cdot Si + 538 \cdot C \cdot Mn - 243 \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a) - 57,9 \cdot Si \cdot Mn + 54,8 \cdot Si \cdot Cr + 7,82 \cdot D_a \cdot (C + N_a + B) \cdot (Si + Mn + Cr + V_a), \quad (2)$$

$$R = 0,981; \delta = 12,8 \%; F_{10/29} = 72,5 > F_T^{0,01} = 3,0$$

Аналіз рівняння 2 показує, що вплив легуючих елементів і домішок на прогартованість стали пов'язано в основному з їх твердорозчинною дією і зміною розміру зерна аустеніту. Слід зазначити, незначний вплив вторинної фази, який враховується, мабуть, розміром зерна аустеніту.

Приймаючи за базу сталь 30ХГСЛ, визначили ефективність впливу C, Si, Mn, Cr, V, N і V+N на прогартованість стали залежно від ступеня перегріву аустеніту над температурою t_{ac3} .

Результати розрахунків показують, що зміна легуючими елементами розміру зерна аустеніту і ступеня легування твердого розчину така, що при мінімальному ступені перегріву ($t_q = 900$ °C) марганець, хром, вуглець і азот закономірно підвищують, ванадій і спільне легування стали азотом і ванадієм, а кремній екстремально змінює прогартованість сталі. Що стосується торцевого гартування від 1050 °C, тобто. при максимальному перегріві, ефективність впливу елементів змінюється як кількісно, а й якісно. Наприклад, легування сталі кремнієм і спільно 0,1%V і 0,015%N призводить до підвищення прогартованості сталі. При великих добавках азоту і ванадію прогартованість сталі знижується.

Слід зазначити, що зі збільшенням ступеня перегріву аустеніту ефективність впливу елементів крім марганцю і азоту зростає, що свідчить про істотний вплив твердорастворного чинника. Зниження ефективності впливу таких аустенітоутворюючих елементів як марганець і азот пов'язане, мабуть, зі збільшенням вмісту сталі залишкового аустеніту.

Порівнюючи усереднений питомий вплив елементів на прогартованість конструкційної сталі слід зазначити, що найбільш перспективним є її легування азотом.

УДК 631.31

РОЗРОБКА СПОСОБУ ЗМІЦНЕННЯ ПЛУЖНИХ ЛЕМЕШІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ВАЛИКІВ

І. М. РИБАЛКО, доктор технічних наук, доцент
О. В. ТІХОНОВ, кандидат технічних наук, доцент
В. В. ДІОРДІЙЧУК, здобувач вищої освіти
Державний біотехнологічний університет, м. Харків
E-mail: kafedraTSRP@i.ua

Незважаючи на досить широке впровадження в останні десятиліття ґрунтозахисних технологій, оранка лемішно-відвальними плугами поширена як найефективніший вид основної обробки ґрунту. Основна обробка ґрунту є найбільш енергоємною та ресурсозатратною операцією при виробництві продукції рослинництва. На її припадає близько 40% енергоресурсів сільського господарства.

Основною деталлю плуга, що визначає енергетичні, якісні показники, і навіть тривалість безвідмовної працездатності плуга, є леміш, тобто. від стану лемеша залежать ресурси, що витрачаються на обробіток ґрунту. У масовому виробництві нині перебувають долотоподібні лемеша П-702А, що виготовляються із сталі Л53 і 65Г. Ці лемеші мають складну форму, технологія виготовлення їх заснована на застосуванні спеціального обладнання, а самі лемеші не завжди забезпечують необхідні показники плуга (рис.1).

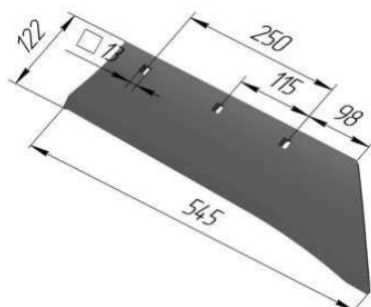


Рисунок 1 –Леміш плуга

Типовий характер зносу серійних леміш показаний на рис. 2 [1-5]. Тому до лемеша пред'являються особливі вимоги з погляду його конструкції, режимів термообробки та виду зміцнюючої технології як при виготовленні, так і відновленні. Застосовуваний матеріал повинен бути зносостійким, мати високу ударну в'язкість, оскільки леміш в процесі експлуатації зазнає значних динамічних навантажень з боку абразивного середовища.

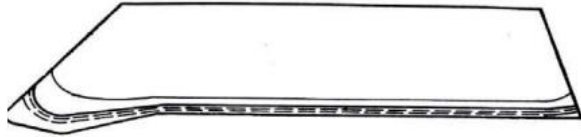


Рисунок 2 – Контур зносу леміша

Наведені нижче способи збільшення ресурсу суцільнометалевих плужних лемешів засновані на попередженні та гальмуванні таких найбільш поширених дефектів, як променеподібне зношування та затуплення заглиблюючої частини шкарпетки.

Для збільшення довговічності лемеша (рис 3.) при експлуатації на піщаних ґрунтах з кам'янистими включеннями та зношувальною здатністю більше 300 г/га в конструкцію серійної деталі, вносяться такі зміни: армуючі валики формуються в області ймовірного променеподібного зносу; на зовнішній поверхні заглиблювальної частини додатково наплавляється і термозміцнюється метал завширшки не менше 100 мм. Внаслідок таких конструктивних доповнень та змін ресурс підвищується приблизно в 1,8-2 рази.

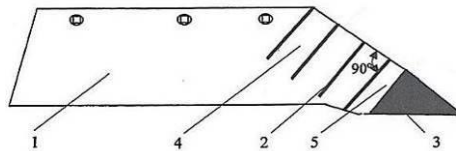


Рисунок 3—Леміш з армованим долотом і напавленою частиною, що заглиблює: 1 – леміш; 2 – армуючий валик; 3 – область напавлення; 4 – носок; 5 – заглиблююча частина

З літературних джерел відомі схеми зміцнення поверхні лемеша шляхом напавлення одиночних валиків (рис. 4).

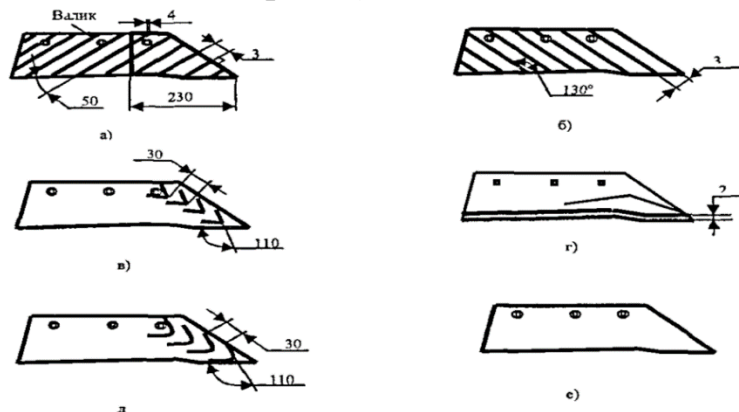


Рисунок 4 –Схеми напавлення валиків на поверхню леміша

З результатів польових випробувань авторами встановлено, що за схемою а середнє зношування на гектар становить – 68,5г/га, схемою б – 76,23г/га, схемою – 85,44г/га, схемою г – 117г/га, схемою д – 78,36г/га, нового серійного леміша е – 108,67г/га. Наплавлення валика проводили електродом марки Э50А-УОНИ-13/55-УО-А $d_e=4$ мм.

На основі аналізу запропоновано спосіб зміцнення плужних лемішів шляхом отримання більш рівномірної поверхні тертя (рис. 2). Наплавлення валиків проводили електродом Ø3,0мм УОНИ-13/55 на лицьовій стороні леміша згідно схеми (рис. 5). Параметри режиму: напруга – 220В, сила струму – 170А, витрата електродів на 1 леміш – 4 шт.

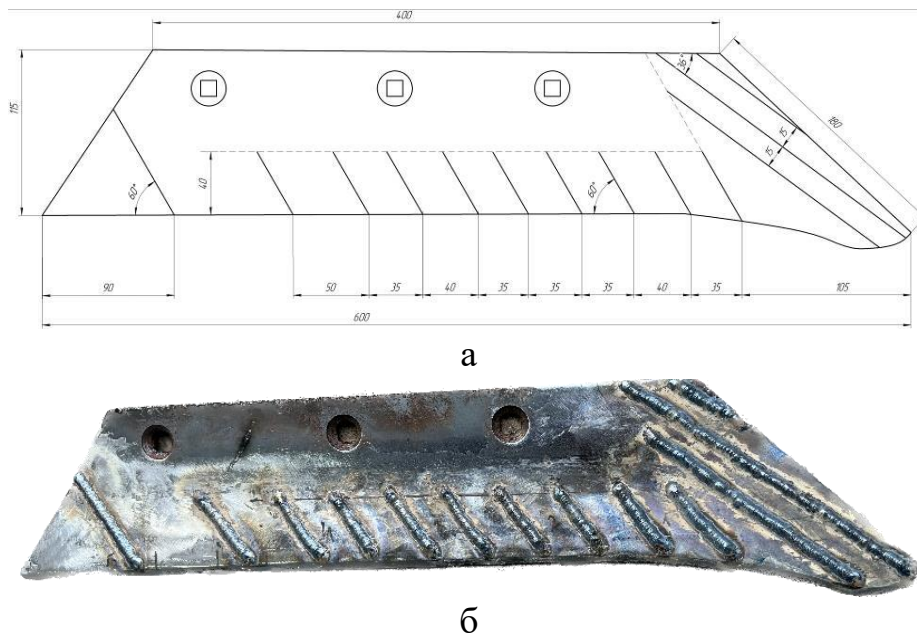


Рисунок 5 – Схема зміцнення леміша (а) та експериментальний зразок (б)

Список використаних джерел

1. Денисенко, М.И. Износ и повышение долговечности рабочих органов сельскохозяйственных машин / Денисенко М.И., Опальчук А.С. // Вестник ТНТУ. 2011. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 201–210
2. Повышение работоспособности деталей рабочих органов сельскохозяйственных машин / И.Н. Шило и др. – Минск: БГАТУ, 2010. – 320с.
3. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: Монографія. / В.В. Аулін, А.А. Тихий – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2017. – 279с.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник. Т.І: Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. ч. 1 / П. М. Заїка - Харків: Око, 2001. – 444 с.
5. Рибалко І.М. Дослідження способів підвищення довговічності нових лемішів наплавленням бар'єрних валиків / І.М. Рибалко, О.В. Тіхонов, В.В. Діордійчук // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції

«Молодь і технічний прогрес в АПВ» 23-24 листопада 2023 року. – Харків: ДБТУ, 2023. – С. 460-461.

УДК 669:620.18

ЛЕГОВАНІ БОРОМ СТАЛІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

Леговані бором сталі використовуються для виготовлення деталей сільськогосподарських і промислових машин: ножів грейдера, гусеничних ланцюгів, дробильних машин, ножів та різальних сегментів, плугів, дисків для борони та інших.

Сталі леговані бором мають певні переваги - висока прогартованість, висока міцність в загартованому стані, зручність виготовлення складних конструкцій і деталей при пластичній деформації, пластичність і хороша оброблюваність різанням в гарячекатаному стані, зносостійкість, в'язкість і стійкість до тріщин;

В Європі, виробники сільськогосподарської техніки використовують низьколеговані борвмісні сталі (наприклад, Boron 24, виробник SSAB). Щоб замінити деталі імпортової техніки, яка вийшла з ладу в Україні для сільськогосподарських машин почали випускати сталь 30MnB5 Українського виробництва (виробник Метінвест). Після гартування і відпуску, деталі з цієї сталі набувають підвищену експлуатаційну стійкість – ресурс їх роботи в два-три рази вище в порівнянні з деталями зі сталі 65Г, яка використовується в Україні для аналогічних деталей. Інша борсталь, яка випускається в Україні і Європі (Італія), з підвищеними міцністю і жароміцністю - 38MnB5, а також низьковуглицева 27MnCrB5 з кращою прогартовуваністю, більш високою міцністю і покращеною зварюваністю.

Сталь 30MnB5 лише одна з різновидів борсталей, але одна з найпопулярніших. Сталь містить 0,27-0,33% вуглецю, 1,15-1,45% марганцю, до 0,025% фосфору, до 0,4% кремнію, 0,0008-0,0050% бору. Сталь використовується в сільськогосподарському машинобудуванні для виготовлення зносостійких накладок, ножів грейдера, гусеничних ланцюгів, футерувальних та сортувальних плит, молотків кормодробарок, ножів та різучих сегментів, ручних інструментів, плугів та дисків.

Також машинобудівні заводи, що працюють в аграрному секторі, такі марки стали, як: 20MnB5, 22MnB5, 33MnB5, 38MnB5.

Вуглецева борсталь 15B30 виготовляється відповідно до обмежень щодо хімічного складу Американського інституту чавуну та сталі (AISI) і Товариства автомобільних інженерів (SAE). В сталь 15B30 бор додається для покращення прогартовуваності, міцності та зносостійкості порівняно зі звичайною вуглецевою сталлю з таким самим вмістом вуглецю.

Сталь містить 0,27-0,35% вуглецю, 0,7-1,2% марганцю, 0,03% фосфору і 0,01 фосфору, 0,15-0,35 кремнію, 0,0005-0,003% бору. Загальне застосування сталі 15B30 включає в себе інструменти для роботи на землі та деталі для сільськогосподарських машин, такі як диски культиваторів, підмітальні машини та шипи.

УДК 621.762.669.018

СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ

Г. М. ПОХИЛЕНКО, старший викладач

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: pokhilenko@nubip.edu.ua

Сучасні інструментальні матеріали дуже різноманітні за складом, покриттям, формою ріжучих частин та їх розвиток постійно продовжується. При цьому вдосконаленню піддаються як самі інструментальні матеріали, так і технології їх виготовлення. Результатом цих процесів є широкий асортимент високопродуктивного інструменту для операцій різних типів, таких як точіння, фрезерування, розточування, свердління та інших.

Усі ріжучі матеріали розділяють на дві групи: основні та додаткові. Сплави основної групи мають досить широку область застосування в залежності від умов роботи, властивостей оброблювального матеріалу, технологічних вимог і їх необхідно розглядати як перший вибір. Додаткові матеріали призначені для доповнення або розширення застосування основних сплавів. Найчастіше додаткові матеріали виступають в якості їхньої альтернативи.

Наприклад, (марки інструментальних сплавів вказані згідно ISO/ANSI залежно від їхньої зносостійкості та міцності) основний твердий сплав із дрібнозернистою структурою GC1515 з CVD покриттям призначений для чистової обробки низьковуглецевих і низьколегованих сталей та інших в'язких матеріалів на середніх та низьких швидкостях різання, таких як ISO P25(діапазон P10-P30)/ANSI C6. При обробці різанням цим твердим сплавом можна отримати поверхню високої якості при забезпеченні плавності процесу різання, а відмінна стійкість до термічного удару робить сплав придатним для легкого переривчастого різання. Додатковий дрібнозернистий твердий сплав із

покриттям PVD GC1125 призначений для оброблювання матеріалів того ж діапазону P25(P10-P30)/ANSI C6 доповнює сплав GC1515 в області чистового точіння низьковуглецевих сталей на невисоких швидкостях різання та з невеликими значеннями подач. Цей твердий сплав має можливість працювати на більш високих швидкостях різання, а плавний процес різання та висока міцність ріжучої кромки забезпечують високу якість поверхні.

До групи ISO P відносяться сталі, сталеве литво та ковкий чавун які при обробці утворюють зливну стружку. Наприклад, ISO P1 – нелеговані сталі, ISO P2 – низьколегована сталь (легуючи елементи менше 5%), ISO P3 – високолегована сталь (легуючи елементи більше 5%), ISO P4 – порошкові сталі.

Згідно з ISO є наступні групи оброблюваних матеріалів згідно яких вибирають марки основних і додаткових марок ріжучого інструмента. Група M включає – аустенітні, феритні, мартенситні неіржавіючі сталі, сталеве литво, марганцеві сталі, легований і ковкий чавун, інструментальні сталі. В групу K входять чавуни, відбілений і ковкий чавун, чавун, який при обробці різанням дає елементну стружку. Група N це кольорові метали і сплави, S – жароміцні та титанові сплави, H – матеріали, які мають високу твердість.

УДК:621.771

ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАЄВТЕКТОЇДНОЇ СТАЛІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОРМУВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

А. К. АВТУХОВ, доктор технічних наук, професор
Є. В. КОВАЛЕВСЬКИЙ, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
О. І. БОНДАР, здобувач вищої освіти СВО «Магістр»
Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Якість машин і обладнання сільськогосподарського виробництва суттєво залежить від матеріалів, що використовуються для їх виробництва. Значна кількість деталей виготовляється з різних видів металопродукату, що виготовляється на прокатних станах металургійних підприємств.

В останні роки на прокатних станах широко використовуються прокатні валки, що виготовлені з заєвтектоїдних та графітизованих сталей[1]. Вони відрізняються від традиційних сплавів тим, що включення графіту формуються не в процесі графітизуючого відпалу, а кристалізуються з рідкого розплаву. Це дає можливість отримувати прокатні інструменти із заданими експлуатаційними характеристиками шляхом варіювання хімічного складу та застосування різних технологічних прийомів.

Графітизовані сталі, порівняно з низьколегованими сталями типу "адаміт" (наприклад, 150ХНМ), володіють більш високою міцністю, пластичністю та технологічністю при литті. Вони поділяються на нелеговані та низьколеговані

групи, залежно від вмісту легуючих елементів. Вміст вуглецю та кремнію в таких сталях зазвичай знаходиться в межах 1,0-2,0%. Зі збільшенням вмісту вуглецю зазвичай зростає і концентрація кремнію.

Різноманітність складів графітизованих сталей визначається їх призначенням та вимогами до експлуатаційних характеристик, таких як твердість, міцність, зносостійкість, термічна витривалість та тріщиностійкість. Для застосування в проміжних клітинах сортових та рельсобалочних станів вміст вуглецю може бути підвищений до 1,8-1,9%, щоб забезпечити необхідну частку карбідної фази та високу зносостійкість.

Застосування графітизованих сталей в обтискних та чорнових клітинах вимагає підвищеної міцності, що досягається за рахунок вмісту вуглецю до 1,3-1,5% та введенням легуючих добавок, які стабілізують карбідну фазу при температурних та механічних навантаженнях. Такі вимоги можуть бути отримані, як за рахунок оптимізації хімічного складу, так і завдяки проведенню термічної обробки.

Список використаних джерел

Виробництво та застосування прокатних валків: довідник / Т. С. Скобло та ін; за ред. Т. С. Скобло. Харків, 2013. ЦД №1. 572 с.

ОТРИМАННЯ ТА АТЕСТАЦІЯ НАНОЧАСТИНОК БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ

К. Г. ЛОПАТЬКО д.т.н. професор
К. В. ВИНАРЧУК, аспірантка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Основна концепція застосування наноматеріалів базується на таких оцінках, як природна біогенність металу, розміри та концентрація наночастинок. Нами розглядається критерій біологічної функціональності - будова наночастинок. Відомо, що будова наночастинок є неоднорідною. Наша гіпотеза базується на припущенні, що дефекти кристалічної будови нанорозмірного об'єкта є результатом фундаментальних фізичних процесів, що супроводжують утворення наночастинок. У цьому випадку важливо враховувати спосіб їх синтезу. Порівняння біологічних властивостей наноматеріалів, отриманих різними методами, підтверджує припущення про різний вплив наночастинок на біологічні організми в залежності від методу синтезу. Але у першу чергу враховується природна біогенність металу, тобто наявність у даного металу біологічних функцій.

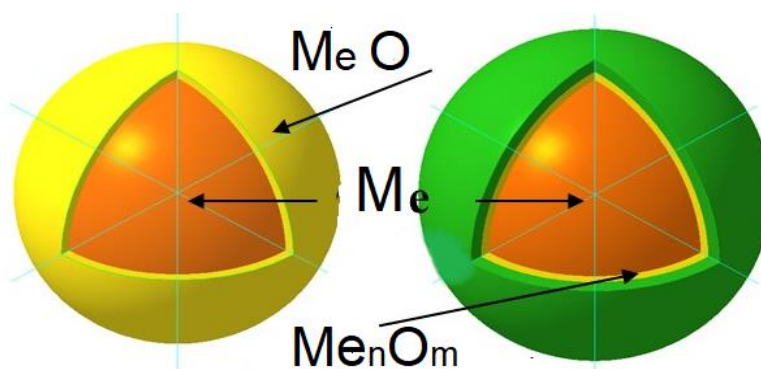


Рис. Загальна будова наночастинок металів отриманих електроіскровим синтезом

Наночастинки металів, що отримані електроіскровим методом переважно мають полікристалічну багатофазну структуру, що доведено методами електронної мікроскопії та рентгеноструктурного аналізу. Встановлено існування частинок, як з монокристалічною так і з аморфною будовою.

Електро-фізичні параметри та умови синтезу дисперсної фази методом підводного електроіскрового розряду забезпечують отримання наночастинок металів у розмірному діапазоні 30-35 нм.

УДК 699.245:536.421.4

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГNETРИВКИХ СУСПЕНЗІЙ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ВИДІВ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ

К. Г. КВАСНИЦЬКА

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
E-mail: katonish@gmail.com*

З розвитком української промисловості газотурбобудування стає очевидним постійне удосконалення конструкцій газотурбінних двигунів і установок. Однак цей постійний прогрес призводить до ускладнення конструкцій лопаток, які виступають важливою складовою частиною цих систем. Це, в свою чергу, робить виробництво цих лопаток більш складним і вимагає більше зусиль. Основна мета полягає в тому, щоб підвищити ефективність процесу виготовлення литих лопаток, забезпечивши високу якість готового продукту.

Навіть за наявності значного досвіду українських турбобудівних підприємств, виробництво литих лопаток залишається недосконалим, і відсоток браку часто досягає 60%. Основна причина високого відсотка браку (до 40%) пов'язана із наявністю дефектів, таких як різностінність, термічні тріщини та

жолоблення стрижнів. Ці дефекти виникають на етапі отримання керамічних форм через недоліки використовуваних модельних мас, формувальних матеріалів та стрижневої системи.

Для виготовлення багатошарових керамічних оболонкових форм, як правило, використовують рідку зв'язувальну речовину і речовину-розчинник, тверді пилоподібні та зернисті вогнетривкі матеріали. [1,2] Залежно від умов отримання виливків і вимог до їх якості, до вогнетривких матеріалів, що використовуються, пред'являють певні вимоги:

- вогнетривкість матеріалу повинна бути не менше ніж на 100-200°C вище температури заливки розплаву в оболонку;
- вогнетривкий матеріал для першого шару форми повинен бути хімічно стійким по відношенню до розплаву, що заливається у форму;
- вогнетривкий матеріал має бути хімічно стійким в окислювальній атмосфері;
- вогнетривкий матеріал має бути недефіцитним, недорогим, екологічно безпечним тощо [3].

Використання етилсилікату як сполучного матеріалу має свої недоліки, такі як тривалий процес сушіння кожного шару кераміки та потреба у використанні аміачного середовища. [4] Використання водних сполучних речовин на основі кремнезему може значно прискорити створення керамічних форм, що в свою чергу дозволить скоротити загальний час технологічного процесу виготовлення виробів. Також важливим аспектом є покращення екологічності процесу виготовлення оболонкових форм за допомогою переходу від етилсилікатних сполучних до в'язучих на водній основі.

Порівняно з етилсилікатом, за умови дотримання всіх технологічних вимог, використання водних сполучних дає наступні переваги. [5]

1. Легкість приготування суспензії – відсутність хімічної реакції, допоміжних компонентів.

2. Через введений полімер сушіння водних сполучних відбувається швидше. Температурний діапазон сушіння становить: лицьовий шар – 3-4 години при температурі 21-30°C.

3. При витопці воску присутність полімеру зміцнює оболонку до 10 разів, знижуючи ймовірність утворення внутрішніх дефектів при витопці, що ведуть до розтріскування і руйнування оболонок.

4. Прожарювання проводиться при температурі 900-950 °C без опорного наповнювача протягом 4-6 годин. Після цього необхідно заливати метал прямо у гарячу оболонку.

В результаті виконання даного етапу науково-дослідної роботи буде обрано оптимальний склад вогнетривкої суспензії на основі безпечного, екологічного водного сполучного і пиловидних та дрібнозернистих фракцій сипучих складників.

Список використаних джерел

1. A review on alpha case formation and modeling of mass transfer during investment casting of titanium alloys/ R. Sharon Uwanyuze ^a, Janos E. Kanyo ^a, Sarah F. Myrick ^b, Stefan Schafföner // Journal of Alloys and Compounds, Volume 865, 5 June 2021, 158558
2. Створення технологічних основ одержання монокристалічних лопаток ГТД з використанням термостабільних модифікованих вогнетривких формувальних матеріалів 2011-2013 рр звіт НДР (№ ДР 0110U007338), ФТІМС НАН України, м. Київ.
3. Лютий Р.В. Формувальні матеріали: Підручник / Р. В. Лютий, І. М. Гурія. – Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2020. – 257 с.
4. High temperature strength of ceramic moulds applied in the investment casting method / J. Kolczyk*, J. Zych / ARCHIVES of FOUNDRY ENGINEERING ISSN (1897-3310), Volume 11, Special Issue, 3/2011, 121 – 124
5. ДП НВКГ «Зоря-Машпроект»: Інструкція підприємства «Лиття за моделями, що виплавляються: виготовлення керамічних форм», 2012.

**Секція 7 *«Надійність будівель, споруд і
технічних систем у будівництві»***

УДК 614.841

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ В БУДІВНИЦТВІ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

Д. С. МОМОТЮК, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Сучасна будівельна індустрія постійно розвивається і адаптується до нових технологій, вимог екології, енергоефективності та змінних соціокультурних потреб. При аналізі ключових сучасних тенденцій у будівництві, з урахуванням наукових досліджень кафедри будівництва [1]: зелене будівництво та сталість.

Серед найбільш актуальних тенденцій у сучасному будівництві – це підвищення уваги до екологічності та сталості [2]. Зелені будівельні практики включають в себе використання екологічно чистих матеріалів, енергоефективних систем, відновлювану енергію та стратегії зменшення викидів CO₂. Це сприяє заощадженню ресурсів і покращує якість навколишнього середовища.

Цифрові технології та BIM. Використання цифрових технологій у будівництві набуває все більшого значення. Методологія “Building Information Modeling” (BIM) дозволяє створювати віртуальну модель будівлі, яка полегшує планування, дизайн та управління проектом. BIM підвищує продуктивність, зменшує помилки та допомагає зберегти час та ресурси [3].

Енергоефективність та екологічні рішення. Споживання енергії та екологічні аспекти стають все важливішими для будівельних проектів. Енергоефективність досягається за допомогою високоефективних ізоляційних матеріалів, LED-освітлення, систем відновлювальної енергії, таких як сонячні батареї та геотермальні системи і оптимізованої системи керування.

Модульне будівництво. Модульне будівництво стає все популярнішим варіантом завдяки своїй швидкості та ефективності. Це включає в себе виготовлення окремих модулів на заводі та їх збір на місці будівництва. Ця технологія дозволяє скоротити тривалість будівництва і знизити витрати.

Використання наноматеріалів. Нанотехнології знаходять своє застосування у будівництві для створення наноматеріалів, які мають вищу міцність, мінімальну вагу та високу ефективність у використанні ресурсів.

Спільні простори та урбаністичне планування. Сучасні будівельні проекти активно враховують соціокультурні тенденції, такі як зростання популярності спільних просторів [4, 5], зручної транспортної інфраструктури та урбаністичного планування. Створення комфортного і дружнього середовища для життя та роботи стає важливим завданням.

Мінімалізм та сучасний дизайн. Сучасний дизайн будівель спрямований на мінімалізм, простоту та функціональність. Він включає в себе використання сучасних матеріалів та технологій, а також акцент на ергономіці та зручності (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент розміщення сучасного устаткування житлової будівлі

Ці сучасні тенденції у будівництві відображають прагнення до сталого розвитку, ефективності та відповідності сучасним вимогам. Враховуючи ці аспекти, будівельна індустрія може забезпечити створення якісних та ефективних будівельних об'єктів, які відповідають потребам і очікуванням суспільства. Також ці технологічні рішення своєчасні для рішення проблем при відновленні пошкоджених будівель під час воєнного стану в Україні як після пожежі так і після руйнувань після обстеження.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. Savytskiy M., Bordun M. Spyrydonenkov, V. (2021). The Sustainable Design of the Greenhouse by Criteria of Heat Losses and Solar Heat Gains. In: Blikharsky, Z. (eds) Proceedings of EcoComfort 2020. EcoComfort 2020. *Lecture Notes in Civil Engineering*, Vol 100, pp. 393–401. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57340-9_48

3. Яковенко І.А. Проектування будівель та споруд з використанням BIM системи Allplan / І.А. Яковенко, А. С. Калініченко // Мат. III міжн. наук.-практ.

конф. "Аеропорти – вікно в майбутнє" 15–16 червня 2012р. / Проектування та будівництво об'єктів аеропортів : зб. тез. – К. : НАУ, 2012. – С. 14–16.

4. Pershakov V. Structural designs of multi-storey buildings / V. Pershakov, Y. Bakulin, S. Bilyk, O. Pylypenko // Proceedings of the National Aviation University. – 2019. – №4. –P. 34–44.

5. Pershakov V. Structural systems of high-rise buildings / V. Pershakov, Y. Bakulin, S. Bilyk, O. Pylypenko // Proceedings of the National Aviation University. – 2020. – №2. –P. 54–62. <https://doi.org/10.18372/2306-1472.83.14644>

УДК 699.814+624.012

TECHNOLOGY OF WARM INSTALLATION OF WINDOWS

V. BAKULINA, senior lecturer

I. IHNATENKO, student

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

E -mail: bakulina 88@ukr.net

Mounting foam. Polyurethane foam is a good heat and sound insulator, but using only foam when installing windows violates the requirements DSTU B V.2.6-79. Since the outer part of the seam must be waterproof, the central part (foam) must provide the necessary resistance to heat transfer, and the inner part – vapor barrier. Mounting polyurethane foam does a good job of one of three requirements. Window mounting seams affect two important parameters of the building's energy efficiency at once: heat transfer in the narrowest critical areas of the building and air permeability (hermeticity).



Fig.1. Elastic insulating foam from the company Penosil

Vapor insulation from the inside. The European standard EN 12114 "Air permeability of building components and building elements – Laboratory test method" regulates that tightness can be achieved if the value of the infiltration coefficient "a" is below 0.1 m³/[mh (daPa) ^{2/3}]. If the joint is filled only with foam, this condition cannot be achieved. It is necessary to additionally isolate the joint from the inside with a membrane, which also acts as a vapor barrier.



Fig.2. Mastic vapor barrier membrane for application from the inside



Fig.3 Facade sealant for external use from the company Penosil

Waterproofing from the outside. The assembly seam must be sealed against torrential rain: the flow of water falling on the facade under the pressure of the wind. According to DSTU B EN 1027:2013 "Window and door units. Waterproof. Test method (60937)" window joint is considered airtight if the outer membrane protects the insulation (foam) from water, at a wind speed of at least 112 km/h (pressure difference 600 Pa). Without additional foam protection, this condition is not met. Water will be able to penetrate through the seam inside.

The heat transfer coefficient and dew point (condensation temperature) directly depend on the air, water and vapor permeability.

Polyurethane foam is a hygroscopic material that absorbs water and moisture. The more the foam absorbs steam, the worse it insulates heat. And all the more it will become a bridge of heat loss.

The dew point temperature, as a result of the installation of the window, should be outside the inner surface of the seam. For this, it is necessary to ensure insulation from the inside of the room from air and water vapor during the window's service life.

The foam is also not resistant to ultraviolet radiation and breaks down under direct sunlight. Therefore, you cannot leave the mounting foam open.

Conclusion: The effectiveness of "warm" installation is ensured by complete sealing of the seams and places where the frame adjoins the window opening. This place is the most vulnerable of the entire system. Filling the joint only with polyurethane foam cannot be called the correct installation, because it does not meet the standards and does not ensure the energy efficiency of the house.

References

1. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.
2. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологія будівельного виробництва», підготовки фахівців ОС

«Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад. Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.

3. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження та паспортизації прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва / Н.О. Костира, О.М. Малишев, В.М. Бакуліна // Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. – 2019. – Vol. 10. – № 1. – С. 165–169. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.01.165-169>

4. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження об'єктів прилеглих до існуючої забудови / Н.О. Костира, В.М. Бакуліна // Будівельні конструкції. Теорія і практика. КНУБА. – 2023. – № 12. – С. 105–114. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>

5. Yakovenko I., Bakulin Y. Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – Intern. Sc. Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96.

УДК 692.522

ПІДСИЛЕННЯ ТА ЗАМІНА ПЕРЕКРИТТІВ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

Н. О. ЖАДАНЮК, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: zadanuk@gmail.com, bakulin959@ukr.net

Горищні та міжповерхові перекриття є важливим і значущим конструктивним елементом будівель і споруд. Роботи щодо їхнього утримання й ремонту потребують значних витрат. Питома вага ремонтних робіт становить 14...33 %. Перекриття в будівлях різних років відрізняються великою різноманітністю конструктивних рішень. Вони мають різні прогони між капітальними стінами і зазвичай, виконуються з матеріалів, неоднакових за довговічністю. Найчастіше застосовують несучі конструкції перекриттів по дерев'яних і металевих балках із дерев'яним або залізобетонним заповненням, а також збірні й монолітні залізобетонні перекриття [1].

До перекриттів висувають такі *експлуатаційні вимоги*:

→ мають бути міцними, тобто витримувати, не руйнуючись, проектне розрахункове навантаження й не утворювати наднормативних прогинів;

→ вирізнятися необхідним термічним опором, якщо розподілені ними приміщення мають різну температуру;

→ забезпечувати необхідну звукоізоляцію приміщень;

→ вирізнятися необхідними волого- й газонепроникністю для сирих і технічних приміщень відповідно.

Горищні перекриття необхідно обстежувати не рідше одного разу на п'ять років. Для цього видаляють засипний утеплювач і змазування з найближчих до зовнішніх стін ділянок завширшки близько 1 м і оглядають дерев'яні частини перекриття [2]. У разі виявлення уражених гниллю ділянок ці конструктивні елементи необхідно замінити, провести додаткове антисептування прилеглих дерев'яних конструкцій і укласти на місце утеплювач та засипку. На рис.1 наведений приклад конструкції дерев'яної плити перекриття горища.

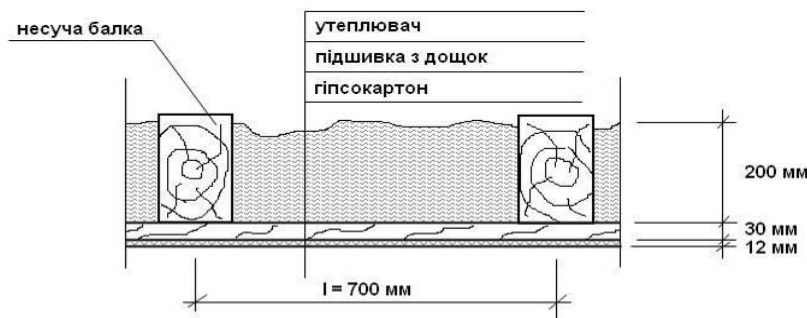


Рис.1. Конструкція дерев'яної плити перекриття горища

У разі наявності значної «хиткості» перекриттів необхідно їх розвантажити, видаливши зайве навантаження (сейфи, книжкові шафи, обладнання) і зробити перевірочний розрахунок на міцність та жорсткість. У разі необхідності ремонтують і підсилюють перекриття шляхом замінення пошкоджених балок, установлення додаткових балок і замінення засипки надлегких матеріалів.

У разі появи темних смуг на стелі верхнього поверху, що свідчить про промерзання металевих балок перекриття, необхідно їх утеплити, влаштувавши вздовж балок дерев'яні коробки і засипавши їх ефективним утеплювачем, попередньо вкривши балки гідроізоляційним матеріалом.

Під час вибору способу щодо ремонту й посилення перекриттів необхідно брати до уваги подальші терміни використання будівель і споруд. Якщо термін використання будівель і споруд не перевищує 20...25 років, то варто максимально використати наявні несучі конструкції, обов'язково зберігаючи несучі перегородки. При триваліших термінах використання й неможливості використати наявні системи перегородок необхідно передбачити розвантажувальні металеві прогони з додатковими внутрішніми опорами або замінити перекриття.

Під час проведення ремонтно-будівельних робіт щодо перекриттів зазвичай застосовують такі види робіт [1]: заміна балок, посилення кінців балок біля опор або в прогоні, усунення наднормативних прогинань, відновлення тепло- й звукоізоляційних властивостей заповнення, повна або часткове замінення накату й підшивки, часткове або повне замінення перекриттів.

Дерев'яні балки, підкладки та інші елементи перекриттів антисептують у централізованому порядку. Металеві деталі кріплення (болти, анкери, хомути) необхідно захистити від корозії.

Під час влаштування звуко- або теплоізолювальної засипки необхідно брати до уваги, що сумарна маса перекриття не повинна перевищувати 250...300 кг/м².

У процесі експлуатації зазвичай пошкоджуються окремі ділянки дерев'яних балок, здебільшого біля опор, на відстані до 80 см від стін. У цьому разі згнилі ділянки балок замінюють новими, виконаними у вигляді дощатих бічних накладок, і металевими протезами.

Під час протезування балок навантаження від ремонтуваної ділянки перекриття передають за допомогою тимчасових стояків, що встановлюються на відстані до 1,5 м від стіни, на перекриття, яке розташовується нижче. На рис.2 приклад конструкційної схеми перекриття дерев'яними балками.

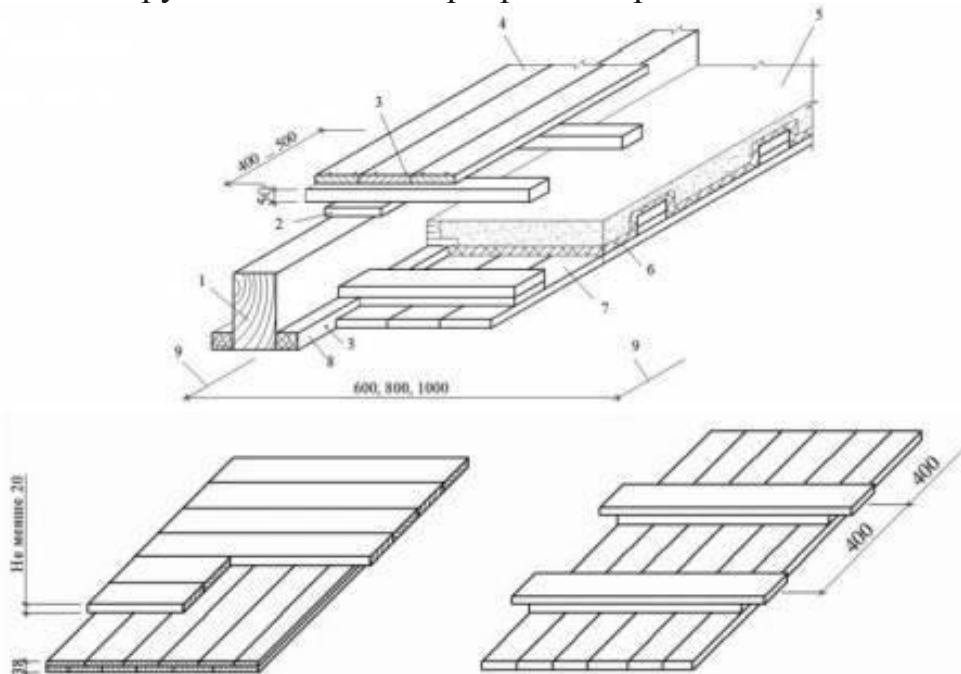


Рис. 2. Конструкційна схема перекриття дерев'яними балками

Під час ремонту перекриттів по металевих балках виконуються такі види робіт: повна заміна перекриттів, заміна дерев'яного заповнення на залізобетонне з одночасним посиленням несучих металевих балок, ремонт або посилення бетонних (цегляних) склепінь.

Під час заміни перекриттів по металевих балках технологічний процес містить такі операції: установлення й закріплення риштування; додаткове посилення несучих елементів; транспортування деталей конструкцій і матеріалів; посилення й перекладання наявних ділянок стін; посилення нерозбірних конструкцій перекриття; влаштування гнізд у стінах під металеві балки; монтаж балок із установленням розпірок із дерев'яних брусків для забезпечення жорсткості в горизонтальній площині; замонолічування кінців

металевих балок у гніздах і влаштування заповнення з плоских залізобетонних плит.

Під час змінювання функційного призначення будівель і споруд зазвичай збільшується навантаження на перекриття. У цьому разі виникає необхідність посилення металевих балок перекриттів.

Найпростішим способом збільшення несучої здатності металевих балок є збільшення їх перетину. Для цього на ділянці найбільших напруг до нижньої або обох полиць балки приварюють металеві пластини або встановлюють і прикріплюють до верхнього пояса додаткові балки.

Ефективніший метод змінювання статичних схем роботи елементів перекриття – перетворення розрізних металевих балок на нерозрізні [3]. Розрізні балки зварюють, посилюючи місця стику металевою накладкою по всій ширині елемента. Накладка повинна заходити на кожен балку не менше ніж на 100 мм. На рис. 3 наведений приклад конструктивної схеми перекриття.

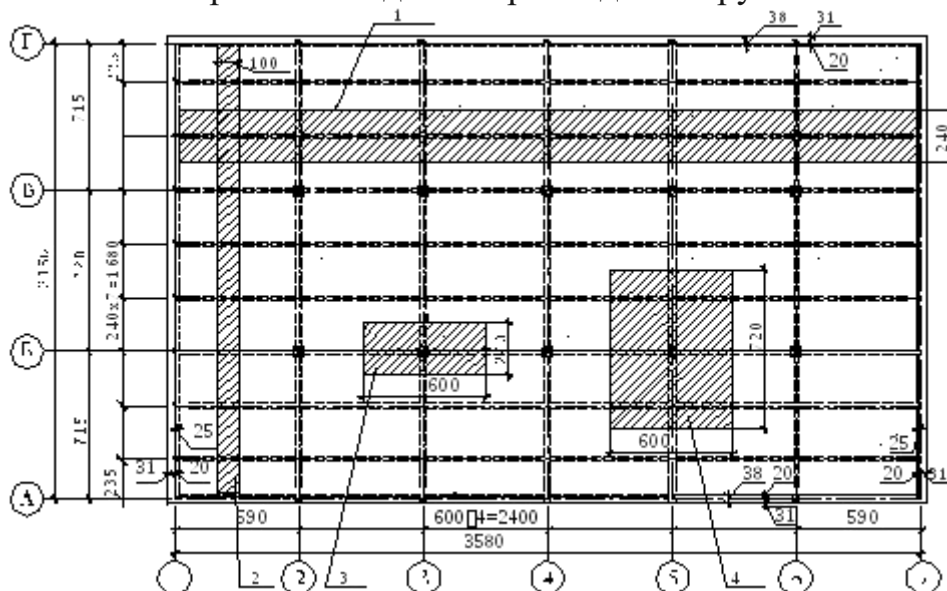


Рис. 3. Конструктивна схема перекриття

У процесі проведення реконструкції або капітального ремонту будівель і споруд під час влаштування перекриттів застосовують різні збірні залізобетонні конструкції і елементи [3]: балки, колони, ригелі, плити перекриттів, дрібнорозмірні елементи.

Монтаж перекриттів з великорозмірних елементів обумовлюється конструктивними особливостями ремонтуваної будівлі або споруди, технічного стану її несучих конструкцій. Він включає підготовчі та монтажні роботи.

Для виявлення дефектів під час експлуатації перекриттів по металевих балках необхідно розкрити підлоги й оглянути стан конструкції перекриттів, звертаючи до того ж увагу на таке:

- стан і достатність засипки, особливо в горищних перекриттях;
- стан підшивки й надійність її кріплення до балок;
- утеплення металевих балок горищних перекриттів, а також у місцях їхнього закладання в міжповерхових перекриттях.

У разі необхідності ремонтують і підсилюють перекриття шляхом замінення пошкоджених балок, установлення додаткових балок і замінення засипки надлегких матеріалів [3]. У разі появи темних смуг на стелі верхнього поверху, що свідчить про промерзання металевих балок перекриття, необхідно їх утеплити, влаштувавши вздовж балок дерев'яні коробки і засипавши їх ефективним утеплювачем, попередньо вкривши балки гідроізоляційним матеріалом.

Список використаних джерел

1. Малишев О.М. Технічне обстеження та нагляд за безпечною експлуатацією будівель та інженерних споруд : навч. посібник / О.М. Малишев, В.Д. Віроцький, О.О. Нілов. – К. : ДП «Головний навчально-методичний центр», 2007. – 708 с.
2. Якименко О.В. Технічна експлуатація будівель та споруд : навч. посібник / О.В. Якименко, К.О. Кіктьова. – Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. – 247 с.
3. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей XIX міжн. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.
4. Бакулін Є.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph. – Riga : Izdevnieciba "Baltija Publishing", 2022. – Р. 1–43. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-1>
5. Першаков В.М. Проблеми протидії пожежної небезпеки та вогнестійкість висотних будівель. Частина I: Досвід проектування, будівництва та експлуатації: монографія / В.М. Першаков, А.О. Беятинський, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна. – К.: НАУ, 2016. – 103с.

УДК 614.841

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ У ПОКРІВЕЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ КОНСТРУКЦІЙ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

В. О. ГОНТА, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

При ознайомленні та аналізі бітумних матеріалів, у які додані полімери та армуючі компоненти, для підвищення їхньої міцності, еластичності та стійкості до агресивних факторів навколишнього середовища використовують модифіковані бітумні матеріали для покрівель (рис. 1).

Як приклад це встановлення покрівлі з модифікованим бітумом на великих промислових комплексах, де важлива довговічність та стійкість до хімічних впливів, використання бітумної черепиці для житлових будинків, яка забезпечує ефективний захист від атмосферних умов та підвищує естетичний вигляд.

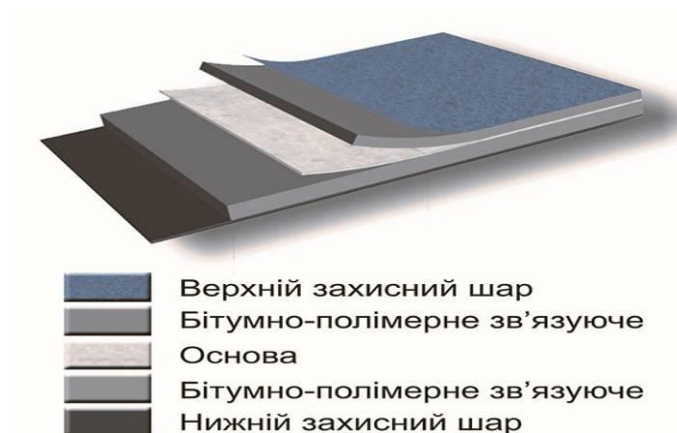


Рис.1. Види основ для виробництва рулонних бітумних покрівельних матеріалів

Металочерепиця та металеві покрівельні системи. Металочерепиця є високоміцним та тривалим покрівельним матеріалом, що відзначається надзвичайною міцністю та естетичним виглядом. Використання металочерепиці в спортивних аренах та реконструкції старих будівель відкриває широкі можливості для забезпечення надійного захисту та модернізації, сприяючи зниженню енергоспоживання та підвищенню стійкості до атмосферних впливів.

Основні властивості метало черепиці. Міцність та тривалість: Металочерепиця відзначається високою міцністю, що забезпечує надійний захист від зовнішніх впливів, таких як опади, сніг, і сильні вітри. Її тривалість робить її ідеальним вибором для довговічних конструкцій.

Естетичний вигляд. Металочерепиця доступна в різноманітних кольорах та формах, що надає можливість архітекторам та дизайнерам створювати вражаючі естетичні рішення для будівель будь-якого типу.

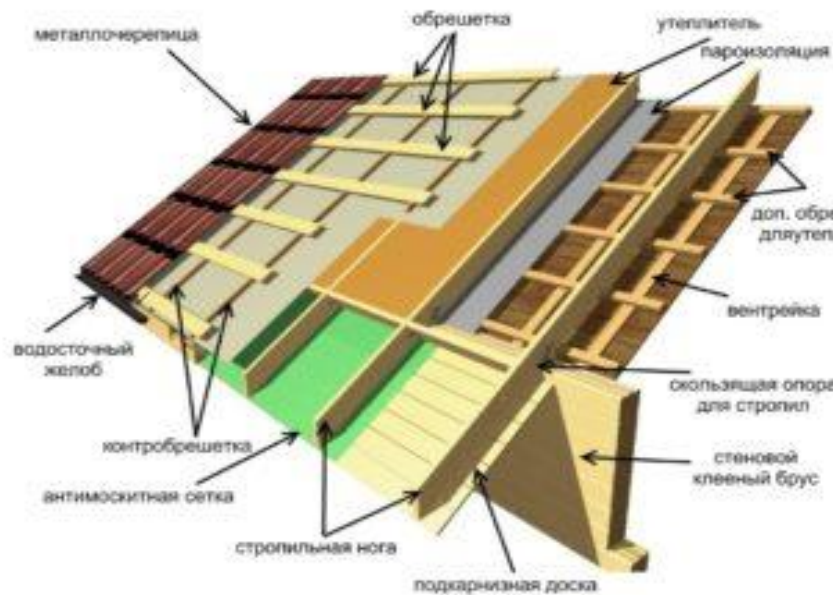


Рис. 2. Дослідження металочерепиці як покрівельного матеріалу

Енергоефективність. Застосування металевих покрівель на спортивних аренах та інших громадських спорудах допомагає знижувати енергоспоживання, оскільки вони можуть відбивати сонячне випромінювання, зменшуючи теплові навантаження на будівлю.

Модернізація старих будівель. Використання металевих покрівельних систем при реконструкції старих будинків дозволяє забезпечити ефективний захист від корозії та ультрафіолетового випромінювання, зберігаючи структурну цілісність та додавши сучасний вигляд.

Синтетичні покрівельні мембрани. Синтетичні покрівельні мембрани, зокрема ТРО (термопластичний поліолефін) та EPDM (етиленпропілендієнмоноамід), є інноваційними матеріалами, спеціально створеними для надання покрівлі еластичності, герметичності та тривалості. Їх використання в будівельних проектах призначено для забезпечення високої стійкості до температурних змін, хімічних впливів та оптимального захисту будівельних конструкцій.

Основні властивості синтетичних покрівельних мембран. Термостійкість та хімічна стійкість: ТРО-мембрани відзначаються високою термостійкістю та витривалістю до хімічних впливів, що робить їх ідеальними для будівельних проектів, де необхідна ефективна захист від екстремальних умов.

Еластичність та гнучкість. Синтетичні мембрани, зокрема EPDM, володіють великою еластичністю та гнучкістю, що сприяє пристосуванню до будь-яких форм та рельєфів покрівлі. Це робить їх ідеальними для використання в зонах з високою вологою та змінними погодними умовами.

Довговічність. Синтетичні покрівельні мембрани відрізняються високою тривалістю служби, що дозволяє їм залишатися ефективними протягом багатьох років без значних витрат на обслуговування.

Використання EPDM-мембран. Використовують EPDM-мембрани для покрівель у зонах з високою вологою та частими атмосферними опадами, наприклад, в житлових районах з вологим кліматом або областях з частими дощами.

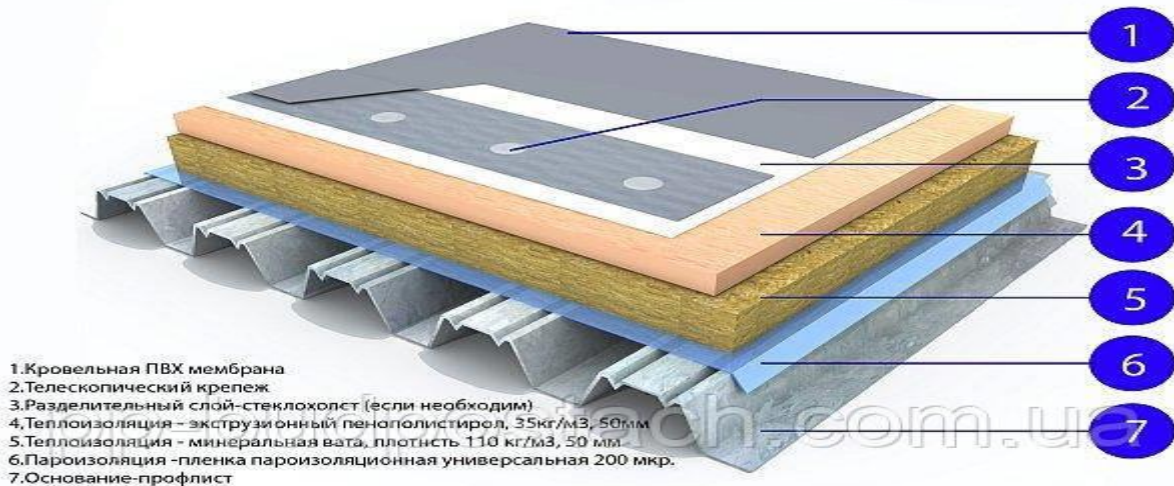


Рис.3. Мембранна покрівля технологія

Список використаних джерел

1. Іванов А. "Сучасні технології в будівництві", видавництво "Будівельник", 2020.
2. Петров В. "Інновації в покрівельному будівництві", науковий журнал "Будівництво та архітектура", 2019.
3. Сидоренко М. "Екологічно чисті матеріали у будівництві", видавництво "Зелений будівельник", 2021.
4. Ковальчук Н. "Кольорові технології в покрівельному дизайні", журнал "Архітектурна краса", 2022.
5. Бакулін Є.А. Інженерний захист та підготовка територій : навч. посіб.; за ред. канд. техн. наук Бакуліна Є.А. / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2020. – 212 с.
6. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

УДК 624.012.45:004(075.8)

ВИКОРИСТАННЯ BIM-ТЕХНОЛОГІЇ «REVIT»

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач

О. О. КАРПУШИН, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net

Робота виконана у рамках провідних наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України [1]. Враховуючи вагомий методичний потенціал [2, 3] із урахуванням досліджень [4], розглянутий перспективний напрямок галузі будівництва – створення BIM моделей [5].

Autodesk Revit – це програма CAD і BIM для операційних систем Windows, що дозволяє проектувати параметричні елементи моделювання та малювання.

За допомогою параметризації 3D-технології можна встановити концептуалізацію архітектури та тривимірні форми. Ця нова парадигма передбачає революцію в дизайнерському сприйнятті, оскільки вона обґрунтована в термінах, які вже не декартові, а просторові, з перевагами, які це може принести дизайну.

Revit, як програма BIM, задуманий як підхід, наближений до реальності, сприйнятої людьми.

Одна з сильних сторін Revit полягає в тому, що можна створювати перспективні або аксонометричні погляди з надзвичайною легкістю, що вимагало б значних зусиль у ручному малюванні. Іншою надзвичайно важливою особливістю є побудова моделі за допомогою конструктивних елементів, тоді як в іншому подібному програмному забезпеченні створення форм звільняється від конструктивної та структурної функції.

Програма Revit містить у собі всі базові можливості. Ця програма підходить для архітекторів, дизайнерів, інженерів-проектувальників, електриків, монтажників та ін. Вона вміщує величезну кількість сімейств.

Сімейства в архіві що розділені за категоріями наведені на рис. 1.

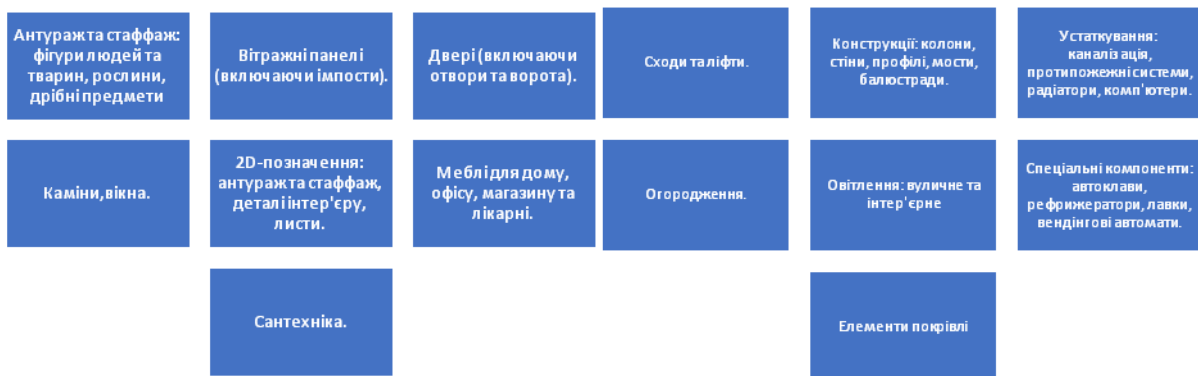


Рис. 1. Сімейства в архіві, що розділені за категоріями

Щодо інформаційного моделювання програма пропонує інтелектуальні модулі з огляду на поставлені завдання: експлуатація, планування, будівництво або проектування. Комплекс також має функціонал для спільної верстки проекту спеціалістами різних галузей/відділів.



Рис.2. Приклади моделювання в програмному комплексі Revit

Очевидна перевага Revit – наявність технології **BIM** [5]. Якщо порівнювати принцип роботи програми з найближчим конкурентом в особі AutoCAD, то всі ключові процеси реалізовані помітно простіше. Справа в тому, що в Revit немає шарів як таких. Тут ми маємо сімейства із категоріями об'єктів.

Тобто користувач творить не лініями чи базовими фігурами, а цілісними елементами проекту. Програма набагато швидше реагує на дії користувача. Якщо створюється дах, програма це розуміє, пропонує супутні матеріали, а не інструменти для стін або вікон. Будь-які зміни робити простіше, а плутанина у файлах відсутня у принципі.

Інформаційне моделювання будівлі – це комплексний підхід до зведення, оснащення, забезпечення експлуатації та ремонту будівлі, який передбачає збирання та комплексну обробку в процесі проектування всієї архітектурно-конструкторської, технологічної, фінансової та іншої інформації про будівлю з усіма її взаємозв'язками та залежностями. В інформаційному моделюванні будівля і все, що до неї відноситься, розглядається як єдиний об'єкт. Кожен елементарний модуль, об'єкт будівлі є просторовою інформаційною моделлю, яка пов'язана із базою знань, і у якій кожному елементу можна привласнити додаткові атрибути. Такі ознаки та переваги органічно впливають із глобальних відмінностей знань від інформації - їх композитивність, ієрархічність, процесуальність та описовість. Будівельний об'єкт відтоді проектується фактично як єдине ціле і зміна будь-якого його параметра тягне за собою автоматичну зміну інших, пов'язаних з ним параметрів і об'єктів, зміни креслень, візуалізацій, специфікацій, графіка будівництва тощо на всіх етапах життєвого циклу [6].



Рис. 3. Приклад моделювання 3D об'єкту у середовищі Revit

ВІМ-технології це – сучасне інформаційне моделювання нерозривно поєднане із управлінням, ефективністю та життєвим циклом будівлі. Ця технологія дає змогу не тільки полегшити виготовлення, прискорити монтаж конструкцій, а й прослідкувати ефективність інвестицій, акумулювати якісні та кількісні дані, що застосовуються у різних сферах. Тому для підвищення кваліфікації та продуктивності праці у сфері будівництва, необхідно вміти користуватися різними програмами. Та розвивати свої навички у роботі з 3D.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // 36. тез доп. Х Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проєктування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с. <http://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/9716>

3. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт за дисциплінами «САПР у будівництві», «Моделювання будівель та споруд сільськогосподарського призначення» підготовки фахівців ОС «Магістр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 104 с. <http://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/9717>

4. Dem'yanov A., Kolchunov Vl., Iakovenko I. and A. Kozarez (2019) Load Bearing Capacity Calculation of the System «Reinforced Concrete Beam – Deformable Base» under Torsion with Bending // E3S Web Conf. Volume 97, 2019,

XXII International Scientific Conference –“Construction the Formation of Living Environment” (FORM-2019) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199704059>

5. Яковенко І.А. Проектування будівель та споруд з використанням BIM системи Allplan / І.А. Яковенко, А. С. Калініченко // Мат. III міжн. наук.-практ. конф. "Аеропорти – вікно в майбутнє" 15–16 червня 2012р. / Проектування та будівництво об'єктів аеропортів : зб. тез. – К. : НАУ, 2012. – С. 14–16.

6. Барабаш М.С. Концепція створення інформаційної моделі будівельного об'єкту / М.С. Барабаш, К.І. Київська // Проблеми розвитку міського середовища. – 2016. – №. 1. – С. 60–68.

УДК 691

ІННОВАЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач

П. О. МАЛИШКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net, cetdogqazplm@gmail.com

Робота виконана у рамках існуючих наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України [1]. На ринку України пропонуються нові будівельні матеріали, щоб покращити міцність [2], довговічність, стійкість і архітектурну виразність будівель [3, 4]. У роботі розглянуті деякі з найновіших і найінноваційніших будівельних матеріалів, які з'являються.

•**Прозорий бетон** – це тип бетону, який виготовляється з додаванням оптичного волокна. Це робить бетон прозорим, що дозволяє використовувати його в різних конструктивних і дизайнерських рішеннях. Прозорий бетон може використовуватися для створення вікон, дверей, фасадів і навіть предметів меблів.



Рис. 1. Приклад прозорого бетону



Рис. 2. Графеновий бетон

•**Графеновий бетон** – це тип бетону, який посилений графеном, двовимірним матеріалом, який є неймовірно міцним і легким. Графеновий бетон може бути втричі міцнішим за звичайний бетон, а також більш стійким до тріщин і розколів. Його можна використовувати для створення будівель та інфраструктури, які є більш довговічними та стійкими до атмосферних впливів.

•**Композитні матеріали** – це матеріали, що складаються з двох або більше компонентів, які розділені на чітко виражені фази та хімічно не розчинні один в одному. Компоненти зберігають свої індивідуальні властивості, але об'єднуються, щоб створити новий матеріал із властивостями, яких не має жоден з компонентів окремо. До таких матеріалів відносять: склопластик; вуглепластик; **композитні матеріали з дерев'яної та металевої основи.**

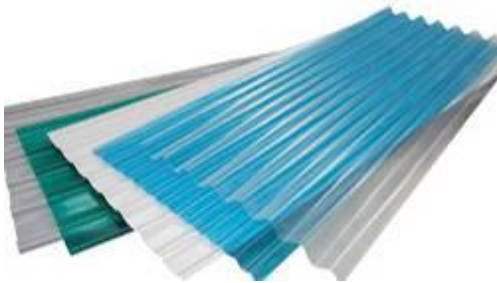


Рис. 3. Склопластик



Рис. 4. Вуглепластик

•**Самозцілюючі матеріали** – це тип матеріалів, які можуть відновлювати пошкодження без будь-якого зовнішнього втручання. Ці матеріали мають потенціал революціонізувати багато галузей, включаючи будівництво, транспорт і аерокосмічну промисловість.

Існує два основних типи самозцілюючих матеріалів:

- автономні самозцілюючі матеріали;
- самозцілюючі матеріали, що стимулюються.

Нових матеріалів дуже багато, а ще більше в розробці, ми розглянули лише декілька з них. Зараз не багато з нових матеріалів є в широкому використанні, оскільки вони є достатньо дорогими із-за складності та вартості у виробництві.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. Dmytrenko Ye. A., Genzerskiy Yu. V., Yakovenko I.A., Bakulin Ye. A. Strength Calculation of Normal Cross-Sections of Reinforced Concrete Structures at Flat Bending by the Wood-Armer Method in SP "LIRA SAPR". In: Awrejcewicz J.,

Danishevskyy V.I., Markert B., Novomlynets O., Savytskyi M., Tereshchuk O., Unčík St. (eds) XIX International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies in Construction, Civil Engineering and Architecture». AIP Conference Proceedings. 2678, 020006. – 2023. – Issue 1. – 9 p.
<https://doi.org/10.1063/5.0118680>

3. Бакулін Є.А. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологія будівельного виробництва», підготовки фахівців ОС «Бакалавр» за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / уклад. Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна. – К. : НУБіП України, 2023. – 68 с.

4. Бакулін Є.А. Збереження архітектурної виразності при реконструкції міст в сучасних соціально- економічних умовах / Є.А. Бакулін, А.М. Боярчук // Зб. тез доп. XXII Міжнар. онлайн-конф. наук.-пед. прац., наук. співробітн. та аспірант. «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 квітня 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України. – С. 62–65.

УДК 624.191.82.728.22

ЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач

А. О. ДУГАНОВ, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net

У сучасному світі інженерно-будівельна галузь переживає стрімкий розвиток завдяки постійним інноваціям у будівельних технологіях та матеріалах [1]. Це розширює можливості для створення більш ефективних, екологічно чистих [2] і стійких конструкцій. У даній доповіді розглянемо основні аспекти сучасних будівельних технологій [3] та їх взаємодію з ефективними будівельними матеріалами.

Інформаційні технології в будівництві. Однією з основних тенденцій є використання інформаційних технологій (ІТ) для покращення управління будівельними проектами. Системи Building Information Modeling (BIM) дозволяють інтегрувати всі аспекти будівельного процесу в єдину цифрову модель, що сприяє ефективному управлінню ресурсами та зменшенню витрат [4].

Роботизація та автоматизація. Роботизація в будівництві дозволяє здійснювати рутинні операції швидше і точніше за допомогою автономних машин та роботів [4]. Це зменшує ризик людських помилок і збільшує продуктивність.



Рис. 1. Модель ВІМ технології при проектуванні



Рис. 2. Використання робота для мурування кам'яної кладки

Енергоефективні технології. Врахування енергоефективності у будівництві є необхідним аспектом сучасних технологій. Використання відновлюваних джерел енергії, теплоізоляційні матеріали та системи ефективного використання енергії дозволяють створювати будівлі з низьким вуглецевим викидом [2].

Розглянемо деякі з найбільш актуальних енергоефективних технологій.

Теплоізоляційні матеріали.

Аерогель. Це матеріал з низькою теплопровідністю, який застосовується в будівництві для підвищення ефективності теплоізоляції.

Ефективні будівельні матеріали. До таких відносяться композитні матеріали, ультрамаркі.

Композитні матеріали, такі як волокноармовані полімери (FRP), забезпечують високу міцність при низькій вазі. Вони знаходять застосування в

конструкціях, де важливо досягти оптимального співвідношення міцності та ваги.

Ультрахмаркі матеріали - нові матеріали, які мають надзвичайно малу масу та високу міцність, такі як графен та карбонові нанотрубки, відкривають нові перспективи для будівництва легких, але дуже міцних конструкцій.

Технології виготовлення ефективних будівельних матеріалів.

Нанотехнології в будівництві представляють собою використання наноматеріалів та наночастинок для поліпшення фізичних та хімічних властивостей будівельних матеріалів. Додавання наночастинок до цементу, бетону та інших матеріалів може підвищити їхню міцність, тривалість та стійкість до агресивних впливів. Нанотехнології також можуть використовуватися для створення "розумних" матеріалів, які реагують на зовнішні умови та забезпечують покращену терморегуляцію та ізоляцію. Впровадження нанотехнологій сприяє підвищенню ефективності будівельних матеріалів і розширює їхні можливості в сучасному будівництві.

Технологія 3D-друку вже застосовується для виготовлення будівельних компонентів. Вона дозволяє створювати складні форми, що покращує якість та швидкість будівництва [5].



Рис. 3. 3D-принтер на будівництві

У Львові вперше в Україні за допомогою 3D-принтера будують школу на вул. Варшавській, 126. Це буде новий корпус для початкових класів школи №23. Тут зможуть навчатися близько 100 учнів.

Використання новітніх методів обробки, таких як лазерна або ультразвукова обробка, може покращити властивості матеріалів та забезпечити їхню більш ефективну виготовлення.

Тому сучасні будівельні технології та ефективні будівельні матеріали відкривають безліч можливостей для створення стійких, енергоефективних та естетично привабливих конструкцій. Інтеграція інформаційних технологій, використання новітніх матеріалів та вдосконалені технології виготовлення стають ключовими чинниками в сучасному будівництві. Засвоєння цих технологій не тільки покращить якість будівництва, але й сприятиме сталому розвитку галузі [1].

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.
2. Savytskiy M., Bordun M. Spirydonenkov, V. (2021). The Sustainable Design of the Greenhouse by Criteria of Heat Losses and Solar Heat Gains. In: Blikharskyu, Z. (eds) Proceedings of EcoComfort 2020. EcoComfort 2020. *Lecture Notes in Civil Engineering*, Vol 100, pp. 393–401. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57340-9_48
3. Bakulin Ye.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» / уклад.: Є.А. Дмитренко, І.А. Яковенко, О.А. Фесенко. – К. : НУБіП України, 2021. – 91 с. <http://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/9716>
5. Шатов С.В. Удосконалення обладнання 3D-друку об'єктів / С.В. Шатов, М.В. Савицький, І.О. Марченко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2019. – Вип. 6. – С. 90–101.

УДК 614.841

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ У ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;
О. Б. ГОНТА, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: bakulin959@ukr.net

При дослідженні та аналізі ефективності використання теплових насосів для опалення великих виробничих приміщень у промисловому будівництві з'ясували впровадження систем теплових насосів, які використовують теплову енергію з навколишнього середовища для обігріву приміщень.

Для енергоефективної системи кондиціювання для промислових цехів розглядаємо технології, спрямовані на забезпечення ефективного кондиціювання та вентиляції у великих промислових будівлях. Як один із

варіантів використання систем з рециркуляцією повітря та розумним управлінням кондиціюванням для зниження енергоспоживання.



Рис. 1. Промислові теплові насоси



Рис.2. Енергоефективні системи кондиціювання для промислових цехів

При проектуванні необхідно брати до уваги інтегровані системи "розумних будівель" для ефективного управління енергією. Так для прикладу

берем до уваги впровадження централізованих систем управління, які враховують погодні умови та режим роботи виробничих ліній.

Для цього необхідно використовувати технології індивідуального контролю температури на робочих місцях. Існують системи, які дозволяють працівникам самостійно регулювати температуру в окремих зонах великих промислових приміщень. Для цього можна використовувати індивідуальні терморегулятори або мобільні додатки для керування мікрокліматом на робочих місцях.

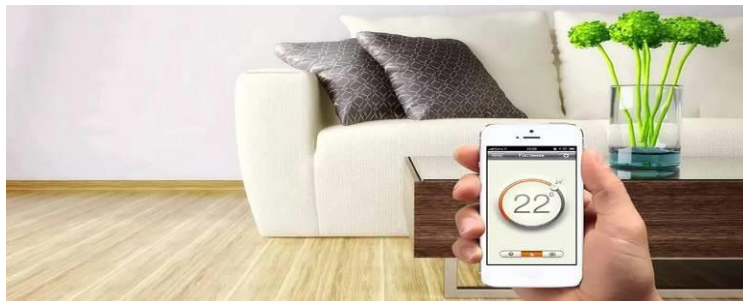


Рис.3. Використання індивідуальних терморегуляторів

При дослідженні та впровадженні нових технологій вентиляції для забезпечення ефективного видалення шкідливих речовин та забруднюючих частинок можливе використання систем фільтрації та очищення повітря для зниження рівня забруднення в промислових приміщеннях.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // 36. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. Смирнов І. "Теплові насоси в промисловості: ефективність та використання", видавництво "Енергетика", 2009.
3. Сидоренко Г. "Енергоефективність систем кондиціонування для промислових будівель", науковий журнал "Енергетичні технології", 2015.
4. Носальчук Д. "Інтеграція систем управління енергією в промислових будівлях", видавництво "Інновації в будівництві", 2011.
5. Стерненко О. "Індивідуальний контроль температури в промислових приміщеннях", журнал "Ергономіка та технічний дизайн", 2021.
6. Панасенко Б. "Інновації в системах вентиляції для промислових будівель", науковий збірник "Чисте повітря", 2022.

УДК 69.003

БУДІВЕЛЬНА БЕЗПЕКА: ЗАХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЯМ НА БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент

О. В. ЛАЗАРЕВА, студентка,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Будівельна безпека – це надзвичайно важлива складова будь-якого будівельного процесу, оскільки неправильності та аварії можуть призвести до серйозних наслідків для життя та майна [1–4]. За останні десятиліття значно зросло усвідомлення необхідності впровадження сучасних технологій [5] та заходів для максимального забезпечення безпеки на будівельних об'єктах.

Розглянемо декілька варіантів які використовують на будівельних об'єктах.

1. Автоматизовані системи моніторингу та контролю.

Використання датчиків і систем моніторингу дозволяє безперервно слідкувати за станом будівельних конструкцій, виявляти аномалії та попереджати про можливі ризики. Ці системи включають в себе вимірювальні прилади для виявлення деформацій, температурних коливань та інших параметрів.



Рис.1. GNSS/RTK приймач Hi-Target V200

2. Будівельний BIM для аналізу ризиків.

Використання системи BIM для аналізу ризиків дозволяє передбачити можливі проблеми ще на етапі проектування та планування. Це допомагає уникнути небезпек та покращити загальний рівень безпеки об'єкта.



Рис.2. BIM-модель та фасад найбільшого в Україні ТРЦ «Республіка» у м. Києві (арх. бюро «Архіматика», 2014 р.)

3. Ефективні системи пожежогасіння та безпеки.

Використання передових систем пожежогасіння, димових сигналізацій та евакуаційних планів є ключовим елементом забезпечення безпеки в будівлі. Сучасні технології включають в себе інтелектуальні системи пожежогасіння, що реагують на виявлення диму чи підвищення температури автоматично.

а) плани евакуації
ПЛАНИ ЕВАКУАЦІЇ арт.124
розмір 30х40 см



б) димові сигналізації



Рис. 3. Приклади використання передових систем пожежогасіння

4. Технології для надзвичайних ситуацій:

Впровадження інноваційних технологій для надзвичайних ситуацій, таких як дрони для огляду складних об'єктів та аварійних ситуацій, робить можливим швидко та ефективно реагувати на будь-які непередбачені обставини.



Рис.4. Matrice 300 RTR промисловий дрон

На основі дослідженого робимо висновок, що спільне використання цих технологій та заходів забезпечує комплексний підхід до будівельної безпеки, покращуючи якість та ефективність запобігання аваріям та максимально знижуючи ризики для працівників та майна.

Список використаних джерел

1. Бакулін Є.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // *Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph.* – Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – Р. 1–43. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-1>
2. Бакулін Є.А. Моделювання дійсної роботи сталевих ферм покриття конверторного цеху за наслідками його руйнування / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // Зб. тез доп. міжн. наук.-техн. конф. «Сучасні будівельні конструкції з металу та деревини» (9–10 червня 2023р., м. Одеса). – Одеса : ОДАБА, 2023. – С. 10–12.
3. Бакулін Є.А. Наслідки руйнування та надання комплексної оцінки можливості подальшої експлуатації будівлі корівника у смт. Немішаєво / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко // Збірник тез доповідей XXI Міжнародної онлайн-конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування конструювання та дизайн» (25–26 березня 2021 р.), – К. : НУБіП України, 2021. – С. 67–69.
4. Бакулін Є.А. Результати аналізу причин руйнування сталевих ферм покриття конверторного цеху / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, Є.А. Дмитренко, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей 9-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд та будівель на залізничному транспорті» (17–19 листопада, 2021 р., м. Харків). – Харків, УкрДУЗТ, 2021. – С. 87–88.
5. Bakulin Ye.A. Calculation methods of retaining walls / Ye.A. Bakulin, V.M. Bakulina, N.O. Kostyra // *Machinery & Energetics.* – 2017. – Vol. 262. – Р. 72–87.

УДК 699.841

НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЇ ҐРУНТУ НА РІЗНИХ ВІДСТАНЯХ ВІД ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ

М. Г. МАР'ЄНКОВ, д.т.н., с.н.с.,

Є. В. ФРІДЛІБ, аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: maryenkov2019@gmail.com

Запропонована наукова робота відповідає тематиці наукових досліджень кафедри будівництва [1] і є продовженням цілої плеяди наукових робіт [2–5], присвячених динамічним впливам на будівлі та споруди та їхнім наслідкам.

1. Результати вібродинамічних досліджень поверхні ґрунту у м. Бровари при впливах залізничних потягів.

Вібрація ґрунту та будівель і споруд, розташованих на відстанях до 40 м від колій залізниці залежить від багатьох параметрів потягів (вага та швидкість потягу, стан рейок і коліс та ін.), а також ґрунтових умов на будівельному майданчику і динамічних характеристик. Тому виникає необхідність проведення натурних досліджень вібрації ґрунту під час проїзду рейкового транспорту. Отримані фактичні дані рівнів віброприскорень ґрунту в вертикальному та горизонтальному напрямках та вузькосмугові спектри дозволяють виконувати розрахунки конструкцій будівель та систем віброзахисту від потягів залізниці.

За розробленою методикою вібродинамічних досліджень були проведені дослідження коливань ґрунту під час руху вантажних залізничних потягів на будівельному майданчику торговельного комплексу (ТК). За проектом будівля ТК розташована на відстані 24-25 м від залізничної колії біля залізничного вокзалу «Бровари» у Київській області (рис. 1).

Згідно даних з інженерно-геологічних вишукувань на будівельному майданчику присутні такі інженерно-геологічні елементи: супісок твердий, лесовий, непросідний; пісок алювіальний, дрібний, середньої щільності, малого ступеню водонасичення; супісок алювіальний, твердий.

Відповідно до генерального плану проекту будівля ТК, що проектується, буде розміщено в зоні динамічних впливів вантажних та пасажирських потягів. Тому для обґрунтування необхідності віброзахисту будівлі до початку будівництва ТК були проведені натурні дослідження вібрації під час проїзду вантажних потягів: маса 4500 т, швидкість 50 км/год; маса 5400 т, швидкість 20 км/год). Відповідно до положень ДСТУ ГОСТ12.1.012-2008 запис вібросигналів проводилась за двома горизонтальними (X , Y) та вертикальному (Z) напрямками (рис. 2 та 3).

Обробка часових записів віброприскорень ґрунту виконана за допомогою спеціалізованої програми для одержання амплітудних спектрів

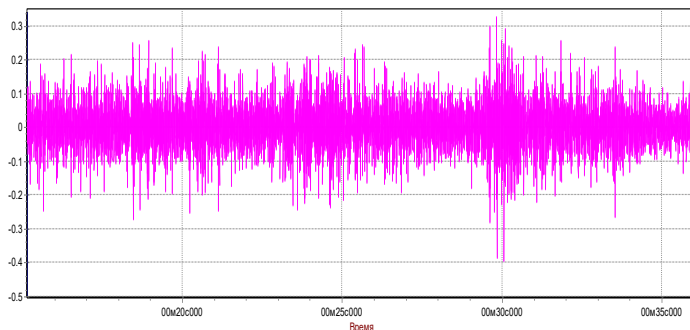
віброприскорень, визначення переважаючих частот коливань ґрунту і максимальних значень віброприскорень.



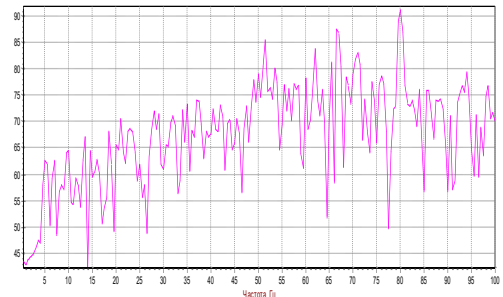
Рис. 1. Схематичний план розміщення будівельного майданчику «Торговельного комплексу» відносно залізничного вокзалу «Бровари» та колій залізниці:
1 – будівля вокзалу «Бровари»;
2 – будівельний майданчик ТК;
3 – існуючі будівлі



Рис. 2. Розміщення датчика вібрації на ґрунті для реєстрації віброприскорень



а)



б)

Рис. 3. Сигнал віброприскорень ґрунту на будівельному майданчику ТК під час руху вантажного потягу (маса потягу 4500 т, швидкість руху 50 км/год) на відстані 25 м : а) – вузькосмуговий спектр; б) – вертикальних віброприскорень

За результатами досліджень можна зробити **наступний висновок**.

1. Залізничний транспорт, який рухається в безпосередній близькості до будівельного майданчика ТК, чинить складний динамічний вплив на ґрунтову основу та будівлі, який складається з низько - та високочастотних складових в діапазоні від 2,0 до 90,0 Гц. При русі вантажних потягів переважаючі частоти коливань ґрунту знаходяться в діапазоні 20-80 Гц. Власні частоти вертикальних коливань перекриттів та покриття проектуємої будівлі ТК знаходяться у діапазоні 20-50 Гц, тому можливі резонансні коливання та підвищення рівнів

коливань перекриттів (вище 95 дБ). Для зниження вібраційних навантажень від потягів залізниці на конструкції ТК необхідно передбачити віброзахист, що забезпечить безпечну експлуатацію будівлі ТК. Було розроблено систему віброзахисту на основі гумових ізоляторів, виготовляємих в Україні з натурального каучука.

2. Результати вібродинамічних досліджень поверхні ґрунту біля станції метрополітену «Видубичі» у м. Київ при впливах залізничних потягів.

У табл. 1 приведені максимальні значення віброприскорень поверхні ґрунту біля станції метрополітену «Видубичі» при русі вантажних потягів наземної залізниці. За результатами натурних досліджень вібрації ґрунту можна зробити наступні висновки:

Максимальне вертикальне прискорення поверхні ґрунту зареєстровано на відстані 2 м від колії залізниці і дорівнює $2,4 \text{ м/с}^2 - 2,8 \text{ м/с}^2$ при впливах вантажних потягів масою від 3000 т до 5000 т. На відстані 16 м від колії залізниці вертикальне прискорення поверхні ґрунту зменшується до $0,2 \text{ м/с}^2 - 0,5 \text{ м/с}^2$. Переважаючі частоти вертикальних і горизонтальних коливань поверхні ґрунту при впливах потягів залізниці зареєстровані у діапазоні 5–80 Гц.

Таблиця 1. Зареєстровані максимальні амплітуди віброприскорень поверхні ґрунту біля станції метрополітену «Видубичі» у м. Києві при впливах вантажних потягів

Маса потягу, <i>t</i>	Відстань до залізничної колії, <i>м</i>	Віброприскорення поверхні ґрунту, м/с^2	
		Вертикальні	Горизонтальні
3000	2	2,4	2,5
	9	0,5	0,6
	16	0,2	0,2
4000	2	2,4	2,9
	9	0,5	0,6
	16	0,2	0,3
5000	2	2,8	2,6
	9	0,6-1,2	0,5-1,1
	16	0,2-0,5	0,2-0,6

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. Бакулін Є.А. Експериментальні дослідження впливу вібрації у будівлях на прецизійне обладнання під час руху залізниці та автотранспорту / Є.А.

Бакулін, М.Г. Мар'єнков // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 115-ї річниці від дня народження д.т.н., професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ, віце президента УАСГН Крамарова В.С. «Крамаровські читання» (24-25 лютого 2022 р., м. Київ). – К. : НУБіП України. – С.359–361.

3. Emelyanov S., Nemchinov Y., Kolchunov V. & Yakovenko I. (2016). Details of large-panel buildings seismic analysis. Enfoque UTE, 7(2), pp. 120 – 134.

4. Бакулін Є.А. Вертикальні в'язі каркасних будівель в сейсмічно активних зонах / Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна, Н.О. Костира // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК. – 2017. – Вип. 258. – С. 117–131.

5. Колчунов В.І. Аналіз схем тріщин у залізобетонних конструкціях сейсмостійких будівель та їх облік за нормами України та єврокоду 8 / В.І. Колчунов, І.А. Яковенко, М.Г. Мар'єнков // Будівельні конструкції. – 2015. – Вип. 82. – С. 540-549.

УДК 624.042.4

АЕРОДИНАМІЧНА СТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ ГНУЧКИХ СПОРУД

Н. О. КОСТИРА, к.т.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kostyra_n_o@nubip.edu.ua

До висотних споруд відносяться опори антенних споруд зв'язку, димові труби, освітлювальні та метеорологічні вежі. За конструктивною схемою висотні споруди можуть бути поділені на два основні види – башти та щогли.

Висотні споруди працюють переважно на сприйняття горизонтальних навантажень, основне з яких є вітрове навантаження, що діє на споруди та обладнання, встановлене на ньому.

Розрізняють два явища аеродинамічної нестійкості висотних споруд, що виникають при взаємодії з потоком вітру: вихрове збудження споруд циліндричної форми і галопування гнучких призматичних конструкцій.

Висотні споруди циліндричної форми та елементи наскрізних споруд (трубчасті) відносяться до класу тіл, що є погано обтічними. При обтіканні таких споруд плоско-паралельним потоком вітру в області за ним утворюється вихрова доріжка з шаховим розташуванням вихорів. Коли за певних швидкостей вітру частота зриву вихорів збігається зі власною частотою споруди, виникають резонансні коливання.

Тому крім динамічного розрахунку такої споруди на дію турбулентного вітру необхідний розрахунок на резонанс. Перевірка на резонанс повинна проводитись у тих випадках, коли критична швидкість вітру $v_{кр.i}$ знаходиться в

межах . За зусилля у споруді при резонансі завжди менше зусиль при розрахунку у напрямку дії вітру; швидкість 25 м/с прийнята як верхня межа критичної швидкості.

Об'єкт обстеження є прожекторна щогла - висотна інженерна споруда для освітлення території частини морського порту в м. Одеса.

Мета обстеження – визначення фактичного технічного стану щогли з наданням висновків і рекомендацій про можливість її подальшої безпечної експлуатації.

Сніговий район та навантаження відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 (Рис. 8.1 та Додаток Е). Вітровий район та навантаження відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 (рис 9.1 та Додаток Е). Сейсмічність майданчику відповідно до ДБН В.1.1-12 (Додаток А).

Прожекторна щогла зведена орієнтовно у 1980-х роках минулого століття, як освітлювальна опора території порту (рис. 1). За роки експлуатації призначення споруди не змінилось і на теперішній час використовується за таким же цільовим призначенням.

Об'єкт обстеження розміщений в портовій зоні м. Одеса, а саме в зоні Морського вокзалу і слугує для освітлення його території. Повна висота прожекторної щогли ПЩ-61 від рівня земної поверхні складає 41.80 м.

В абсолютних позначках умовній відмітці 0.000 (низ башти) відповідає абсолютна відмітка +2.150 м, відмітка +43.950 м відповідає верху башти. Освітлювальні декоративні гірлянди розміщені по висоті споруди, системи освітлення на рівнях 28.400 і 30.000 м в абсолютних позначках, декоративне світлове оздоблення навішене від позначки + 8.150 до позначки + 28.400 м.

Таблиця 1. Характеристика місцевості

1	Сніговий район	2 (880 Па)
2	Вітровий район	3 (460 Па)
3	Сейсмічність майданчику	7 балів +1
4	Товщина стінки при ожеледиці	28 мм
5	Середньорічна температура території	+10.7 С
6	Ожеледно-вітровий район	5 (330 Па)

Конструктивне рішення – трьох-гілкова, висотна, окремо стояча інженерна споруда у вигляді вертикального тригранного з паралельними поясами ствола. Кожна гілка ствола має трубчастий переріз 245х9мм. В плані являє рівнобічний трикутник. По висоті пояси об'єднані безрозкісною решіткою з труб діаметром - 194 мм, товщиною - 8 мм. Поперечні діафрагми розміщені на ділянці від +6.120 м до +25.500 м з проміжними діафрагмами на відмітках 10.160 м, 14.200 м, 17.800 м, 21.800 м в абсолютних позначках.



Рис.1. Загальний вигляд прожекторної щогли

Для споруд баштового типу при розрахунку допускається враховувати тільки першу частоту і форму власних коливань системи. В цьому випадку можуть бути використані наближені методи визначення частот і форм, а саме: метод послідовних наближень і енергетичний метод.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // 36. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

2. ДСТУ–Н Б В.1.2–18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ, ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47 с.

2. Костира Н.О., Малишев О.М., Бакуліна В.М. Особливості технічного обстеження та паспортизації прийнятих в експлуатацію об'єктів будівництва. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 2019. Vol. 10. № 1. Р. 165–169. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2019.01.165>

3. Бакулін Є.А. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування / Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко, В.М. Бакуліна // *Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : collective monograph*. – Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2022. – Р. 1–43.

<https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-1>

4. Barabash M.S. Strength-strain state of the structures with consideration of the technical condition and changes in intensity of seismic loads / M. S. Barabash, N. O. Kostyra and B. Y. Pysarevskiy // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 708, Reliability and Durability of Railway Transport Engineering Structures and Buildings 20–22 November 2019, Kharkiv, Ukraine.

5. Барабаш М.С. Напружено-деформований стан конструкцій з урахуванням категорії технічного стану будівлі та зміни інтенсивності сейсмічного навантаження / М.С. Барабаш, Н.О. Костира, Я.В. Башинський, Б.Ю. Писаревський // Проблеми розвитку міського середовища : наук.-техн. збірник. – К. : НАУ, 2020. – Вип. 1(24). – С.11-22.

6. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження об'єктів прилеглих до існуючої забудови / Н.О. Костира, В.М. Бакуліна // Будівельні конструкції. Теорія і практика. КНУБА. – 2023. – № 12. – С. 105-114.
<https://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>

7. Костира Н.О., Бакулін Є.А., Бакуліна В.М. Визначення вітрових навантажень висотних будівель в умовах щільної міської забудови // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК – 2016. – Вип. 254. – С. 329–337.

УДК 624.012.45:004(075.8)

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КАРКАСУ ЗА УМОВАМИ ЗМІНИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПЕРЕПЛАНУВАННЯ ПОВЕРХІВ БУДІВЛІ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

І. І. БАЙБАРА, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Зміна функціонального призначення будівлі з її переплануванням пов'язано із зміною напружено-деформованого стану каркаса. Відповідно, при проектуванні будь-яких перепланувань в обов'язковому порядку необхідно проводити ретельний аналіз зміни напружено-деформованого стану каркаса існуючої будівлі враховуючи всі проектні рішення з її перепланування. План перепланувань наведено рис. 1.

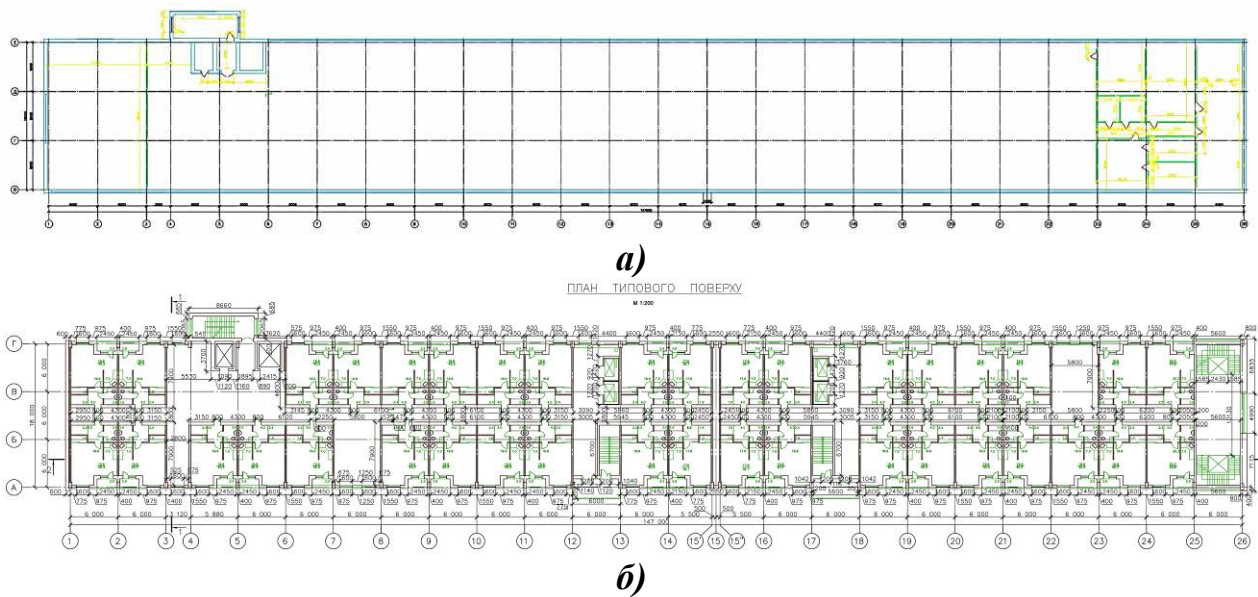


Рис.1. Планувальні рішення каркасної будівлі:

а) – до проведення реконструкції;

б) – проектне планувальне рішення реконструкції

При переплануванні змінюється порядок прикладення вертикального навантаження та жорсткості вертикальних елементів каркасу. Розрахунок несучої спроможності каркасної конструктивної системи в загальному випадку слід проводити в просторовій постановці з урахуванням спільної роботи вертикальних і горизонтальних конструктивних елементів. При цьому жорсткості конструкцій визначають за поперечним перерізом з урахуванням можливого утворення тріщин, а також з урахуванням розвитку непружних деформацій в бетоні та арматурі, що відповідають короточасному та тривалому навантаженням.

Згідно вказівкам чинних нормативних документів з проектування залізобетонних конструкцій, при розрахунку каркасної системи, коли відоме армування залізобетонних конструкцій, у розрахунок необхідно вводити уточнені данні значень їх жорсткісних параметрів, які були визначені із урахуванням армування, утворення тріщин і розвитку непружних деформацій у бетоні та арматурі. За уточненими даними по результатам розрахунку несучої спроможності каркасної системи повинні бути встановлені:

1. У вертикальних конструкціях (колони, пілони) – значення поздовжніх і поперечних сил та згинальних моментів.

2. У плоских конструкціях (перекрыттів, покриттів) – значення згинальних і крутних моментів, поперечних і поздовжніх сил.

За результатами зазначених розрахунків проводиться їх перевірка на несучу спроможність.

Після проведеного статичного розрахунку каркасу та аналіз напружено-деформованого стану металевих велико прогонних ферм при зміни функціонального призначення будівлі з переплануванням її поверхів показав:

1. Найбільш навантажений нижній пояс ферм (переріз 2 швелера №20, зварених в коробочку) при збільшенні навантажень працює в гранично припустимих межах за першою та другою групами граничних станів;
2. Верхній пояс ферм (перетин швелер №40) при збільшенні навантажень працює в гранично припустимих межах за першою та другою групами граничних станів;
3. Розкоси ферм (переріз два кутика 125×125×9, зварених пластиною) при збільшенні навантажень працює в гранично припустимих межах за першою та другою групами граничних станів;
4. Стійкі ферм (переріз два кутика 125×125×9, зварених пластиною) при збільшенні навантажень спостерігається втрата місцевої міцності та стійкості (виникає підвищена гнучкість) необхідні заходи з їх підсилення.

Список використаних джерел

1. Бакулін Є.А., Яковенко І.А., Бакуліна В.М. Визначення параметрів напружено-деформованого стану споруди башти силосу та її конструктивних елементів за наслідками руйнування. *Achievements of Ukraine and EU countries in technological innovations and invention : coll. mon. Riga: –Baltija Publishing*”, 2022. Р. 1–43. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-254-8-1>
2. Костира Н.О., Малишев О.М., Бакуліна В.М. Особливості технічного обстеження та паспортизації прийнятих в експлуатацію об’єктів будівництва. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. 2019. Vol. 10. № 1. Р. 165–169. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2019.01.165>
3. Костира Н.О. Особливості технічного обстеження об’єктів прилеглих до існуючої забудови / Н.О. Костира, В.М. Бакуліна // Будівельні конструкції. Теорія і практика. КНУБА. – № 12. – 2023. – С. 105-114. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.12.2023.105-114>

УДК 691

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ САМООЧИСНОГО БЕТОНУ

Є. А. БАКУЛІН, к.т.н., доцент;

В. В. КЛЮЄВ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulin959@ukr.net

Поверхня бетонних конструкцій із часом забруднюється через адгезію забруднюючих газів, таких як CO_x і NO_x (Zouzelka et al., 2017). Для того, щоб вирішити цю проблему, було запропоновано розглянути детальніше проблему у 2011 році. У цьому контексті в останні роки набуло поширення використання

самоочищувального бетону, що містить фото каталітичний матеріал (Shen та ін., 2015; Zailan та ін., 2017). Кула та ін. (2017) повідомляють, що напівпровідникові матеріали, такі як діоксид титану (TiO_2), оксид цинку (ZnO), селенід кадмію (CdSe) та оксид вольфраму (WO_3), використовуються в самоочищувальних бетонах. Серед цих компонентів було зрозуміло, що TiO_2 широко використовується в самоочищувальних бетонних сумішах завдяки різним перевагам, які він надає. До таких переваг можна віднести низьку вартість, не токсичність і хорошу термостійкість (Юранова та ін., 2007; Ясмiна та ін., 2019).

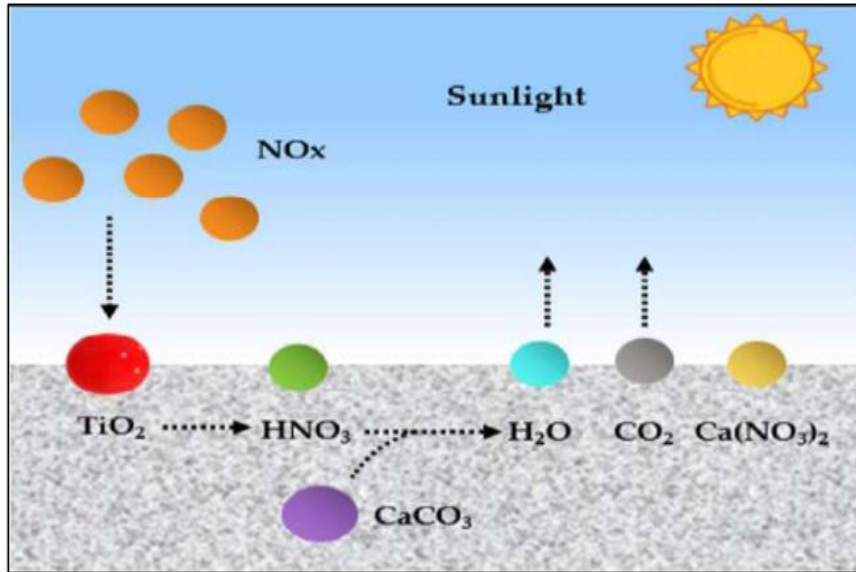


Рис. 1. Окислення забруднювачів цементуючими матеріалами, що містять TiO_2 (Castro-Hoyos et al., 2022)

З проведених досліджень, для з'ясування впливу використання нано- TiO_2 на деякі властивості затверділого стану цементних систем необхідні подальші дослідження. Деякі дослідження з цього питання наведені у табл. 1.

У результаті аналітичного огляду, які були спрямовані на розробку технології самоочищення та визначення впливу використання фото каталітичних матеріалів на властивості свіжого та затверділого стану цементних систем, були отримані наступні висновки:

→ з'ясовано, що серед напівпровідникових наноматеріалів з фото каталітичними властивостями найбільш прийнятним є наноматеріал матеріалів з фото каталітичними властивостями є TiO_2 .

→ повідомлено, що використання Nano- TiO_2 загалом прискорює гідратацію, зменшує час схоплювання та негативно впливає на оброблюваність цементуючих систем.

→ визначено, що існують суперечливі результати щодо впливу використання нано TiO_2 на властивості затверділого стану цементних систем.

У результаті випробування родаміну В і фенантрохінону, проведеного для визначення ефективності самоочищення, було виявлено, що найкраща ефективність була отримана у зразках, що містять 5% TiO_2 . Було помічено,

Таблиця 1. Вплив використання Nano-TiO₂ на деякі властивості затверділого стану цементних

Довідка	Використання TiO ₂ співвідношення (цементу до ваги)	Основні моменти
Li та ін, 2007	1%	Було визначено, що суміш, яка містить нано-TiO ₂ , має найкращі показники при згинанні та втомі.
Daniyal та ін, 2019	1%, 3% і 5%	Встановлено, що 28-денна міцність на стиск цементних систем збільшилася з додаванням нано-TiO ₂ . Однак було помічено, що використання нано-TiO ₂ покращує мікроструктуру і збільшує кількість продуктів гідратації.
Senff та ін., 2012	%3, %6 і %10	Було визначено, що використання TiO ₂ підвищує міцність на стиск бетонних сумішей при одночасному зниженні модуля пружності. Крім того, було помічено, що утворення C-S-H було більшим у сумішах, що містять TiO ₂ .

що ефективність самоочищення ефективність самоочищення зразків, що містять відходи, також є високою. Згідно з цими результатами, TiO₂, який використовується як фотокаталізатор у реакціях фотокаталізу, можна змішувати з FA, BFS, ST і використовувати для підвищення ефективності самоочищення.

У відкритому середовищі, в експерименті з фенантрохіноном без штучного джерела ультрафіолету, такі ефекти, як дощ і вітер були дуже ефективними у видаленні забруднювача, що розпався в результаті реакцій фотокаталізу на поверхні бетону. Це свідчить про те, що механізм самоочищення потребує фізичних втручань, таких як очищення водою, за винятком реакцій фотокаталізу. У результаті дослідження рекомендовано використовувати 5% TiO₂ як фотокаталізатор для самоочищення бетону шляхом фотокаталізу реакції. Було помічено, що у випадку великої кількості промислових відходів, це знижує міцність бетону на стиск. Однак, ці показники можуть бути рекомендовані через позитивний ефект використання відходів у бетоні. Тому цей бетон можливо використовувати в мегаполісах.

Список використаних джерел

1. Altun M.G., Özen S. & Mardani-Aghabaglou A. (2020). Effect of side chain length change of polycarboxylate-ether based high range water reducing admixture on properties of self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 2020, Vol. 246, No 118427. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118427>

2. Altun M.G., Özen S., & Mardani-Aghabaglou A. (2021). Effect of Side Chain Length Change of Polycarboxylate-Ether-Based High-Range Water-Reducing Admixture on Properties of Cementitious Systems Containing Fly Ash. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 2021, Vol. 33, Iss. 4, No 04021015. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0003603](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0003603)
3. Castro-Hoyos, A. M., Rojas Manzano, M. A., & Maury-Ramírez, A. (2022). Challenges and opportunities of using titanium dioxide photocatalysis on cement-based materials. *Coatings*, 12(7), 968. <https://doi.org/10.3390/coatings12070968>
4. Chen Jun, Kou Shi-cong & Poon Chi-sun. (2012). Hydration and properties of nano-TiO₂ blended cement composites. *Cement and Concrete Composites*, 2012, Vol. 34, Iss. 5, pp. 642-649. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2012.02.009>.
5. Dikkar H., Kapre V., Diwan A. & Sekar S.K. (2021). Titanium dioxide as a photocatalyst to create self-cleaning concrete. *Materials Today: Proceedings*, 2021, Vol. 45, Part 4, pp. 4058-4062. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.948>
6. Joshaghani A., Balapour M., Mashhadian M., Ozbakkaloglu T. (2020). Effects of nano-TiO₂, nano-Al₂O₃, and nano-Fe₂O₃ on rheology, mechanical and durability properties of self-consolidating concrete (SCC): An experimental study. *Construction and Building Materials*, 2020, Vol. 245, No 118444. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118444>

УДК 711.4.01

ВПЛИВ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГОДУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОРІВНИКІВ

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач

М. В. КИРИЧЕНКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net

У годівлі першорядне значення має визначення норми споживання тварин поживних речовин, яка визначається віком, масою, фізіологічним станом та продуктивністю тварини. Визначивши норму споживання поживних речовин приступають до розрахунку раціону, тобто визначення кількості та переліку кормів для забезпечення заданої поживності. Розрахунок раціону може бути ідеальним, але наскільки реально весь раціон згодувати тварині. Можна кожній тварині відібрати, зважити та доставити її корми – індивідуальне годування. Однак це досить затратно. Другий варіант провести **угруповання** тварин приблизно однакових за потребою у поживних речовинах і видати їм однаковий раціон на групу. Таке годування називається груповим.

За **видом** у якому доставляється раціон тваринам виділяють:

- роздільне годування, коли всі корми видаються окремо;

- частково змішаний раціон, коли частина кормів видається у вигляді суміші, а частина окремо;

- повно змішаний раціон, всі корми видаються у вигляді суміші.

Існує **чотири** способи доставки та роздачі кормів:

- мобільними машинами, самохідними або агрегованими з трактором;

- стаціонарними установками, тобто системою транспортерів різних типів;

- комбінованим способом, коли доставка кормів до приміщення для тварин здійснюється мобільними машинами, а розподіл по фронту годівлі - стаціонарними установками;

- пересувними технічними засобами, тобто машинами з обмеженим ступенем свободи переміщення.

Першим кроком до автоматизації годівлі було використання стаціонарних змішувачів, де подрібнюються та перемішуються грубі корми. Потім з'явилися більш прогресивні мобільні міксери-кормороздавачі, за допомогою яких можна не тільки подрібнювати і змішувати об'ємний корм з концентратами, що завантажуються з силосних траншей, але і роздавати отриману масу.



Рис. 1. Приклад розміщення обладнання в корівнику



Рис.2. Підвісні кормороздавачі

Перехід на годівлю кормосумішами дозволяє повністю механізувати роздачу та підвищити продуктивність корів за рахунок кращої засвоюваності кормів. При цьому виключається можливість вибіркового поїдання окремих видів корму і практично повністю усуваються його втрати в залишках. Широко поширилися роздавачі-змішувачі, що дозволяють формувати кормосуміші з ваговим дозуванням, які забезпечують досить точне дозування кормів худоби. В даний час існує велика різноманітність кормороздавача-змішувачів: самохідні, причіпні та стаціонарні; горизонтальні та вертикальні; доподрібнюючі або тільки змішуючі; з навантажувачем кормів і без.

Для нормованої видачі комбікорму, молока, ЗЦМ знайшли поширення стаціонарні кормові станції [1]. При їх використанні на кожну тварину кріпиться респондер для його ідентифікації. Необхідна тварина кількість корму видається порційно за заданою програмою. Кормові станції розташовуються в секціях поряд з боксами для відпочинку, у місцях вільного вигулу або в

проходах або спеціально обладнаних майданчиках. Перевагою є точний індивідуальний облік витрати корму та сприяє раціональнішому використанню місця в корівнику: не треба розбивати тварин за групами годівлі.

Для індивідуального нормованого годівлі корів в даний час розроблені автоматичні підвісні кормороздавачі, які здатні роздавати як концентровані, так і грубі корми, а також їх суміш [2]. Кормороздавач є бункером, який переміщається всередині корівника по монорейці, змонтованому на стелі. Приготування кормової суміші для ВРХ відбувається в стаціонарному міксері, а завантаження зазвичай здійснюється в торці корівника за допомогою системи завантажувальних транспортерів або навантажувача. Компоненти суміші надходять у міксер із спеціальних бункерів.

Рішення про доцільність використання тієї чи іншої технології визначається цілою низкою об'єктивних і суб'єктивних факторів, що впливає на об'ємно-просторові рішення.

На даний момент, технології автоматичного годування рогатого скота, розвинулися на достатній рівень для повного застосування в скотарстві, вони мають економічні та ергономічні переваги в порівнянні з традиційними методами годування [3]. З розвитком технологій необхідно враховувати при проектуванні конструкції що будуть відповідати як проектним нормам так і санітарним.

Обраний напрямок наукових досліджень є актуальним, потребує подальших розробок і відповідає основним напрямкам кафедри будівництва [4].

Список використаних джерел

1. Режим доступу : <https://www.delaval.com/uk/informatsiya/novini/>
2. Режим доступу : <https://traktorist.ua/technologies/>
3. Режим доступу: <https://www.imena.ua/blog/automatic-farm/>
4. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

УДК 69.059

РЕКОНСТРУКЦІЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ТИПОВИХ СЕРІЙ В ЄВРОПІ

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач

Я. О. ВЛАСЮК, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net, yanavlasjuk46@gmail.com

Реконструкція будівель та споруд як особлива, специфічна гілка будівельної справи, знаходить своє місце в економіках усіх цивілізованих країн [1, 2]. Однак прийняте у вітчизняному тлумаченні поняття «реконструкція» дещо відрізняється від прийнятого в Європі. Наприклад в Німеччині, Австрії, Швейцарії вказаний термін використовується в значенні – організаційних та інженерно-технічних заходів з відтворення в автентичному вигляді будівель, споруд, механізмів, іншого та історичних подій. Більш близьким є поняття «Instandhaltung» (від нім.), що значить догляд за будівлями та спорудами та включає, як організаційні так і практичні заходи з підтримання будівельного фонду в придатному для нормальної експлуатації стану.



Рис.1. Житлова будівля 2012р. Житлова площа: 7,3 тис.

Цей проект (рис. 1) отримав премію на міжнародній виставці як кращий приклад оновлення міст у землях Саксонія-Анхальт. Замість одинадцяти під'їздів залишили тільки шість.

Зі старих стандартних планувань квартир, зроблено 18 різних варіантів, в тому числі п'ять мезонінних апартаментів і квартири на першому рівні з власним садом. Часткове видалення верхніх поверхів створило ступінчастий об'єм з великими дахами.

Що стосується комплексу робіт щодо підсилення чи заміни будівельних конструкцій, то вони знаходять, менший в порівнянні з вітчизняним досвідом, розмах [3]. Якщо стан будівельних конструкцій об'єкту не задовольняє вимогам щодо несучої здатності [4], архітектурної виразності чи встановлених економічних термінів їх експлуатації, то вони просто зносяться. Підсиленню, відновленню чи заміні конструкцій підлягають в основному об'єкти що

належать до пам'яток культури та архітектури. Але й в цьому випадку є свої стійкі традиції.

Наприклад, фізично зношені конструкції дерев'яного перекриття будуть замінені лише на аналогічні дерев'яні, причому з використанням навіть технологічних прийомів часу зведення будівлі [5]. Це дозволяє не просто відтворити конструкції, але й зберегти їх автентичність, тобто дух їх побудови.



Рис. 2. Житлова будівля площею 2,2 тис.. Завершено в 2008р.

Панельну шестиповерхівку в ході реконструкції зменшили до чотирьох поверхів, додали кам'яну кладку по периметру будівлі для візуального відмежування будівлі і її зовнішнього простору. У будинку скоротилася кількість квартир, в яких зробили сучасні та зручні планування. Зі сторони саду зроблено різні за дизайном та розмірами балкони.



Рис. 3. Житлова будівля площею 4,2 тис.. Завершено в 2004р.

Найяскравішим і радикальним прикладом реконструкції в Лайнфельдені, на сході Німеччини, є перетворення старого панельного будинку «Платтенбау» довжиною 180м (рис. 4).

Видаливши верхній поверх і сім сегментів уздовж лінії блоку, представили новий стиль житлової забудови. На основі старого будинку були створені окремі багатоквартирні вілли. Комплекс являє собою міську стіну, символічно означає вхід в Лейнфельден, і висловлює новий початок у міському плануванні, йдеться в описі проекту. Безперервна стіна з'єднує на рівні першого поверху вісім блоків зі східного боку.



Рис. 4. Будинок «Платтенбау»

Особливості європейського досвіду реконструкції будівель та споруд мають й інші аспекти та ознаки. Вказані особливості тісно пов'язані з соціально-економічним станом країн та з будівельними традиціями. В цілому, реконструкція будівель та споруд в Європі, зводиться до виконання комплексу ремонтно-відновлювальних робіт з метою покращання їх експлуатаційної придатності, поліпшенню енергоефективності, безпеки та комфорту користування.

Аналіз наведених прикладів та методів реконструкції цивільних будівель [1] та споруд [2] із урахуванням сучасних прийомів надбудови поверхів [6] надає інженерам більш глибоке розуміння складних і неординарних задач, які виникають під час проведення таких заходів. Ці задачі координуються з напрямками [7] і потребують від науковців чітких розробок розрахункового апарату будівель та споруд.

Список використаних джерел

1. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : collective monograph / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96. <https://doi.org/10.46299/isg.2020.MONO.TECH.II>
2. Яковенко І.А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів : мет. реком. до виконання РГР для студентів спец. 6.06010101 / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін. – К.: НАУ, 2013. – 50 с.
3. Яковенко І.А. Класифікація методів посилення залізобетонних конструкцій будівель та споруд / І. А. Яковенко, Є.А. Бакулін, В.М. Бакуліна // Збірник тез доповідей XIX міжн. конф. науково-педагогічних працівників,

наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (20-22 березня 2019 року). – К. : НУБіП України, 2019. – С. 8–11.

4. Яковенко І.А. Методика проведення комплексного обстеження кам'яних і армокам'яних конструкцій // І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Збірник тез доповідей XX Міжнародної конференції науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 березня 2020 року). – К.: НУБіП України, 2020. – С. 64–67.

5. Бакулін Є.А. Принципи планування житлової забудови в сучасних умовах міст / Є.А. Бакулін, А.Л. Білецький // Зб. тез доп. XXII Міжнар. онлайн-конф. наук.-пед. прац., наук. співробітн. та аспір. «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування: конструювання та дизайн» (19–20 квітня 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України. – С. 79–82.

6. Федчук О.О. Різновиди та прийоми надбудови поверхів при реконструкції цивільних будівель / Федчук О.О., Яковенко І.А. // Вісник студентів факультету конструювання та дизайну НУБіП України : зб. наук. праць. – К. : НУБіП України, 2022. – Вип. 10. – С. 112 – 115.

7. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

УДК 515.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕЛІОСИСТЕМ ІЗ КОНЦЕНТРАТОРАМИ СОНЯЧНИХ ПРОМЕНІВ

В. Л. МАРТИНОВ, д.т.н, професор

Ю. Ю. ПОЛЯК, О. Л. МАРТИНЮК аспіранти

Київський національний університет будівництва і архітектури

В. В. АКУЛЕНКО, студентка

Національний університет природокористування і біоресурсів України

E-mail: arx.martynov@ukr.net

Вступ. У сучасному світі, а також в Україні, проблема підвищення енергоефективності будівель стає дедалі актуальнішою. З урахуванням збільшення населення та зростання міст, енергоспоживання будівель відіграє

значну роль у загальному енергетичному балансі. Зелені технології в будівництві є важливим інструментом для скорочення споживання енергії та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. У цьому контексті використання геліосистем із концентраторами променів сонячної радіації може стати ефективним способом підвищення енергоефективності будівель.

Мета. Провести аналіз наукових статей та існуючих проєктних рішень зелених будинків та визначити можливість підвищення енергоефективності зелених будівель за допомогою геліосистем з концентраторами сонячних променів.

Основна частина. Проведено аналіз та вивчення наукових статей та досвіду підвищення енергоефективності зелених житлових будинків за рахунок використання геліосистем з концентраторами сонячних променів та визначено їх особливості [1, 2 та ін.].

Принцип роботи геліосистем із концентраторами. Геліосистеми з відбивачами є системами, що використовують сонячну енергію для освітлення та опалення будівель. Вони складаються із сонячних колекторів, які поглинають сонячні промені, та відбивачів, що направляють його всередину будівлі або на геліоприймач. Це дозволяє знизити споживання електроенергії на освітлення та енергії на опалення будівлі.

Переваги геліосистем з концентраторами становлять наступні показники.

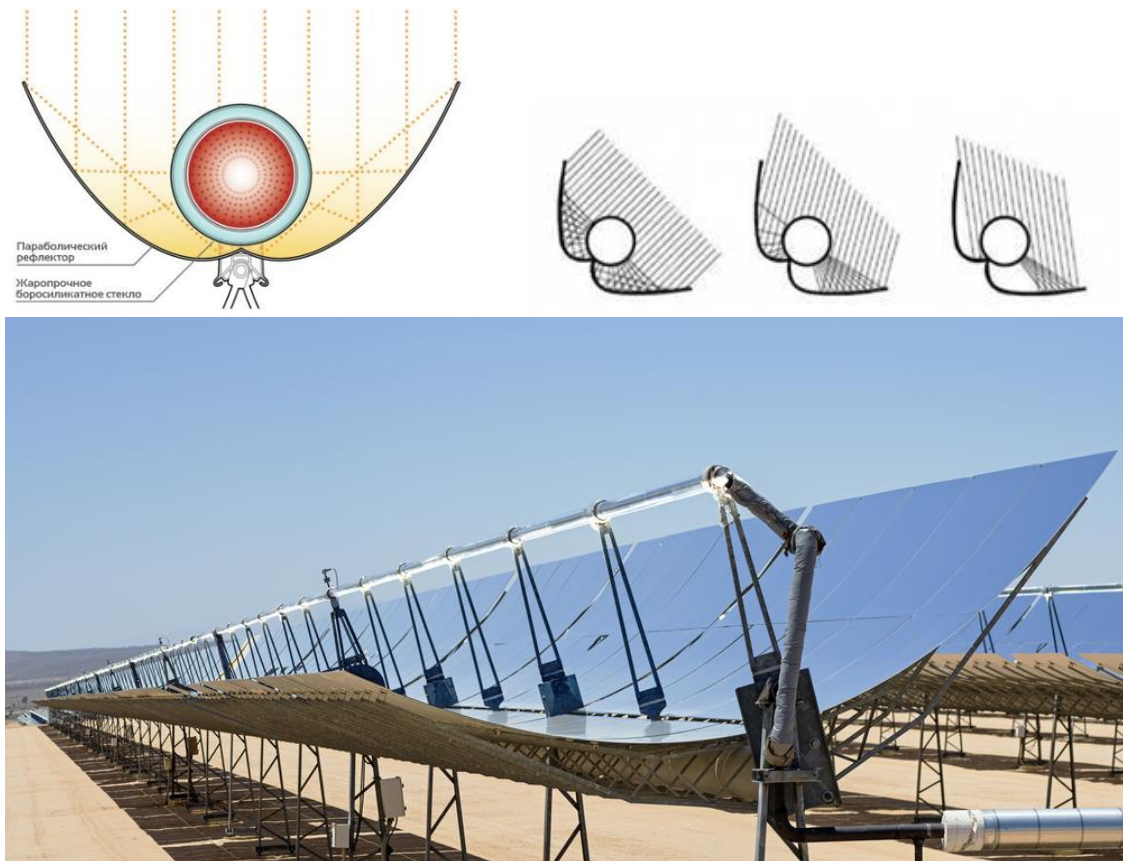


Рис.1 Геліосистеми з концентраторами сонячних променів

Енергоефективність: Використання сонячної енергії дозволяє скоротити залежність будинків від традиційних джерел енергії.

Екологічність: Сонячна енергія є чистим та відновлюваним джерелом енергії, що знижує негативний вплив на навколишнє середовище.

Економічна вигода: При правильному встановленні та використанні геліосистем з концентраторами можна досягти суттєвих економічних вигод за рахунок скорочення витрат на енергію.

Можливість застосування для різних типів будівель:

- **Офісні будівлі.** Геліосистеми з концентраторами можуть бути успішно застосовані в офісних будинках для зниження споживання електроенергії на штучне освітлення та обігрів.

- **Житлові комплекси.** У житлових комплексах геліосистеми можуть використовуватись для обігріву води та опалення приміщень.

- **Громадські будівлі.** У громадських будинках, таких як школи або лікарні, геліосистеми здатні забезпечувати енергопостачання для різних потреб.

Висновок. Проведено аналіз та визначено наступне. Геліосистеми з концентраторами сонячних променів є ефективним рішенням для підвищення енергоефективності будівель. Їхнє використання дозволяє скоротити споживання енергії, знизити негативний вплив на навколишнє середовище та заощадити кошти. При правильній реалізації та підтримці з боку держави та бізнесу, геліосистеми можуть стати важливим елементом сталого розвитку будівельної індустрії та забезпечити комфортне проживання та роботу людей у будівлях майбутнього [3].

Список використаних джерел

1. Martynov V., Ploskyi V., Sergeychuk O., Virchenko G., Usenko V. & Tereschuk M. (2022). Improving efficiency energy systems-photovoltaic modules and solar collectors in construction. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1-4.

2. Sergeychuk, O.V., Martynov, V.L., Andropova, O.V., Koval, L.M. (2023). Determination of conditional atmosphere temperature for energy certification of buildings. *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, 2023, Vol. 15(2), pp. 134–140.

3. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

УДК 614.841

ВПРОВАДЖЕННЯ 3D-ПРИНТЕРНОЇ СИСТЕМИ В БУДІВНИЦТВІ: НОВІ МОЖЛИВОСТІ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА СТАЛИЙ РОЗВИТОК

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач;

М. А. АНДРІЄВСЬКА, студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net

Впровадження 3D-принтерної системи в будівництві відкриває широкий спектр нових можливостей, що революціонізують традиційний підхід до будівельної індустрії [1]. Ця інноваційна технологія сприяє ефективному виробництву будівельних елементів шляхом швидкого та точного друку з використанням різних будівельних матеріалів [2]. Застосування 3D-друку у будівництві не лише зменшує час на будівництво та витрати на матеріали, але й відкриває можливість створення складних топологічних форм, які раніше були складні або неможливі для втілення. Крім того, впровадження 3D-принтерів у будівництво сприяє підвищенню ефективності будівельних процесів за рахунок автоматизації виробництва та зменшення кількості людської праці, необхідної для виконання рутинних завдань [3]. Це дозволяє зменшити ризики людських помилок та забезпечити більш високу якість будівельних конструкцій.

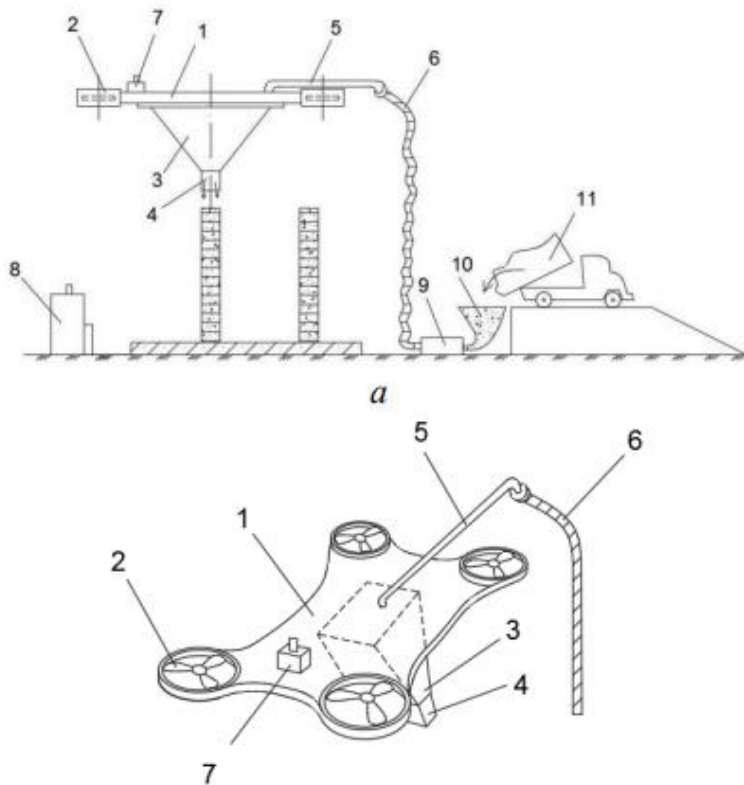


Рис. 1. Пристрій для 3D-друку будівельних об'єктів:

а – схема розташування обладнання; *б* – загальний вигляд пристрою:

1 – квадрокоптер; 2 – гвинти;

3 – бункер; 4 – головка друку;

5, 6 – трубопроводи;

7 – дистанційний приймач електроживлення; 8 –

джерело електроживлення;

9 – насос; 10 – бункер; 11 –

транспорт

Зокрема, впровадження 3D-друку у будівництво сприяє сталому розвитку, оскільки дозволяє ефективніше використовувати ресурси та зменшувати викиди CO₂ шляхом оптимізації виробничих процесів та зменшення кількості відходів. Проведений аналіз відповідає напрямкам наукових досліджень [4]. Крім того, ця технологія відкриває нові можливості для використання екологічно чистих будівельних матеріалів, таких як біопластик або перероблені матеріали.

Список використаних джерел

1. 3D Printing in Construction Market. (2020). Режим доступу: <https://www.transparencymarketresearch.com/3d-printing-constructionmarket.html>
2. Архітектурно-конструктивно-технологічна система 3д-друку будівельних об'єктів : кол. мон. / М. Савицький, Ш. Айріх, І. З. Халаф [та ін.] ; за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. М. Савицького. – Дніпро, ФОП Удовиченко О.М., 2019. – 233 с.
3. Андрійчук О. В., Застосування технології 3D-друку в будівництві / О.В. Андрійчук, П.Я. Оласюк // Сучасні технології та методи розрахунку в будівництві. – 2015. – Вип. 3. – С. 11–18.
4. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

УДК 515.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ БУДИНКІВ У РІЗНИХ АРХІТЕКТУРНО-КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТИПІВ ВІКОН

В. Л. МАРТИНОВ, д.т.н, професор
Д. М. СТАДНІЙЧУК,

Київський національний університет будівництва і архітектури

Т. А. БАННИЙ аспіранти

В. В. АКУЛЕНКО, студентка

Національний університет природокористування і біоресурсів України

E-mail: arx.martynov@ukr.net

Вступ. Україна, маючи різноманітний клімат та архітектурні особливості, стоїть перед викликом підвищення енергоефективності будівель, особливо зелених будинків. Енергоефективні рішення у конструкції вікон відіграють

ключову роль у забезпеченні комфортних умов проживання за мінімального споживання енергії. Застосування раціональних типів вікон сприяє підвищенню енергоефективності зелених будинків у різних архітектурно-кліматичних районах України.

Мета. Провести аналіз наукових статей та існуючих довідкових даних і визначити можливість підвищення енергоефективності зелених будівель за допомогою раціонального використання різних типів вікон у кліматичних районах України з урахуванням напрямків роботи кафедри [1].

Основна частина. Проведено аналіз та вивчення наукових статей та досвіду підвищення енергоефективності зелених житлових будинків за рахунок використання різних типів вікон у різних архітектурно-кліматичних районах України [2, 3 та ін.].

Архітектурно-кліматичні особливості України. Україна має різноманітний клімат, включаючи помірний континентальний, субтропічний, середземноморський та інші типи клімату (температуру, рівень надходження сонячної радіації, напрямок та силу вітру та ін.). Це означає, що різні регіони країни мають різні вимоги до енергоефективності будівель, включаючи типи вікон та їхню орієнтацію.

Раціональні типи вікон. Треба відмітити наступні особливості їх конструктивного вирішення і доцільного їх використання в будівництві.

Енергозберігаючі склопакети. Застосування багатошарових склопакетів з низькою теплопровідністю допомагає зменшити втрати тепла взимку та перегрів приміщень влітку, рис. 1.

Термовідбиваючі покриття. Застосування спеціальних покриттів на склі, що відбивають сонячні промені, допомагає зменшити пряму дію сонячного випромінювання у спекотних кліматичних умовах, перегрів приміщень у літній період.

Контрольована вентиляція. Вікна з можливістю регулювання вентиляції сприяють ефективній циркуляції повітря, що особливо важливо у помірному кліматі із мінливими погодними умовами.

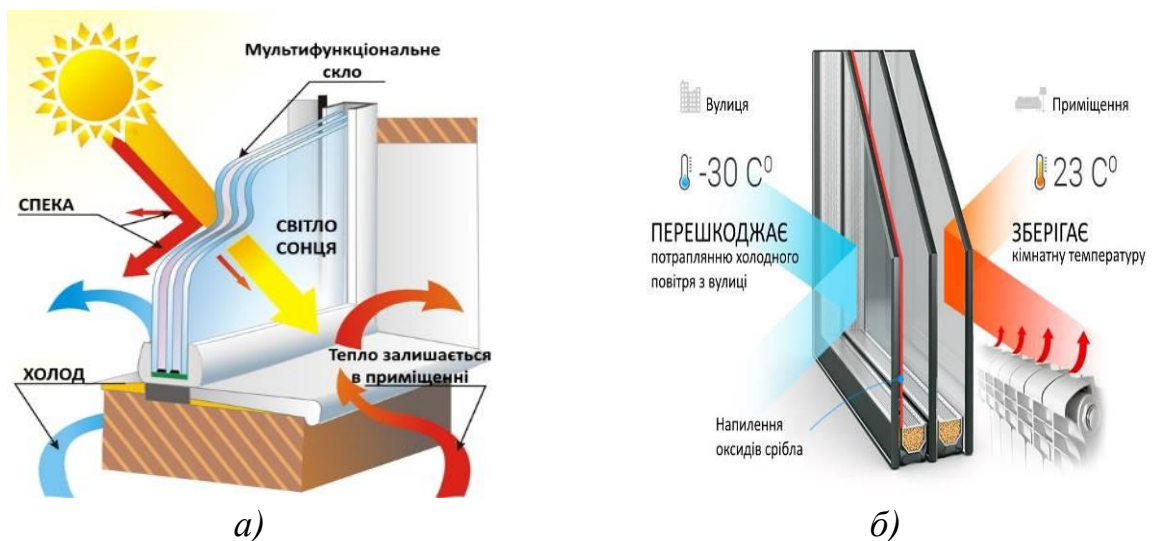


Рис. 1. Вікно з термовідбиваючим покриттям (а), енергозберігаючий склопакет (б)

Доцільність використання раціональних типів вікон у різних районах України.

Північні регіони (Подільське плато, Полісся). Тут ключовим фактором є мінімізація тепловтрат взимку. Застосування енергозберігаючих склопакетів із низькою теплопровідністю та теплорефлексивних покриттів допомагає знизити енергоспоживання на опалення.

Південні регіони (Причорномор'я, Лівобережна Україна): Тут є актуальними проблеми перегріву приміщень влітку. Вікна з контрольованою вентиляцією та термовідбиваючими покриттями допомагають скоротити навантаження на системи кондиціонування повітря.

Разом з тим існуючі рекомендації не дають проектувальникам можливість швидко визначити рівень скорочення енергоспоживання за рахунок раціонального використання вікон, що вимагає додаткових досліджень.

Висновок. Проведений аналіз показав, що застосування раціональних типів вікон у зелених будинках України відіграє важливу роль у підвищенні їхньої енергоефективності та комфортності. З огляду на різноманітність архітектурно-кліматичних особливостей України необхідно розробити індивідуальні підходи до вибору віконних конструкцій для кожного регіону. Це дозволить створити енергоефективні зелені будинки, які сприятимуть екологічній стійкості та покращенню якості життя населення.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України / І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.
2. Мартинов В.Л. Оптимізація розподілу утеплювача по теплоізоляційній оболонці енергоефективних будівель / В.Л. Мартинов, Т.Л. Чирва // Прикладна геометрія та інженерна графіка : міжвід. наук.-техніч. збірник. – 2022. – Вип. 102. – С. 91–96.
3. Мартинов В.Л. Оптимізація орієнтації енергоефективних будівель, що обертаються / В.Л. Мартинов, Т.Л. Чирва // Прикладна геометрія та інженерна графіка міжвід. науково-техніч. збірник. – 2022. – Вип. 103. – С.123–133. <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2022.103.123-133>.

УДК [72:71:504] (075)

КОМПЛЕКСНЕ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ПІДТОПЛЕННЯ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ

В. М. БАКУЛІНА, ст. викладач;

А. Л. МАХОВ, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bakulina 88@ukr.net

Одна з головних причин виникнення аварійних будівель і зниження санітарно-гігієнічних параметрів архітектурного середовища – геологічні процеси в ґрунтах і розвиток підтоплення забудованих територій. Підтоплення території – це підвищення рівня ґрунтових вод до критичних величин (менше 1-2 м від поверхні землі) [1].

Процес підтоплення – це реакція геологічного середовища на незбалансований вплив на нього техногенних факторів, пов'язаних з господарською діяльністю людини. Гідрогеологічний режим змінюється при ліквідації боліт, які є природним випаровувачем ґрунтових вод. Тому засипка боліт стимулює порушення режимів випаровування і природного водообміну на прилеглий території. Великі заасфальтовані площі й засипані балки також змінюють природні умови випаровування води і руху фільтраційних стоків на місцевості. «Запечаткування» ґрунтів, тобто їх укриття асфальтом чи цементними плитами, вилучає ґрунти з кругообігу речовин, порушує вологісний режим забудованої території і, таким чином, сприяє розвитку підтоплення: між поверхнями, вкритими дорожнім покриттям, і вільними поверхнями виникає різниця температур, що зумовлює фільтрацію ґрунтової води в сторону падіння температур [2].

Порушення технологій архітектурно-будівельних процесів чи недостатній аналіз містобудівельних і гідрогеологічних умов зумовлюють розвиток підтоплення окремих територій чи навіть цілих районів міста, а підтоплення, в свою чергу, змінює існуючий гідрогеологічний режим і може стати причиною виникнення карстів, зсувів та інших явищ (рис. 1).

Особливо гострим це питання є в історичних частинах міст, де сконцентровано багато пам'яток архітектури і культури. Підтоплення створює реальну небезпеку фізичному збереженню історичної забудови, тому проведення робіт з реконструкції і реставрації не можливе без урахування даного фактору [3].

При цьому також обов'язково слід враховувати, що на сьогодні в історичних центрах міст межують різні типи забудови. Це створює низку **проблемних ситуацій**, головні з яких пов'язані з напрямками [4]:

→ сусідство пам'ятки архітектури і пам'ятки археології;

→ взаємодія пам'яток архітектури та містобудування з геологічним середовищем;

→ сусідство пам'яток архітектури з сучасною забудовою.

У місцях, де щільність розміщення пам'яток архітектури досить висока чи де їх групи розміщені вздовж вулиць, можуть бути рекомендовані спільні для цих груп системи заходу, а для окремо розміщених пам'яток архітектури – індивідуальні. В будь-якому разі кожна пам'ятка архітектури повинна мати свої пункти стеження за режимом підземних вод і деформацією ґрунтів, що дозволить оцінювати ступінь небезпеки і своєчасно вживати засоби захисту.



Рис. 1. Схема запобігання і ліквідація підтоплення на різних рівнях

Заходи із запобігання впливу підземних і поверхневих вод, тобто, загальнотериторіальні, мають бути обов'язковими як на стадії проектування, так і на стадії реконструкції територій. Локальні заходи, тобто заходи зі зниження вразливості пам'ятки архітектури до підтоплення доцільно застосовувати під час реконструкції забудови [5].

Для запобігання руйнації існуючих архітектурних об'єктів усі засоби захисту необхідно спрямовувати на реалізацію таких заходів: зниження вразливості пам'ятки архітектури до підтоплення (відмостка з відведенням води, гідроізоляція, закріплення ґрунтів і фундаментів, пристінний дренаж тощо), нейтралізація джерел підтоплення (ліквідація впливу поверхневого стоку і екрануючих асфальтових покриттів тощо), запобігання впливу підземних і поверхневих вод на пам'ятку архітектури (завіси, вертикальне планування майданчику, кільцевий дренаж [2, 6].

Найскладніші проблеми, пов'язані із захистом від підтоплення існуючої забудови чи її осушенням на стадії експлуатації об'єктів зумовлені тим, що відкриті горизонтальні дрени, трубчаті дренажі й водознижуючі свердловини в такій ситуації застосовувати складно (рис. 2). Головні причини: низька ефективність традиційних засобів; висока щільність забудови; розвинута мережа підземних комунікацій; загроза забруднення поглинаючих горизонтів.

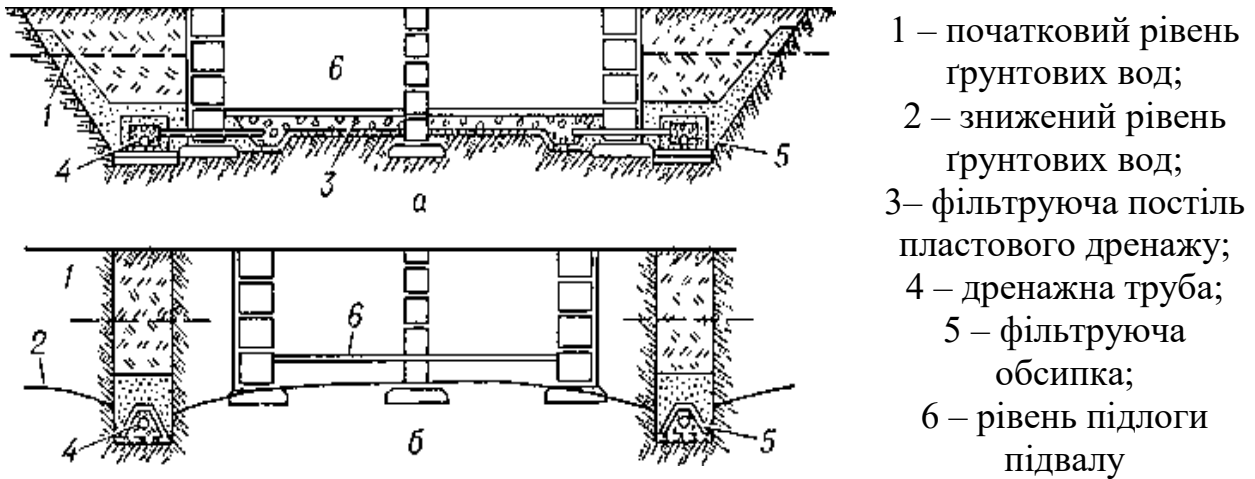


Рис. 2. Горизонтальний дренаж споруд:
 а – пластовий дренаж; б – рубчаті дрени кільцевого дренажу

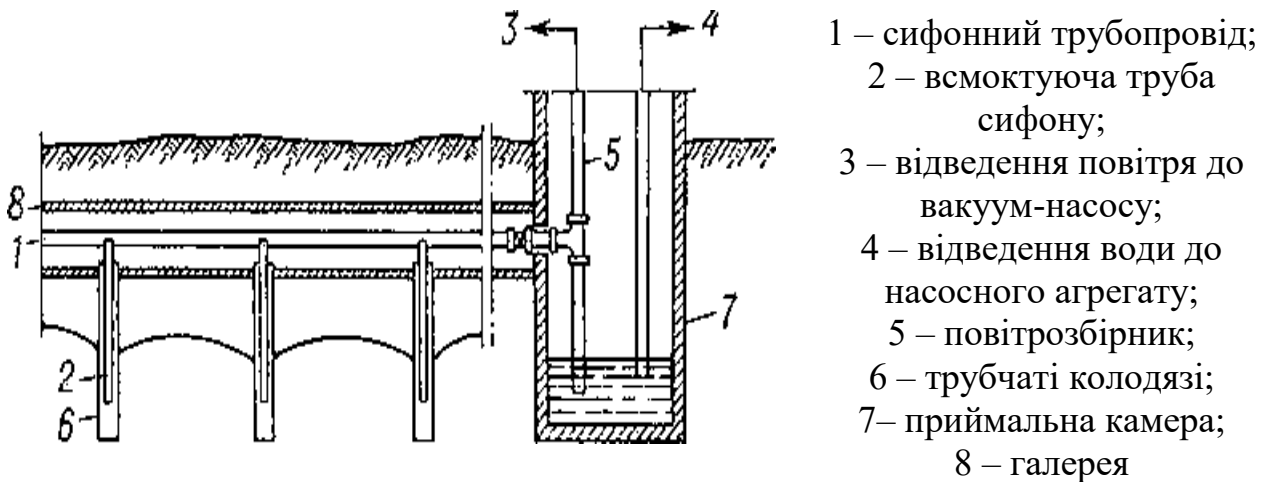


Рис. 3. Вертикальний дренаж з сифонним водовідведенням

Технічні засоби захисту від підтоплення під час нового будівництва можна розділити на **дві групи**. До першої належать заходи, що виконуються на стадії будівництва об'єкта, горизонтальні пристінні і кільцеві дренажі (рис. 4), пластові і вертикальні сифонні дренажі, а також фільтруючі завіси. Проекти передбачають застосування бетонів і інших стійких до агресивного середовища матеріалів, ущільнення ґрунтів, гідроізоляцію підземних конструкцій.

Друга група – профілактичні заходи захисту об'єктів нового будівництва: організація поверхневого стоку; збереження природних дренажів (закладання фільтрів по тальвегам балок); обладнання глиняних замків і відмосток (рис. 5). При розробці цієї групи заходів найскладнішою задачею є прогнозування процесу підтоплення на територіях нового будівництва [6].

Дані заходи інженерного захисту можуть бути локальними (індивідуальними) і загально-територіальними. До засобів захисту територіального рівня належать засоби з евакуації з території цінної забудови поверхневих і підземних вод, тобто регулювання річкової мережі, вертикальне планування, дренажі. До локальних належать заходи із захисту окремих

народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). – К. : НУБіП України, 2023. – С. 488–491.

5. Yakovenko I., Bakulin Y. & Bakulina V. (2020) Classification methods of civil buildings reconstruction // Theoretical and scientific foundations of engineering : coll. mon. / Apostolova R., Shembel E., Aurbach D., Markovsky B., – etc. – International Science Group. – Boston : Primedia eLaunch, 2020. 180 p., pp. 70–96.

6. Bakulin Y.A. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin / Ye.A. Bakulin, I.A. Yakovenko, V.M. Bakulina. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. – 205 p.

УДК 621.396

ПІДГОТОВКА ІНЖЕНЕРІВ-БУДІВЕЛЬНИКІВ У 3D МОДЕЛЮВАННІ БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД

М. В. УСЕНКО, ст. викладач;

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: usenko.m@nubip.edu.ua

Процес створення комп'ютерної моделі будівлі або інженерної споруди вимагає від студента наявності базових теоретичних знань і практичних вмінь. Вони ґрунтуються на наступній плеяді освітніх компонент: «Архітектура будівель і споруд» → «Основи проектної справи і конструювання» → «Будівельні конструкції». Це надає всебічного розуміння студентам за освітніми компонентами: «Основи і фундаменти», «Програмне забезпечення інженерних розрахунків», «Основи автоматизованого проектування в будівництві» [1].

У навчальному плані дисципліна «3D моделювання у будівництві» викладається на четвертому курсі, є вибірковою у підготовці студентів за освітнім ступенем «Бакалавр» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія» і базується на класичній дисципліні «Архітектура будівель і споруд». Ця дисципліна передбачає вивчення теоретичного матеріалу, який викладений у двох модулях. В першому змістовому модулі розглядаються концептуальні основи комп'ютерного моделювання. У другому модулі приведені комп'ютерне моделювання об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд.

На базі знань та вмінь, здобутих студентами при вивченні дисципліни, майбутнім фахівцем в разі роботи у проектних організаціях будуть вирішуватись професійні задачі формування віртуальної моделі будівлі чи споруди, яка дозволить максимально детально розглянути форму, розмір, дизайн об'єкта та інші характеристики.

Основною метою викладання дисципліни є формування знань та навичок побудови тривимірних зображень, що допоможе уявити, як виглядатиме будівля ще до початку зведення. Це дозволяє при необхідності внести корективи у проєкт, змінити його архітектурно-планувальні рішення; наблизити навчальний процес до реальної діяльності проєктних та конструкторських організацій; забезпечити студентів необхідними знаннями для самостійної розробки проєктної документації, проведення техніко-економічного аналізу; навчити працювати з нормативними документами.

Сьогодні використання програмного забезпечення при проєктуванні будівель та інженерних споруд є невід'ємною частиною капітального будівництва. Тому орієнтація на сучасні інформаційні технології, збільшення вимог до учасників проєктування, тиску витрат і конкуренції галузі, ставляться перед нами завданнями вдосконалення процесу і якості архітектурно-будівельних проєктів. На жаль, поки не вдається застосувати одну САПР для всіх етапів виготовлення робочого проєкту: від ескізного проєктування до здачі об'єкта в експлуатацію, а доведеться працювати з різними програмними комплексами, далеко не завжди сумісними між собою.

Наприклад, архітектурна модель будівлі проєктується в одному програмному комплексі, фотореалістичне зображення створюється в другому, влаштування в навколишньому середовищі – в третьому, розстановка та обробка внутрішнього інтер'єру – в четвертому і т.д. д.; розрахунки несучих конструкцій будівель, робочі та креслення будівельних конструкцій, армування та специфікація, генеральне та вертикальне планування території забудови, озеленення та макет місцевості будівництва, розрахунок та проєктування інженерних комунікацій та ін. – для кожної функції існує своє програмне забезпечення. Отже, архітектору необхідно використовувати ArchiCAD, Autodesk AutoCAD, Autodesk Revit, AllPlan, Maya, Artlantis, Photoshop, 3Dmax, CorelDraw та ін.

При цьому далеко не завжди перераховані програмні комплекси повністю сумісні між собою: за форматами, функціями, шарами, швидкістю та зручностями роботи, видами моделей, масштабними факторами, інтерфейсом і т.д. Необхідність вивчення такої кількості програм також не вселяє оптимізму. Незважаючи на це, в даний час активно створюються, розробляються і вдосконалюються системи «комплексних рішень», об'єднаних між собою за призначенням: для архітектора-конструктора – САПФІР, для інженера-будівельника (розрахунки, проєктування будівельних конструкцій) – ЛІРА-САПР, МОНОМАХ, SCAD і др., ще залишається не вирішеним питанням взаємодії між інтелектуальними об'єктами.

Але на зміну такому підходу прийшла сучасніша BIM-технологія. Дана технологія має істотні переваги перед традиційною CAD-технологією проєктування, серед яких: більш високі швидкість та точність виконання проєктної документації, точність та якість прийнятих проєктних рішень, підвищення якості та безпеки будівництва, зниження фінальної вартості об'єкта [2] і термінів його зведення за рахунок зменшення трудовитрат на виправлення

помилки та колізії, які виникли в процесі будівництва. Впровадження BIM-технологій у будівельне виробництво в Україні набуває особливого значення у зв'язку із великими обсягами руйнувань об'єктів інфраструктури, будівельними та відновлювальними роботами. Отже, формування спеціальних (фахових) компетентностей та їхній науковий супровід у сфері сучасних САПР із урахуванням BIM-технологій серед майбутніх інженерів-будівельників має першочергове значення.

BIM-технології являють собою новий підхід до проектування будівельних об'єктів. Вони базуються на ідеї **колективного створення об'ємної та комплексної моделі об'єкта всіма учасниками проектного процесу**, такими як архітектори, конструктори, інженери та технологи. Основна ідея полягає у створенні віртуальної моделі всього об'єкта, включаючи архітектурні рішення, інженерні системи, ландшафт та прилеглу територію. Ця модель використовується на всіх етапах проекту – від розробки до здачі об'єкта в експлуатацію. Використання BIM-технологій у проектуванні і експлуатації будівель дозволяє більш ефективно вирішувати завдання та приймати обґрунтовані рішення з питань будівництва, експлуатації та ремонту [3, 4]. За допомогою BIM можна систематизувати всю інформацію про об'єкт, включаючи фінансову частину [5].

Найбільшими проблемами у програмному забезпеченні, яке сповільнюють повне впровадження у навчальний процес наступні:

- більша відносна складність вивчення програмного забезпечення (Autodesk Revit, Nemetschek Allplan, Graphisoft ArchiCAD) у порівнянні із складністю вивчення програм більш застарілої CAD-технології. У зв'язку із чим виникає необхідність збільшення загальної кількості кредитів та навчальних годин за BIM-дисциплінами;

- необхідність застосування більш потужного апаратного забезпечення у навчальному процесі у зв'язку із необхідністю роботи із складнішими та більш ресурсоемними 3D-моделями;

- певний дефіцит якісних методичних матеріалів та відеокурсів українською мовою, необхідність їхньої методичної розробки;

- необхідність мати стандартизований підхід до обміну даними та спільної роботи над проектами в середовищі BIM;

- ліцензування та вартість програм: BIM-програми переважно є комерційними, і їхня ліцензія може бути коштовною;

- необхідність «перенавчатися» новій технології BIM-моделювання та інструментам її реалізації викладачам дисциплін САПР, які навчалися та мали практичний досвід в парадигмі CAD-технології моделювання.

Загалом, впровадження технології BIM у будівельній галузі України може допомогти підвищити продуктивність, якість та безпеку будівництва, а також забезпечити відповідність світовим стандартам і зробити галузь більш конкурентоспроможною на міжнародному ринку. Саме тому впровадження у навчальний процес майбутніх спеціалістів у сфері промислового та цивільного будівництва застосуванню даної технології моделювання будівель є дуже

актуальним. Однак це вимагає планування, зміни складу робочих програм та силябусів комп'ютерних дисциплін, навчання та підготовки викладачів, наявності додаткових матеріальних ресурсів, ефективного співробітництва між факультетами [6]. Уникнення та вирішення цих труднощів покращить якість навчання та підготовку інженерів-будівельників та зробить їх більш конкурентоспроможними на ринку праці, як у нашій країні, так і за кордоном.

Список використаних джерел

1. Дмитренко Є.А., Яковенко І.А., Фесенко О.А. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни "Основи автоматизованого проектування в будівництві" для студентів за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». К. : НУБіП України, 2021. – 91 с. <http://dglb.nubip.edu.ua/handle/123456789/9716>
2. Bakulin Ye.A., Yakovenko I.A., Bakulina V.M. Engineering protection and prepatation of territories : study guide; under the editorship of cand tech. science Ye.A. Bakulin. Kyiv : NULES of Ukraine, 2022. 205 p.
3. Yakovenko I.A., Bakulin Ye.A., Bakulina V.M. Classification methods of civil buildings reconstruction / *Theoretical and scientific foundations of engineering: collective monograph*. Boston: Primedia eLaunch, 2020. P. 70–96. URL: <http://isg-konf.com>
4. Дмитренко Є.А., Яковенко І.А. Чисельне моделювання моменту утворення тріщин у залізобетонних конструкціях із застосуванням ПК «САПФІР». *Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди* : зб. наук. праць. Рівне : НУВГП, 2021. Вип. 39. С. 74–83. <https://bud.nuwm.edu.ua/index.php/budres/issue/view/15>
5. Барабаш М.С. Концепція створення інформаційної моделі будівельного об'єкту / М.С. Барабаш, К.І. Київська // *Проблеми розвитку міського середовища*. – 2016. – №. 1. – С. 60–68.
6. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України // Зб. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). К. : НУБіП України, 2023. С. 488–491.

УДК 624.04.043

СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ДОДАТКОВОЇ АРМАТУРИ У ПОСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ

І. М. МЕЛЬНИЧУК, аспірант;

І. А. ЯКОВЕНКО, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: van4ik088@gmail.com

Робота виконана у рамках наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України [1]. Реконструкція будівель та споруд, особливо виконаних із залізобетону є вельми актуальним напрямом у галузі будівництва [2, 3].

Приварювання додаткової розтягнутої арматури до наявної арматури конструкції, яка посилюється, залежно від стану і товщини захисного шару, а також можливості збільшення розмірів поперечного перерізу здійснюють за наступним алгоритмом [4, 5]:

→ безпосередньо нахльостовим з'єднанням із відбиттям захисного шару за довжиною додаткової арматури (рис. 1, а);

→ за допомогою арматурних коротишів діаметром, який перевищує товщину захисного шару (рис. 1, б, в);

→ за допомогою арматурних скоб (рис. 1, г).

Після приварювання у проєктному положенні додаткова арматура забетоновується.

Слід зауважити, що приварювання додаткової арматури до наявної попередньо напруженої арматури, а також не заведеної за грань опори на потрібну довжину до ненапруженої арматури посилюваної конструкції, не допускається.

Захисний шар бетону в місцях приварювання додаткової арматури, коротишів або скоб відбивається не менше ніж на половину діаметра наявної арматури. Наявна арматура в місцях зварювання має бути очищена від іржі, пилу та інших забруднень до чистого металу.

Як додаткову робочу арматуру застосовують стрижневу арматуру періодичного профілю або гладку, а також прокатні профілі.

Коротиші і ділянки з'єднання скоб зі стрижневої арматури приймають довжиною 50...200 мм і розташовують по довжині конструкції "врозбїг" із відстанню між ними уздовж стрижнів не менше ніж $20\varnothing$, де $\varnothing$ – більший діаметр стрижнів, які зварюються.

З метою зменшення концентрації напружень, охрупчування металу і послаблення перерізу при виконанні зварних швів не допускається наявність опіків і підплавлень від дугового зварювання на поверхні робочих стрижнів. Опіки повинні зачищатися абразивним кругом уздовж арматурного стрижня.

У разі посилення конструкції під навантаженням приварювання додаткової арматури здійснюють за два проходи симетрично в напрямку від

кінців конструкції до середини. Приварювання додаткової арматури до наявної арматури посилюваної конструкції, що розвантажується під час виконання робіт з Посилення, допускається виконувати за один прохід.

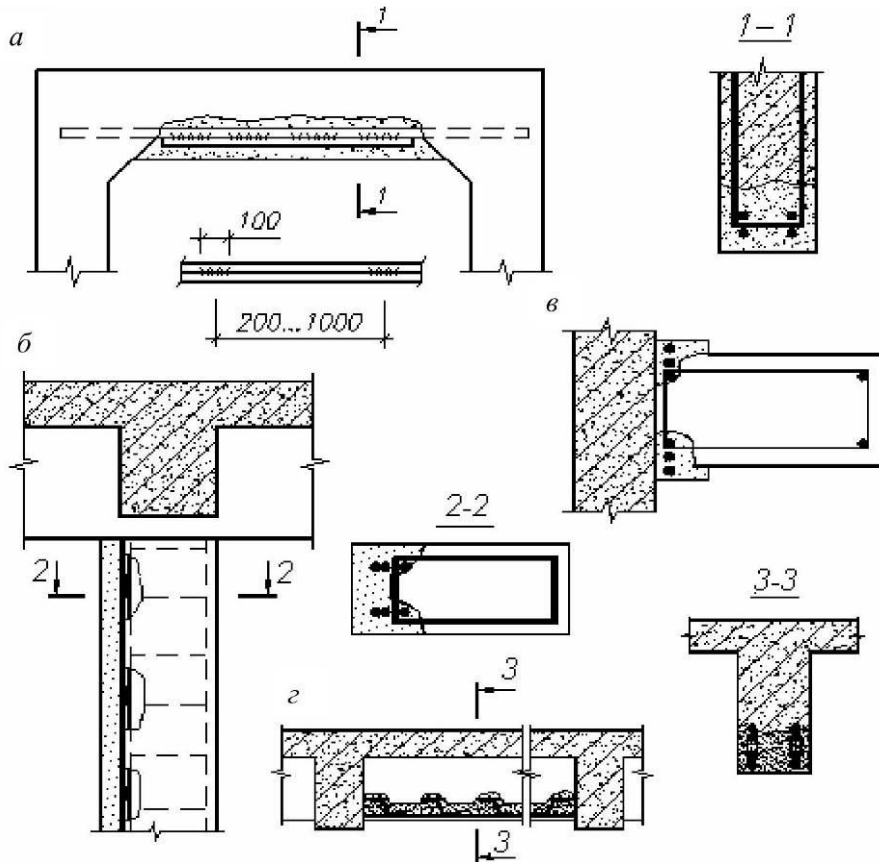


Рис. 1. Посилення розтягнутої зони залізобетонних конструкцій шляхом приварювання додаткової арматури [5]
 а – з'єднання нахльостом;
 б – за допомогою арматурних коротишів з боку розтягнутої зони;
 в – за допомогою коротишів із боку бічного захисного шару;
 г – за допомогою арматурних скоб

Приварювання додаткової арматури до наявної арматури конструкції, що підсилюється, без попереднього її розвантаження не допускається, якщо напруження в робочій арматурі найнесприятливішого перерізу конструкції перевищують 85 % її межі текучості. Напруження в арматурі посилюваної конструкції визначають за фактично діючих навантажень, фактичної міцності бетону й арматури, площі поперечного перерізу арматури за винятком перерізу зварюваного стрижня посилюваної конструкції.

У разі посилення конструкції без розвантаження додаткову арматуру доцільно попередньо напружувати **термічним, механічним або комбінованим термомеханічним** способами [4, 5].

Термічний спосіб полягає у тому, що додатковий стрижень попередньо приварюють одним кінцем до наявної арматури, потім нагрівають стрижень і приварюють його другий кінець. *Електротермічний спосіб* полягає у тому, що для нагрівання по стрижню пропускають струм від зварювального трансформатора.

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня або температурою його нагрівання [5]. Необхідне подовження додаткового стрижня визначається за формулою (1):

$$\Delta l = \frac{\sigma_p l}{E_s}, \quad (1)$$

де σ_p – необхідне попереднє напруження, l – довжина стрижня між внутрішніми кінцями зварних швів; E_s – модуль пружності арматури.

Необхідну температуру нагрівання додаткової арматури визначають за формулою (2):

$$t_p = \frac{\sigma_p}{\alpha \cdot E_s} + t, \quad (2)$$

де $\alpha = 0,0012$ – коефіцієнт температурного розширення для арматурної сталі; t – температура довкілья в момент натягу арматури. Температура нагріву не повинна перевищувати 400°C .

За механічного способу попереднього напруження до додаткового стрижня, привареного одним кінцем до наявної арматури, з протилежного кінця приварюють натяжний пристрій у вигляді болта з гайкою, а до наявної арматури приварюють упор у вигляді відрізка труби з внутрішнім діаметром, що дещо більший за діаметр болта.

Після закріплення кінців додаткова арматура приварюється до наявної за довжиною. Після натягування додаткової арматури цей натяжний пристрій відрізають і використовують повторно. Для створення попереднього натягіння можливе використання стяжної муфти, включеної у стрижень, який напружується.

Для полегшення натягіння механічним способом додаткові стрижні одночасно нагрівають (термомеханічний спосіб), запропонований проф. Лазовським Д.М у роботі [5].

Величина попереднього напруження контролюється за подовженням стрижня (3). Величина попереднього напруження додаткової арматури приймається у межах:

$$0,4f_{0,2k,ad} \leq \sigma_p \leq 0,9f_{0,2k,ad}, \quad (3)$$

Максимальна величина попередньої напруги для дрітної арматури не повинна перевищувати $0,4f_{0,2k,ad}$.

З метою зменшення прогину і підвищення тріщиностійкості посилюваної конструкції величину попереднього напруження додаткової арматури приймають максимальною.

Втрати попереднього напруження у додатковій арматурі визначають за [6], як для конструкцій із натягінням арматури на бетон. Існуючі результати експериментальних досліджень [2, 4, 5, 7 та ін.] надають перші передумови щодо вирішення поставленої у роботі задачі.

Список використаних джерел

1. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України // 36. тез доп. Х Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н.,

проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). К. : НУБіП України, 2023. С. 488–491.

2. Бліхарський З.Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд : навч. посібник / З.Я. Бліхарський. – Львів : вид-во «Львівська політехніка», 2008. – 108 с.

3. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Реконструкція будівель та споруд аеропортів: мет. реком. до виконання РГР. – К. : НАУ, 2013. – 50 с.

4. Plevkov V.S. Assessment of technical condition, reconstruction and strengthening of building constructions of engineering structures: textbook. ed. / V. S. Plevkov, A.I. Malganov, I.V. Baldin / ed. by V.S. Plevkov. Publ. house ASV, 2011. – 316 p.

5. Lazovsky D.N. Design of reconstruction of buildings and structures: educational and methodological complex. In 3 parts. Part 2. Assessment of the condition and strengthening of building structures. / D.N. Lazovsky. – Novopolotsk: PSU, 2008. – 336 p.

6. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування : ДСТУ Б.В.2.6–156:2010. – [Чинний з 2011-06-01]. – К. : Мінгеріонбуд України, 2011. – 118 с. – (Національний стандарт України).

7. Яковенко І.А. Експериментальні дослідження міцності і тріщиностійкості у залізобетонних складених конструкціях / І.А. Яковенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди : зб. наук. праць. – Рівне, 2014. – Вип. 28. – С. 319–328.

УДК 624.378-028.42

РОЗВИТОК SELF TA SOFT SKILLS У МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

І. А. ЯКОВЕНКО, професор

О. В. ЛЯЩЕНКО, студент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: i2103@ukr.net

Розробка освітньо-професійних [1] та освітньо-наукових програм [2] із урахуванням сучасних напрямів наукових досліджень [3] вимагає якісної підготовки майбутнього фахівця, який володів би не лише фаховими (спеціальними) навичками та програмними результатами навчання, а мав би у своєму «багажі знань» такі компетенції, які б дозволяли йому вільно та зі впевненістю реалізовувати будь-які цікаві та неординарні проєкти, вміти зі наполегливістю вирішувати неординарні технічні задачі тощо.

Саме тому, автори зробили перший крок у реалізації та систематизації таких компонентів, які дозволяють вирішувати існуючі прогалини та нагальні проблеми підготовки затребуваних фахівців галузі будівництва. Які додаткові компетенції потрібні майбутнім інженерам-будівельникам і до чого їх потрібно готувати?

Розглядаються **навички особистості** (self skills) (рис. 1). До них відносяться:

1) **Вміння контролювати психічний стан**. Нові технологічні рішення і нові соціальні практики формують нову реальність у житті. Ми живемо у часи невизначеності, де психіка людини не завжди справляється із поставленими задачами. Постійні стреси, невизначеність постійно діють на емоційний стан людини, рис. 1, а.

2) **Усвідомленість** – навичка майбутнього фахівця аналізувати. Сьогодні важливою складовою навчання є розуміння пошуку необхідної інформації, вміння її аналізувати та застосовувати, рис. 1, б.

3) **Здатність постійно навчатися** (ідея безперервної освіти). У майбутньому не буде, мабуть, такого чіткого поняття як «професія», а залишиться «спеціальність», яку потрібно змінювати або удосконалювати кожне десятиріччя, рис. 1, в.

4) **Когнітивна гнучкість** – готовність інженера до невизначеності, вміння організовувати процеси щодо швидкого та правильного пошуку рішення поставленої задачі, рис. 1, г.

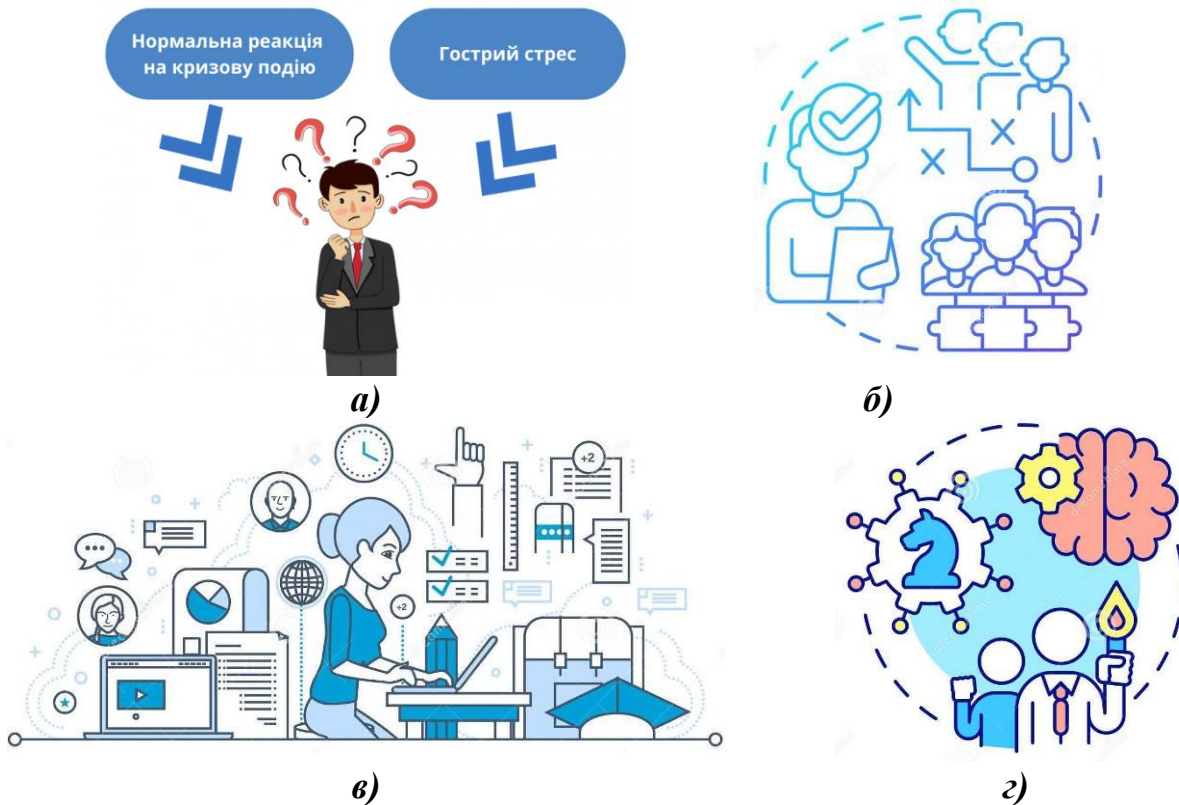


Рис. 1. Класифікація компетентностей саморозвитку (*self skills*):

- а) – контроль психічного стану; б) – усвідомленість;
в) – здатність постійно навчатися; г) – когнітивна гнучкість

Гнучкі якості (*soft skills*), що є необхідними кожному фахівцю під час виконання професійних обов'язків можна класифікувати за наступними категоріями:

1) **Творче мислення** – різноманітні знання та мислення. Не є зрозумілим на теперішній час, скільки часу буде потрібно штучному інтелекту на творчість. Ні одна людина не може знати стільки інформації, скільки знає штучний інтелект. Але з потоку інформації необхідно вміти робити висновки, – тут необхідна креативність. Креативні спеціалісти завжди були і будуть у попиті на ринку праці, рис. 2, а.

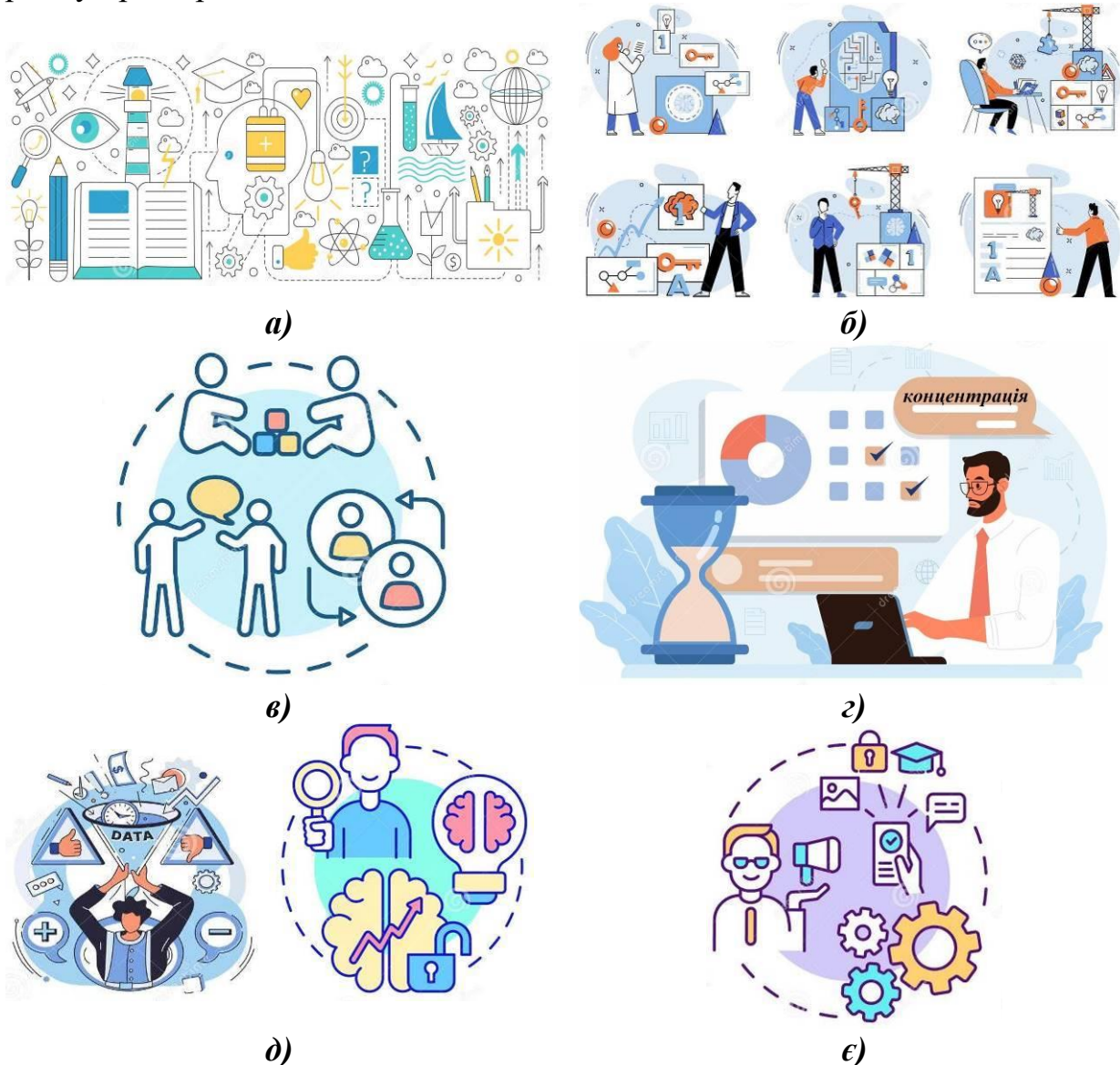


Рис. 2. Класифікація гнучких компетентностей (*soft skills*):

- а) – творче мислення; б) – емоційна грамотність;
- в) – вміння працювати у команді; г) – вміння контролювати увагу;
- д) – критичне мислення; е) – цифрова грамотність

2) **Емоційна грамотність** – розуміння яким чином повести за собою колектив. Адекватність, здатність і розуміння колег; вміння контролювати

власні емоції; вміння здійснювати вплив; вміння ефективно реагувати на поставлені завдання; вміння ефективно реагувати на виклики інформаційного простору, правильно пояснювати свої потреби; вміння проводити перемовини; вміння презентувати себе; психологія пам'яті, уваги та масового впливу рис. 2, б.

Якщо у людині відсутня картина світогляду, базової освіти, – вона не зможе проаналізувати факти, і не буде знати, що робити з тією інформацією.

3) **Вміння працювати в команді** – хтось має подавати ідею, але її потрібно вміти реалізовувати; вміння підбирати команду, – об'єднання фахівців, які мають схожі компетентності; вміння правильно організовувати процес, середовище, де фахівці зможуть ефективно працювати, – корпоративна культура, рис. 2, в.

4) **Вміння контролювати увагу** – вміння зосереджувати увагу на якомусь питанні, не відволікаючись на інше. Фахівець, здатний зосередитися на будь-якому питанні, зможе у ньому розібратися, рис. 2, г.

5) **Критичне мислення**, – здатність усе критикувати та аналізувати. Здатність обробляти значні обсяги інформації. Критичне мислення у майбутньому дозволить переосмислювати не лише фізичні явища науки, але й психічні явища. Стрімкий розвиток штучного інтелекту буде спонукати фахівця мислити по-іншому, із зовсім розширеним обсягом інформації.

6) **Цифрова грамотність**, – розуміння нових інструментів рішення практичних задач, компетентності у реалізації нових технологічних рішень. Інженер, який не засвоїв сучасні технології вже дуже сильно відстає від колег. Ті програмні комплекси, які використовуються у роботі мають досить значні можливості, але на практиці вони реалізуються лише на 10–15%. Це пов'язано із браком часу, фахівець не встигає повністю засвоїти можливості програмного забезпечення. Інтелекту однієї людини не вистачає.

Також є вельми актуальною задача **розподіленого інтелекту**. Яким чином зробити так, щоб фахівці почали співпрацювати між собою? Як об'єднати здібності, знання, досвід, навички та унікальні здібності різних спеціалістів? Яким чином об'єднати їх разом? Як вони виконають проєкт? Усі ці питання відносяться до **соціальних технологій**. Отже, попереду основних завдань науково-педагогічних працівників є надання кваліфікованої допомоги майбутнім фахівцям будівельної галузі у розвитку та застосування наведених *self* та *soft skills* на усіх рівнях вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Освітньо-професійна «Будівництво та цивільна інженерія» програма першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / Є.А. Дмитренко, Є.А. Бакулін, І.А. Яковенко / Навчально-методичне видання. – К.: Вид-во НУБіП, 2023. – 25 с.

2. Освітньо-наукова «Будівництво та цивільна інженерія» програма другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 192 «Будівництво

та цивільна інженерія» галузі знань 19 «Архітектура та будівництво» / О.А. Фесенко, І.А. Яковенко, Є.А. Бакулін / Навчально-методичне видання. – К.: Вид-во НУБіП, 2023. – 27 с.

3. Яковенко І.А., Бакулін Є.А. Напрями наукових досліджень кафедри будівництва НУБіП України // 36. тез доп. X Міжн. наук.-техн. конф. «Крамаровські читання» з нагоди 116-ї річниці від дня народження д.т.н., проф., чл.-кор. ВАСГНІЛ, віцепрез. УАСГН В.С. Крамарова (1906–1987) та 125 річниці НУБіП України (24–25 лютого 2023 р., м. Київ). К. : НУБіП України, 2023. С. 488–491.

4. Режим доступу: URL <https://www.dreamstime.com/>

***Секція 8 «Оцінювання довговічності та
моніторинг стану технічних систем»***

УДК 629.083

ТЕХНОЛОГІЯ e-POWER

С. Ю. КОСТЮК асистент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: stanislavkostuk@nubip.edu.ua

e-POWER - це унікальна силова установка з електричним приводом, яка поєднує бензиновий двигун та електродвигун.

Оскільки двигун виробляє лише електроенергію, а система на 100% приводиться в дію електродвигуном з високою потужністю, можна насолоджуватися відчуттями від водіння електромобіля.

e-POWER використовує технологію управління двигуном, розроблену в попередніх розробках електромобілів, технологію інтеграції силових агрегатів і технологію управління енергоспоживанням. Змінюючи комбінацію електродвигунів з електроприводом і двигунів, що генерують енергію, вона забезпечує тихе водіння з відмінною реакцією в широкому діапазоні транспортних засобів - від компактних автомобілів до мінівенів і позашляховиків.

Робота системи

Оскільки e-POWER на 100% приводиться в дію двигуном, вона забезпечує чуйне та потужне водіння, використовуючи перевагу того, що двигун може генерувати максимальний крутний момент з моменту запуску.

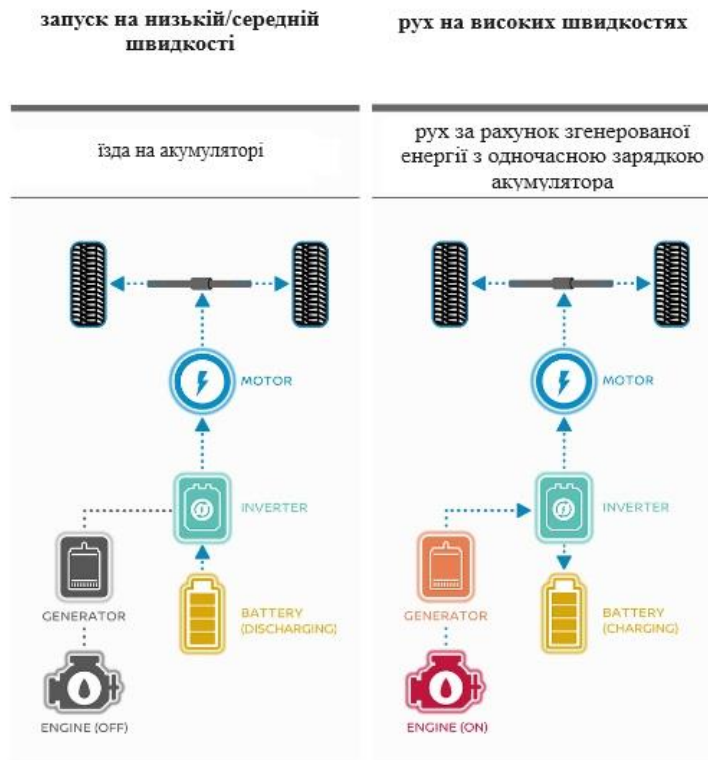


Рисунок 1 – Робота системи e-POWER

Система може вільно контролювати час запуску двигуна, оскільки двигун не з'єднаний безпосередньо з колесами. Це забезпечує дуже тихе водіння зі скороченим часом роботи двигуна, оскільки автомобіль рухається лише з електродвигуном від старту до низької/середньої швидкості, а також запускає двигун і виробляє електроенергію на швидкісних ділянках з підвищеним рівнем шуму на дорозі. Також досягається низьке споживання пального, оскільки електроенергія виробляється на ефективних обертах двигуна.

Технологія e-POWER

Система e-POWER складається з високовольтної акумуляторної батареї та силової установки, яка інтегрована з потужним електродвигуном, інвертором, бензиновим двигуном і генератором. У звичайних гібридних системах колеса приводяться в рух електродвигуном і бензиновим двигуном. Однак у системі e-POWER колеса приводяться в рух електродвигуном високої потужності, як у електромобіля.

Оскільки двигун, підключений до генератора, лише заряджає батарею, а не безпосередньо приводить у рух колеса, можна вільно встановлювати час запуску та ефективні оберти. Вироблена електроенергія заряджає високовольтну батарею і безпосередньо приводить в рух двигун.

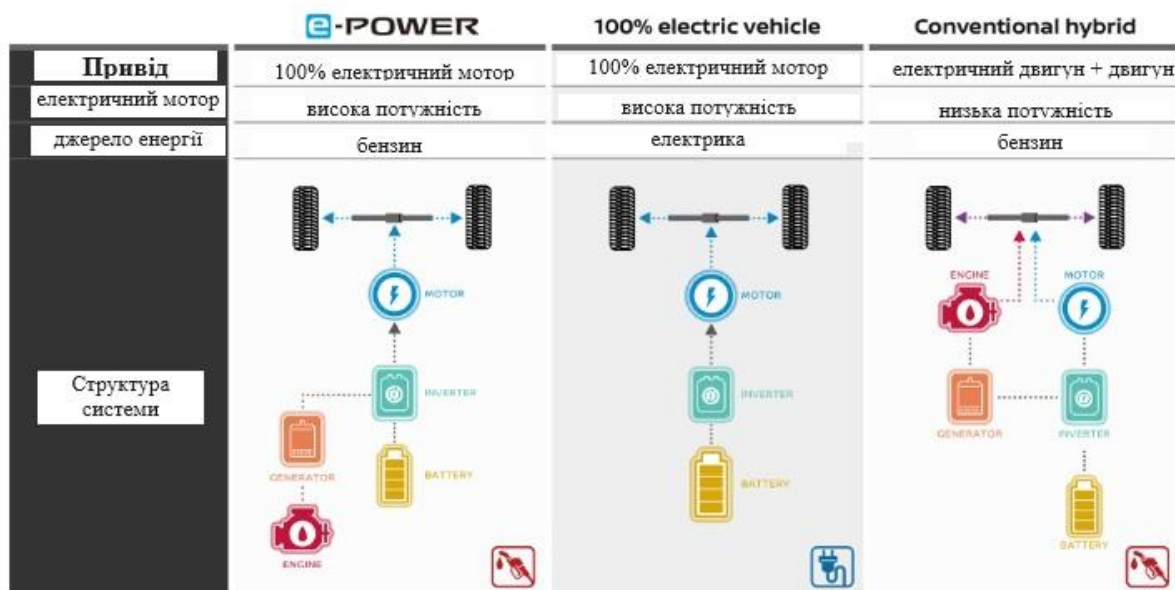


Рисунок 2 – Технології системи e-POWER

Система e-POWER другого покоління забезпечує привабливий досвід у широкому діапазоні транспортних засобів від компактних автомобілів до мінівенів та позашляховиків завдяки компактному та високопродуктивному вбудованому інвертору та двигуну, а також оптимальним комбінаціям двигунів.

Система e-POWER в компактних автомобілях знаходиться в компактному моторному відсіку з двигуном об'ємом 1,2 л. Незважаючи на малий робочий об'єм двигуна, ця система реалізує керовану двигуном продуктивність, яка генерує високий крутний момент з моменту запуску та неперевершене у своєму класі потужне, плавне прискорення.

Для мінівенів Nissan розробив спеціальний двигун e-POWER, який забезпечує рух, подібний до електромобіля, навіть з важким кузовом. Використання спеціального двигуна e-POWER дозволяє створити оптимальну конструкцію, яка враховує інтеграцію та забезпечує високу жорсткість агрегату. Nissan зменшує вібрацію двигуна завдяки ефекту синергії з первинним балансирним валом і гнучким маховиком. Таким чином, він забезпечує чудову тишу навіть при високих обертах двигуна в ситуаціях, що вимагають великої кількості енергії, наприклад, при обгоні іншого транспортного засобу.

Для позашляховиків Nissan одночасно досягає приголомшливої потужності та чудової тиші на високому рівні, поєднуючи систему e-POWER з власним двигуном зі змінним ступенем стиснення (турбодвигуном VC). Комбіноване використання двигуна і турбокомпресора дозволяє автомобілю розвивати високий крутний момент на рівні з двигуном з великим робочим об'ємом, незважаючи на 1,5-літровий двигун з малим робочим об'ємом, який він має, за рахунок зниження ступеня стиснення і підвищення тиску наддуву.

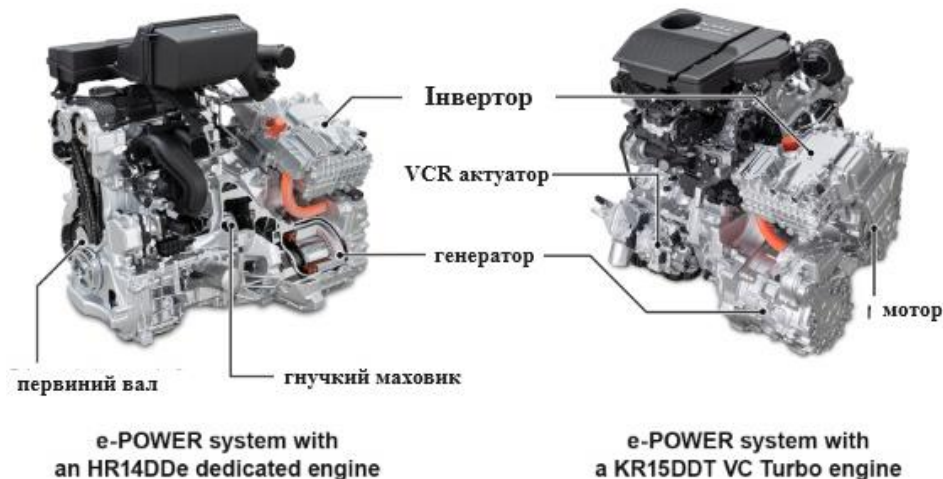


Рисунок 3 – Двигуни які використали для e-POWER

УДК 636.083.45:62-192

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,
В. С. СОСНОВ, студент,
М. М. ФЕДІРКО, студент магістратури
Національний університет біоресурсів і природокористування України
В. Г. ВОЩАН викладач,
ВСП «Маслівський аграрний фаховий коледж ім. П.Х. Гаркавого
Білоцерківського НАУ»
E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua, volodimirvosan@gmail.com

У більшості регіонів України зберігається необхідність у ремонті агрегатів сільськогосподарської техніки та відновлення деталей, які визначають їх ресурс [1]. Така тенденція також підтверджується і світовим досвідом [2, 7]. Тому створення центрів з ремонту або ж по відновлення працездатності таких агрегатів, як двигун, дизельна паливна апаратура, гідравлічна апаратура, турбокомпресор та інших найбільш складних вузлів стає одним із перспективних напрямів розвитку системи технічного обслуговування і ремонту [6, 7]. Міжнародна практика свідчить про те, що частка деталей, які відновлюються у загальному обсязі споживання запасних частин у розвинених зарубіжних країнах досягає 30-35%.

Аналіз літературних джерел показує, що надійність мобільної сільськогосподарської техніки лімітується гідравлічною апаратурою. Так, на частку гідравлічної апаратури припадає близько 26% [3-5] всіх відмов, а ресурс визначається ресурсом прецизійних деталей – золотникових пар. Найбільш інтенсивно в процесі експлуатації зношується прецизійна пара «золотник – корпус», яка є основною робочою парою гідро розподільника. Відповідно до технічних умов, за критерій оцінки технічного стану гідророзподільників прийнято витікання у золотникових парах [4]. У таблиці 1 наведено нормовані значення параметрів технічного стану нових гідро розподільників.

Таблиця

Нормовані значення параметрів технічного стану нових
гідро розподільників

Марка гідророзподільника	Герметичність у золотникових парах, не більше
P80 (MP80)	150 см ³ за 30 хв. при статичному протитиску 7 МПа
P100 (MP100)	180 см ³ за 30 хв. при статичному протитиску 6,5 МПа
P160	300 см ³ за 30 хв. при статичному протитиску 6,5-7,5 МПа

Збільшення внутрішнього витікання у золотникових парах відбувається в результаті зношування крайок робочих поясків золотника та корпусу гідророзподільника. Критерієм граничного стану гідророзподільника прийнято зниження внутрішнього витікання нижче 75%.

В залежності від умов тертя поєднання таких факторів, як механічний вплив, середовище, матеріал та стан поверхонь складається більш сприятливо для розвитку одного процесу та менш сприятливо у розвиток інших. Найбільш загальним видом зношування деталей прецизійних пар гідророзподільників є гідроабразивне руйнування поверхонь, які омиваються гідравлічною рідиною [5, 6].

Список використаних джерел

1. Novytskyi A. V., Bannyi O. O. Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*, 2021, 12 (2), pp. 39–47.
2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*, 2021, 12(4), pp. 85–93.
3. Дідур В. А., Мушкевич О. І., Паніна В. В. Спосіб пневматичної діагностики гідророзподільників на герметичність. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. НУБіП. К., 2016. С. 85–91.
4. Новицький А. В., Щербак О. О., Башук Р. В. Сучасні підходи до відновлення працездатності гідравлічних розподільників. Крамаровські читання: X Міжнародна науково-технічна конференція, м. Київ, Україна, 23-24 лютого 2023 року: Збірник тез доповідей. Київ, 2023. Видавничий центр НУБіПУ. С. 125–127.
5. Новицький А.В., Бистрий О.М., Ружи́ло З.В., Банний О.О, Сиволапов В.А. (2023). Надійність машин та обладнання. Том 1. Оцінка та забезпечення надійності машин та обладнання: навчальний посібник. Київ. НУБіП України. 213 с.
6. Ружи́ло, З. В., Мельник, В. І., Новицький, А. В., Ревенко, Ю. І., Бистрий, О. М., Попик, П. С., Мельник, В. І. (2023). Надійність машин та обладнання. Ч. 2 Ремонтування машин та відновлення деталей. Київ. НУБіП України. 309 с.
7. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». 2016. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 636.36

ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

І. С. ХАРЬКОВСЬКИЙ, к.т.н.,

А. В. НОВИЦЬКИЙ, к.т.н., доц.,

О. Б. ДЯЧЕНКО студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: Novytskyy@nubip.edu.ua,

В основу системного аналізу надійності картоплезбиральних машин покладено дослідження технологічних процесів, особливостей функціонування, а також методів і засобів визначення технічного стану в період збирання врожаю [3, 5]. За останні роки в країні зменшилась кількість картоплезбиральних комбайнів.

В останні десятиліття технічний стан картоплезбиральних комбайнів погіршився. Через економічні труднощі знизилася купівельна спроможність аграрних підприємств, на низькому рівні залишається рівень технічної експлуатації представлених складних технічних систем. У зв'язку із зазначеним, пошук резервів ефективного використання машин у сільському господарстві є важливим завданням.

Системних досліджень агротехнологічних процесів, особливо збирання картоплі, недостатньо. Технологічний процес збирання картоплі, на відміну від орних агрегатів, зернових і кормозбиральних комбайнів, має свої особливості (наявність транспортних засобів і людини-оператора, склад агрегату, умови функціонування тощо) і є досить складним, потребує систематичного вивчення. При цьому можна використовувати наукові принципи, які засновані на системних дослідженнях і розглядати технологічний процес як систему «людина – машина – середовище – транспорт» [4].

Потребує додаткових досліджень динаміка формування добової фактичної продуктивності та її статистична оцінка. Аналіз проведених випробувань комбайнів показав, що технічний стан картоплезбирального комбайна має істотний вплив на технологічний процес. Однак через відсутність методики комплексної кількісної оцінки його рівня виявити ступінь впливу технічного стану на технологічний процес не представляється можливим.

Оцінку технічного стану картоплезбирального комбайна проводять шляхом діагностики вузлів та механізмів. Використовуючи отриману діагностичну інформацію оцінюють загальний технічний стан комбайна за комплексним показником, який необхідно встановити для цих цілей. Розробивши методику визначення комплексного оціночного показника та дослідивши його зв'язок з надійністю технологічного процесу збирання картоплі, його параметрами та експлуатаційними показниками машинно-тракторного агрегату, можна виявити резерви ефективного використання

комбайнів. При цьому функціонування складної технічної системи доцільно враховувати не лише протягом робочого дня, а й на весь період збирання врожаю.

На основі аналізу проведених раніше робіт [1, 2, 5] сформовано наступні завдання дослідження та забезпечення технічного стану картоплезбирального комбайну:

- дослідити технологічний процес збирання картоплі як технічної систем «людина-машина-середовище-транспорт» та виявити вплив на надійність функціональних складових «людина», «машина»;
- розробити методологію та технологію діагностики комбайна (машини);
- встановити зв'язок технічного стану комбайна з параметрами надійності та економічності функціонування технологічного процесу і на цій основі виявити резерви ефективного використання технічної систем «людина-машина-середовище-транспорт»;
- оцінити економічну ефективність результатів досліджень.

Список використаних джерел

1. Novytskyi, A. V., Bannyi, O. O. (2021). Statistical analysis of functioning of repair service of Ukraine. *Machinery and Energetics*. 12(2), pp. 39–47. <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-12-2-2021/statistichniy-analiz-funktsionuvannya-ryemontnoyi-sluzhbi-ukrayini>.
2. Novitskiy A. V., Kharkovskiy I. S., Novitskiy Yu. A. (2021). Monitoring the technical condition of agricultural machinery for guideline materials for its operation. *Machinery and Energetics*. 12(4), pp. 85–93. <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-12-4-2021/monitoring-tyekhnichnogo-stanu-silskogospodarskoyi-tyekhniki-za-kyerivnimi-matyerialami-na-yiyi-yekspluatatsiyu>.
3. Novitskiy Andrey. Professional Reliability of Personnel in System of Development of Innovative Processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2, P. 93-102.
4. Новицький А. В. Інноваційність надійного функціонування операторів складних технічних систем «людина-машина» в рослинництві. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2018. Вип. 282. С. 236–244.
5. Ружи́ло З. В., Новицький А. В. (2016). Огляд теоретичних досліджень надійного функціонування систем «ЛМС» під впливом технічного обслуговування і ремонту. Науковий Журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. Вип. 2. С. 223–231.

УДК 621.816

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РУХОМИХ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

В. Л. КУЛИКІВСЬКИЙ, кандидат технічних наук, доцент

В. М. БОРОВСЬКИЙ, старший викладач

Поліський національний університет, м. Житомир

E-mail: kylikovskiyv@ukr.net, borovskiyvm@gmail.com

Ефективність використання і якість функціонування машин визначаються рівнем їх працездатності та надійності. Строк експлуатації основних видів машин, механізмів та обладнання до капітального ремонту багато в чому залежить від зносостійкості деталей вузлів тертя [1, 2]. Поза всяким сумнівом, велика кількість деталей виходить з ладу внаслідок інтенсивного зношування, водночас більшість елементів машин, які ремонтуються, вибраковується внаслідок незначного зносу робочих поверхонь, що являє собою мінімальну частку вихідної маси виробів. Зважаючи на низьку довговічність деталей виникає економічно невиправданий, високий рівень витрати матеріальних та трудових ресурсів.

У результаті дослідження процесів зміни технічного стану техніки отримано відсоткове співвідношення зношування залежно від виду поверхні деталей машин (рис. 1). Як видно з діаграми, основна частка зносу припадає на циліндричні елементи, що утворюють здебільшого рухомі гладкі з'єднання, тому необхідно загострити увагу на зносостійкості саме цих поверхонь деталей.

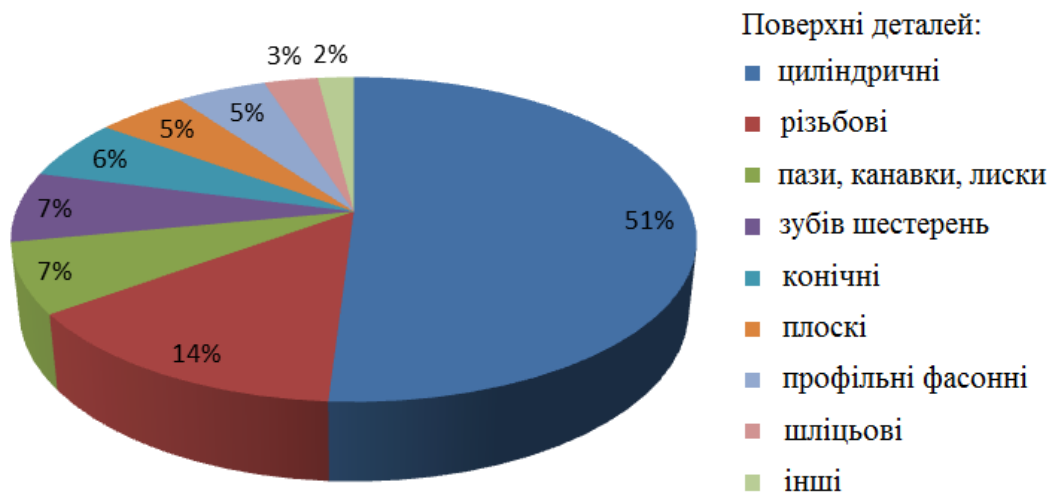


Рис. 1. Діаграма розподілу зносів деталей машин

Слід відзначити, що інтенсивність зношування елементів найчастіше характеризується: фізико-механічними властивостями (твердість, щільність, шорсткість) та структурою матеріалів деталей (кристалічна, зерниста будова); умовами функціонування вузлів (абразивний вплив, наявність мащення,

коливання температури і тиску, тертя між деталями, що контактують); особливостями конструкції з'єднання (шарнір, направляюча, підшипник ковзання, наявність ущільнення, спряження деталей). З метою підвищення довговічності рухомих гладких циліндричних з'єднань необхідно досягати поліпшення якості поверхонь спряжених деталей за рахунок використання технологій зміцнення. Для виконання зміцнення необхідні відомості про матеріали деталей та характер зношування поверхонь спряжених елементів. Здебільшого серед усього об'єму елементів рухомих гладких циліндричних з'єднань автотракторної і сільськогосподарської техніки переважають сталеві та чавунні деталі. У зв'язку з цим було проведено аналіз залізовуглецевих деталей рухомих гладких циліндричних з'єднань за такими характеристиками, як вміст вуглецю та величина гранично допустимого зносу. Водночас вибиралися деталі, вибраковування яких проводилося через зношування внутрішнього діаметра. Найбільшого поширення набули втулки і корпусні деталі гладких циліндричних рухомих з'єднань зі сталей з вмістом вуглецю до 0,5 % (цементовані та якісні сталі). Частка втулок та корпусних деталей з даних сталей склала 62 % від досліджених зразків (рис. 2). Набагато рідше застосовуються залізовуглецеві сплави з вмістом вуглецю 0,5...1,0 %. Близько 15 % становлять деталі з вмістом вуглецю 1,0...2,0 %, основну частину цієї групи складають втулки із залізграфітових порошків. Значну частину гладких циліндричних з'єднань складають втулки та корпусні деталі з чавунів і високовуглецевих порошкових матеріалів.

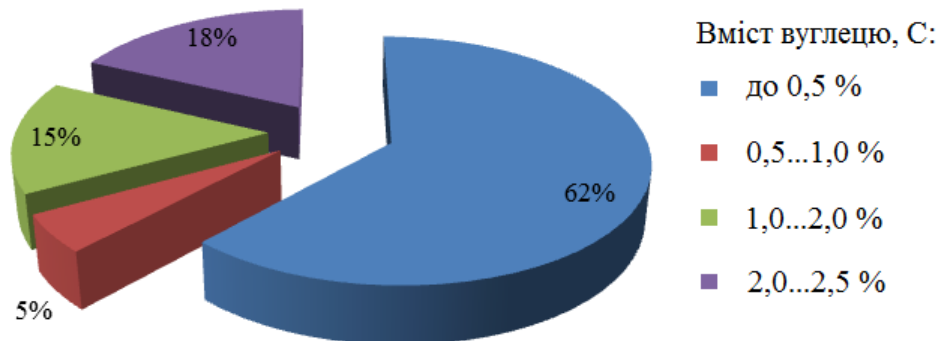


Рис. 2. Розподіл залізовуглецевих втулок та корпусних деталей рухомих гладких циліндричних з'єднань за вмістом вуглецю (С, %)

Розмірний аналіз деталей показав, що близько 35...40 % втулок мають внутрішній діаметр в межах 30...35 мм, більше 25 % втулок мають внутрішній діаметр в інтервалі 20...25 мм. На особливу увагу заслуговують дані про величину гранично допустимих зносів (рис. 3). Гранично допустимі зноси понад 75 % усіх досліджених отворів деталей гладких циліндричних рухомих з'єднань становлять до 0,5 мм. Дана обставина робить правомірним застосування поверхневих методів зміцнення для підвищення довговічності значної номенклатури деталей з отворами. Зносостійкість і довговічність з'єднань різко зростає з підвищенням твердості однієї або обох контактуючих деталей. У цьому випадку для виготовлення деталей рекомендується застосовувати загартовані сталі, вибілені чавуни. Економічно недоцільно

прагнути підвищення твердості всього виробу, буває достатнім зміцнити робочі поверхні на глибину граничного зносу деталі. Більшість елементів з'єднань надходить на комплектування після термічної або хіміко-термічної обробки. Зміцнення внутрішніх елементів деталей термічними методами – довготривалий багатоопераційний процес, до якого входить механічна обробка (попередня, чорнова), високоякісне об'ємне гартування і наступні чистові операції з використанням багатолезових (абразивних) інструментів.

Задля збільшення ресурсу, покращення експлуатаційних параметрів відповідальних елементів машин, останнім часом набули поширення сучасні, ефективні методи зміцнення поверхонь деталей концентрованими потоками енергії. Дані способи здебільшого перевершують за кількісним і якісним характеристикам традиційні процеси металообробки. Фактично всі способи обробки сплавів концентрованими потоками енергії володіють сукупністю спільних властивостей: стрімке нагрівання зазвичай у зоні температур фазових перетворень; інтенсивний тепловий вплив потужних енергетичних потоків на локальні об'єми металу; швидке охолодження за рахунок відведення тепла вглиб об'єму основного металу.

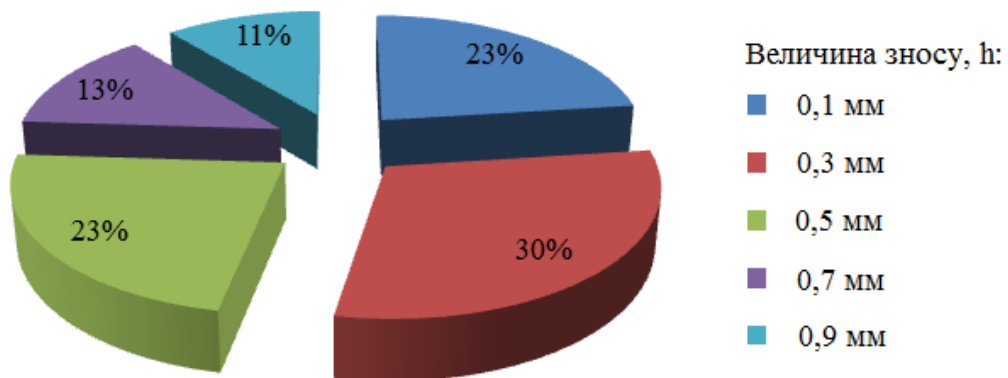


Рис. 3. Розподіл за величиною зносу отворів деталей (h) із залізовуглецевих сплавів

Процеси зміцнення виконуються: в газовому середовищі, рідині, пасті, під час дії високих або низьких температур, тисків, у контрольованих насичених атмосферах різних парів та газів. Зовнішні умови характеризують специфічні особливості технологічного процесу, за яких здійснюється дані методи зміцнення. Проаналізовані вимоги, притаманні методам зміцнення робочих поверхонь деталей концентрованими потоками енергії, сприяють формуванню на оброблюваних ділянках із залізовуглецевих сплавів виняткової, за своїми характеристиками, мікроструктури на основі мартенситу. Водночас пошук нових поєднань різних умов відкриває перспективу подальшого розвитку методів зміцнення металів, сплавів та підвищення їх ефективності.

Список використаних джерел

1. Закалов О. В. Закалов І. О. Основи тертя і зношування в машинах : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 322 с.
2. Ковалевський С. В., Лукічов О. В., Матвієнко С. А. Аналіз стану проблеми реновації деталей автомобілів технологічними методами. *Вісник ЖДТУ. Сер. Технічні науки*. 2012. № 3 (62). С. 74–79.

УДК 614.82

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ЗРАЗКІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ЗА ПАРАМЕТРАМИ НАКОПИЧЕНОГО ЗА БАГАТОЦИКЛОВОЇ ВТОМИ ДЕФОРМАЦІЙНОГО РЕЛЬЄФУ

О. В. ВОЙНАЛОВИЧ, к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

Г. Г. ПИСАРЕНКО, д.т.н., проф.,

А. М. МАЙЛО, к.т.н.,

С. Г. ПИСАРЕНКО, асп.

Інститут проблем міцності ім. Г. С. Писаренка НАН України

E-mail: voynalovich@nubip.edu.ua, georgiy.pysarenko@gmail.com

У науковій літературі розсіяне пошкодження конструкційних матеріалів розглядають як стадійне змінення їх структури на різних рівнях до вичерпання здатності опиратися втомі. Оцінення інтенсивності та стадійності накопичування втомного пошкодження є важливим для прогнозування довговічності (залишкового ресурсу) конструкційних елементів металоконструкцій, адже тривалість стадії розсіяного пошкодження до критичної (виникнення магістральної тріщини) здебільшого суттєво переважає половину відносної довговічності металоконструкції до зруйнування [1].

За втоми конструкційних матеріалів визначальним є кінетика деформування поверхні, тобто як змінюються характеристики розподілу zdeформованих елементів поверхні матеріалу. Мікропластичне деформування у формі піків і впадин рельєфу поверхні металоконструкції проявляється в обмеженій кількості локальних об'ємів матеріалу, кількість яких зростає внаслідок тривалості циклічного навантажування, формуючи зміни деформаційного рельєфу [2].

Оскільки встановлено взаємозв'язок інтенсивності потоку світла, розсіяного поверхнею матеріалу, і статистичними характеристиками площини, від якої відбивається світловий потік, то для дослідження накопичення втомних непружних деформацій на поверхні конструкційного матеріалу можна застосувати оптико-комп'ютерні засоби [3], що дозволяють дистанційно сканувати поверхню металоконструкції з належною вибірковістю виявлення дефектів. Висока чутливість оптико-комп'ютерних методів оцінення

інтенсивності накопичення поверхневого деформаційного пошкодження базується на багатопроменевій інтерференції хвиль когерентного джерела світла з локалізацією малорозмірних об'єктів змін елементів рельєфу поверхні розміром 1-100 мкм [4].

Метою даної роботи є визначення взаємозв'язку статистичних характеристик деформаційних дефектів та еволюції дискретних деформацій поверхні конструкційних металевих матеріалів на стадіях багаточислової втоми.

У роботі досліджували на втому зразки, виготовлені з листа сталі Ст. 45 товщиною 1,5 мм, за циклічного навантажування (розтяг-стиск; м'який режим; асиметрія циклів $R = 0,1$). Металографічні дослідження мікрошліфів зразків виконали на стереоскопічному мікроскопі МБС-10 з цифровим фотофіксуванням та на оптичному інвертованому мікроскопі «AXIOVERT 40 MAT» з отриманням мікроструктур цифровими фотокамерами AXIOSAM 305 за збільшення у діапазоні $\times 50-1000$.

Щоб аналізувати зміни деформаційного рельєфу поверхні зразків внаслідок накопичування втомного пошкодження використовували метод спекл-інтерферометрії, коли поверхню зразка опромінювали на лазерній оптичній системі когерентним джерелом світла з довжиною хвилі 0,45 мкм [5]. Накопичена пошкодженість зразка проявляється як змінення параметрів дискретних характеристик дефектів поверхні та змінення відповідно кількості пікселів певної градації сірого у спеклструктурі рельєфу поверхні.

Систему кореляційних діаграм, які характеризують вплив циклічного навантажування на зміни яскравості спеклограм, як прояв накопичення амплітуди деформаційного мікрорельєфу поверхні досліджуваних зразків Ст 45, а також їх лінії тренду приведено на рис. 1.

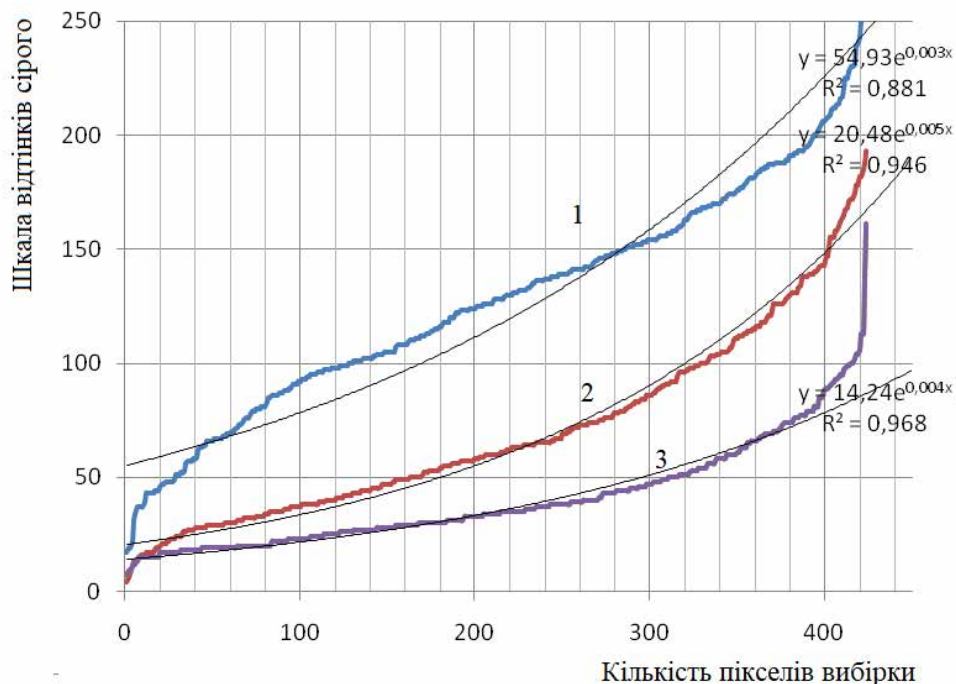


Рис. 1. Кореляційні діаграми змін ступеню яскравості спеклограм від врахованої кількості пікселів вибірки, як прояв накопичення деформацій поверхні за втоми зразків Ст 45 для різних етапів циклічного навантажування: 1 – початковий стан; 2 – $N = 5 \cdot 10^5$; 3 – $N = 5 \cdot 10^7$ циклів (тонкими лініями зображено лінії тренду з відповідними експоненційними рівняннями та ступенем достовірності R^2)

Побудовані за принципом діаграм Парето, діаграми на рис. 1 показують монотонність їх розташування із збільшенням тривалості циклічного навантажування та суттєве зростання поточного стану миттєвого значення кута нахилу графіка у координатах діаграми, як ознаки динаміки процесу нелокалізованого руйнування за багатоциклового навантажування.

Отримані дані узгоджуються з результатами дослідження накопичення втомного пошкодження металів, в яких представлено стадійність процесу та суттєве зростання параметрів пошкодження на стадії перед формуванням локального макропошкодження. Виявлені у даній роботі особливості результатів кількісного аналізу кореляційних діаграм вказують на доцільність визначати стан втомного пошкодження металоконструкції за критерієм граничного накопичення параметра, який характеризує зміни яскравості певних (світлих і темних) елементів спеклограм, що відповідає змінам деформаційного рельєфу зразків металоконструкції за циклічного навантажування.

Список використаних джерел

1. Pysarenko G., Voynalovich O., Maylo A., Pysarenko S. Deformation defects of the structural material as a factor of life aging. *Procedia Structural Integrity. 1st Virtual International Conference "In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction"*. 2022. Vol. 36. pp. 30-35.
2. Georgy Pysarenko, Oleksandr Voinalovych, Andriy Mailo, Stepan Pysarenko. A methodical approach to determining the damage characteristics of cyclically loaded samples of metal structures. *Machinery & Energetics*. 2022. Vol. 13, No. 4. pp. 28-37.
3. Бялонович А.В., Писаренко Г.Г., Писаренко С.Г., Войналович О.В. Аналіз зображень спекл-структур поверхні матеріалу в процесі накопичення пошкоджень за циклічного навантаження із застосуванням нейронних мереж. *Матеріали XXIII Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивна техніка, технологія та професійна освіта»*. № XXIII (2023). С. 97-100.
4. Писаренко Г.Г., Войналович О.В., Майло А.М., Писаренко С.Г. Метод безконтактного визначення амплітуди деформації накопиченого експлуатаційного пошкодження металоконструкції. *Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine*. 2021. 12(3). С. 25-32.
5. Войналович О.В., Писаренко Г.Г., Майло А.М. Спосіб вимірювання ступеню мікрордеформованості поверхні металоконструкцій із застосуванням когерентного випромінювання. Патент України на корисну модель № 134268. Бюл. № 9 від 10.05.2019 р.

УДК 629.083

ОЦІНКА ДОСКОНАЛОСТІ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ДВИГУНА

Є. І. КАЛІНІН, д.т.н., професор,
НУБіП України, Київ,
E-mail: kalinin@nubip.edu.ua

У численних дослідженнях, присвячених вивченню роботи двигунів при перехідних і невстановлених режимах, виявлено їх впливом геть робочі процеси, які у двигунах. Щоб оцінити досконалість двигуна та намітити шляхи його покращення, необхідно вибрати критерії оцінки перехідних процесів. Більшість дослідників нині основою порівняння приймають стаціонарну характеристику двигуна. Стаціонарна характеристика вважається еталоном, якого повинні прагнути досліджувати параметри двигуна при перехідних і невстановлених режимах. Очевидно, розвиток динамічної теорії двигунів у майбутньому дозволить виробити нові криві оцінки динаміки двигуна, але розглянемо лише використання стаціонарної характеристики двигуна цих цілей.

Як зазначалося раніше, щодо впливу невстановлених навантаження більшість дослідників беруть основою методики порівняння показників при встановилися і невстановлених режимах. Але одні дослідники порівнюють їх за однакового швидкісного, інші за однакового навантажувального режиму. Якщо ці положення не зазначені у статтях, то дуже складно аналізувати експериментальні матеріали.

На підставі досліджень, зроблено спробу з'ясувати переваги та недоліки кожної з цих методик. Розгляд графіків показує, що стаціонарні значення показників при однаковому швидкісному та навантажувальному режимах не збігаються.

Таким чином, при використанні різних методів порівняння спостерігається значна розбіжність у даних за окремими показниками. Причини цих розбіжностей пояснюються різним впливом перехідних процесів, що не встановилися, на протікання моменту і оборотів двигуна.

Зміна оборотів проходить більш інтенсивно, ніж момент двигуна, тому величина відхилень дійсних показників при перехідних режимах від стаціонарних при однаковому швидкісному режимі менше, ніж при порівнянні при однаковому навантажувальному режимі.

УДК 629.113

ВПЛИВ ЙМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОПРОФІЛЮ ДОРІГ НА ДИНАМІКУ ТА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІКУ АВТОМОБІЛЯ

Є. І. КАЛІНІН, д.т.н., професор,
НУБіП України, Київ,
E-mail: kalinin@nubip.edu.ua

Оцінка динамічних і паливно-економічних якостей автомобіля в реальних дорожніх умовах руху є досить складним завданням, так як на ці експлуатаційно-технічні якості впливає велика кількість факторів, що змінюються випадковим чином.

До проведення дорожніх випробувань проводили лабораторні випробування автомобіля на динамометричному стенді з біговими барабанами (НРА-102-Данія) в конструкторсько-експериментальному відділі Горьківського автозаводу. Основною метою стендових випробувань була перевірка двигуна, а також зняття його динамічних та економічних характеристик.

Методика дорожніх випробувань полягала у наступному. Обмірювалися мікропрофілі мірних ділянок доріг з різним покриттям, на яких надалі проходили випробування. Випробування проводилися на зазначених ділянках при русі автомобіля з можливими швидкостями, що встановилися допустимо, щоб використовувати при обробці методи теорії стаціонарних випадкових процесів.

При випробуванні зустрічний рух транспорту не виключалося, але перешкоди як зустрічним, так і попутним транспортом виключалися.

Випробування проводилися в літньо-осінній період часу на сухій дорозі при повній вазі автомобіля $G_a = 7494$ кг та навантаженні в кузові $G_{zp} = 4000$ кг.

Середня швидкість і завантаження двигуна в умовах руху визначаються насамперед мікропрофілем, поздовжнім профілем дороги, радіусами або кутами повороту доріг, а також обмежуються умовами руху: інтенсивністю руху, перешкодами, дорожніми знаками та показчиками тощо. Якщо виключити вплив ухилів, кутів повороту доріг і стиснених умов руху (перешкоди руху, показників та дорожніх знаків), то середня швидкість і завантаження двигуна в умовах руху визначається насамперед мікропрофілем дороги.

Для дослідження впливу мікропрофілю на динаміку та паливну економіку автомобіля на кожному маршруті вибиралося кілька мірних горизонтальних ділянок, загальна довжина яких залежала від умов маршруту та становила від 5 до 20 км.

На основі отриманих даних надається можливість розробляти аналітичні методи розрахунку динаміки та паливної економіки з урахуванням конкретних дорожніх умов.

УДК 629.341

ОЦІНКА КОМФОРТУ СИДІНЬ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Є. І. КАЛІНІН, д.т.н., професор,

Ю. І. КОЛЕСНИК, асистент,

НУБіП України, Київ,

E-mail: kalinin@nubip.edu.ua, julianakolesnik@nubip.edu.ua

Сучасне життя немислиме без застосування всіляких машин-механізмів, кількість яких постійно зростає. У зв'язку з цим виникають проблеми внутрішньої взаємодії комплексу «машина-людина», у якому людині відводиться головна роль. Ця проблема особливо гостро постає стосовно автомобілів, для яких характерні високі швидкості пересування, а отже, швидка реакція водія-оператора при великому обсязі інформації, що надходить, за наявності таких несприятливих факторів, як інтенсивна тряска, підвищений рівень шуму, температурні незручності та ін.

Одним із найбільш істотних елементів пристосування машини до людини є оптимальна організація робочого місця водія, яка визначає насамперед зручне положення тіла за надійного контакту з органами управління. У поняття «зручне становище» вкладається сенс найменшої втоми при тривалому перебування людини в заданій позі.

У позі «сидячи» людина повинна перебувати у стані стійкої рівноваги, вона забезпечується наявністю жорсткої опори для тулуба, створюваної тазовим поясом і таким положенням тіла, при якому рівнодіюча сил тяжіння проходить можливо ближче до центру опори. Оскільки тіло людини представляє в механічному сенсі податливу систему з кількох сполучених органів і частин, які легко змінюють відносні положення, стан рівноваги повинен підтримуватися статичним напругою певної групи м'язів зв'язок.

Найбільш істотним при проектуванні кабіни автомобіля є задоволення робочого простору антропометричних характеристик людини. Необхідно враховувати і можливі відхилення розмірів тіла різних людей стосовно заданої категорії водіїв.

З метою створення комфорту виробляються м'які сидіння, проте зручність при тривалих поїздках ще залишається неочевидний. Фізіологічний підхід до оцінки властивостей сидінь призводить до визначення чіткого взаємозв'язку геометрії сидіння під навантаженням і жорсткості його елементів.

Тому, найкраща поза водія може бути досягнута, якщо з боку спинки сидіння є надійна підтримка кісток таза та верхньої частини попереку зі спиною. Геометрія і жорсткість матеріалу спинки сидіння повинні забезпечити збереження заданої пози, це можна досягти за рахунок повторення спинкою лінії природного згину хребта в стислому положенні і при цьому зберегти хороший упор для тазових кісток, щоб запобігти сповзанню назад. Бічні сили інерції можна компенсувати виконанням невеликих виступаючих над

поверхнею подушки та спинки боковин, розташованих у ділянці таза та нижче лопаток.

УДК 629.01

ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА НЕРІВНОМІРНІСТЬ КРУТНОГО МОМЕНТУ В ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ

Є. І. КАЛІНІН, д.т.н., професор,
НУБіП України, Київ,
E-mail: kalinin@nubip.edu.ua

Трансмсія автомобіля є одним з основних джерел виникнення крутильних коливань і високочастотної зміни середньої величини переданого нею крутного моменту.

Дослідженнями було виявлено, що на автомобіль з колісною формулою 4x2 діють, в основному, три зовнішні і три внутрішні моменти, що обурюють. Але в більшості досліджень основна увага приділяється зовнішнім моментам, і, в першу чергу, обуренням, що походять від нерівномірної роботи двигуна. Однак в експлуатації часто зустрічаються такі дефекти (пітинг робочої поверхні зубів провідної шестерні, бринелювання шипів хрестовин, фретинг - корозія підшипників кочення і т.д.), які важко пояснити, не враховуючи високочастотних крутильних коливань, джерелом яких є нерівномірна робота головної передачі. Похибки при виготовленні шестерень, відхилення при їх монтажі, а також спеціальні прийоми конструювання, пов'язані з необхідністю забезпечення оптимального режиму роботи редуктора, можуть бути причиною високочастотних крутильних коливань.

Останні є також джерелами генерування загального шуму, зменшення якого є першорядним завданням.

Вивчення цих явищ необхідно як усунення зазначених дефектів в експлуатації, так успішного програмування стендів.

Також, проведені дослідження впливу різних факторів на зміну середньої величини крутного моменту, що відбувається при пересполученні зубів головної передачі. Були випробувані різні варіанти головних передач, що відрізняються прямою контакту, бічним зазором, різними величинами поверхневого руйнування та геометричними співвідношеннями зубів, а також досліджено вплив ведених дисків із різними жорсткостями демпферних пружин.

Отримані реалізації випадкового процесу коливань крутного моменту при русі на режимі, що встановився, виявив найбільш помітну гармоніку з частотою bn , де n – число оборотів карданного валу в секунду.

УДК 621.431

КРИТЕРІЇ ВІБРОЗАХИСТУ ВОДІЯ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Є. І. КАЛІНІН, д.т.н., професор,
НУБіП України, Київ,
E-mail: kalinin@nubip.edu.ua

Останнім часом все частіше доводиться стикатися з тим, що неухильне підвищення динамічних властивостей транспортних та робочих самохідних машин вступає в суперечність із можливостями їх реалізації в експлуатації. Психофізіологічні реакції людини-оператора, керуючого машиною, у часто є головними обмежувачами у використанні закладених у яких якостей.

У зв'язку з цим дуже актуальним стало вирішення проблеми внутрішнього балансу біотехнічного комплексу оператор-машина - середовище.

При керуванні машиною оператор піддається комплексному впливу шуму, вібрацій, мікроклімату, зовнішніх подразників, обстановки тощо, які формують загальну оцінку його психофізіологічного стану. Однак, як показують дослідження, велика частина відчуттів оператора пов'язана з вібраційним впливом, і тому одним із найважливіших завдань зазначеної проблеми є створення ефективних засобів віброзахисту оператора від різноманітних вібрацій, генерованих машинами в умовах їх природної роботи.

Від ефективності віброзахисту та узгодженості її характеристик з динамічними характеристиками оператора, з одного боку, залежать багато експлуатаційно-технічних якостей машини, а отже, і ефективність її використання, а з іншого боку – безпека та здоров'я самого оператора.

У зв'язку з цим при розробці конструкції машин проблемі віброзахисту оператора надається велике значення. Вирішується вона безперервним удосконаленням системи підвіски проєктованих машин і відповідним вибором динамічних характеристик її окремих елементів. Однак цей процес йде повільно і здебільшого емпірично, оскільки ще не розроблені ні достатньо загальні та об'єктивні елементи віброзахисного розрахунку динамічних характеристик елементів віброзахисту оператора на стадії проєктування, ні загальноприйнята методика оцінки ефективності віброзахисту вже наявних машин.

Проведене узагальнення багатьох результатів суб'єктивних та об'єктивних досліджень, пов'язаних з оцінкою впливу вібрацій на організм людини, дозволило виявити взаємозв'язок між частотною характеристикою сприйняття низькочастотної вертикальної вібрації організму людини, його суб'єктивними відчуттями та вібраціями, що впливають на нього.

Дослідження показали, що для аналітичної та експериментальної оцінки ефективності віброзахисту оператора в транспортних і робочих самохідних машинах можуть однаковою мірою використовуватися два інтегральних критерії - критерії, що фізично виражає середньоквадратичне прискорення, що

передається оператору в контакт з сидінням, і критерій. фізично виражає потужність, що поглинається оператором. Обидва ці критерії враховують частотну характеристику сприйняття вертикальної вібрації організму людини і виражаються через спектральну щільність прискорень вібрацій, що впливають.

Застосування для експериментальних досліджень ефективності віброзахисту людини-оператора критерію середньої поглинається потужності має істотну перевагу, порівняно з критерієм наведеного середньоквадратичного прискорення, оскільки дозволяє шляхом вимірювань безпосередньо судити про фізіологічні зрушення організму оператора (водія) в умовах цієї роботи на машині. У ході дослідження було розкрито наявні недоліки у низці робіт, у яких розглядаються критерії та методи оцінки ефективності віброзахисту людини-оператора.

ENSURING THE OPERABILITY OF THE MOBILE OPERATOR'S NETWORK DURING UNSTABLE POWER SUPPLY

V. PRAVYLO, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

M. REVENKO, master's student

National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

E-mail: maximrevenko2345@gmail.com

Unstable power supply is one of the main challenges faced by mobile operators. In the event of a power outage, the mobile network becomes inaccessible to users, which leads to serious financial and technical losses. However, there are methods and strategies that help ensure stable network performance even in such conditions. Unstable power supply can be caused by various factors, including natural disasters, technical problems or planned outages. Currently, unfortunately, unstable energy supply is caused by the war and constant shelling of energy facilities by the Russian enemy. This poses a threat to the continuity of service for mobile users and may lead to a negative impact on the operators' mobile networks.

To maintain the network's functionality, backup power systems, such as diesel generators or batteries, are usually installed. This allows operators to maintain network operations during interruptions in the main power supply. In turn, by improving energy management systems and using intelligent control systems, it is possible to optimize the network's power consumption in real time, which is an effective way to reduce the load on energy resources in conditions of unstable power supply, thereby increasing the autonomy of the mobile network.

The development of hybrid power supply systems at power supply facilities can also power mobile network equipment. The integration of different power sources, such as solar panels or wind turbines in conjunction with traditional sources, can provide greater independence of the network from the main power supply.

Continuous monitoring of the power supply and the development of contingency plans for energy crises can help mobile operators respond to potential power supply problems quickly and efficiently.

Conclusions: Ensuring the stable operation of a mobile operator's network during an unstable power supply requires a comprehensive approach and the implementation of advanced technologies. Investing in backup power supplies, optimizing energy consumption, and developing hybrid systems can significantly reduce the impact of power outages on network operations, ensuring reliable service to users at all times.

REINFORCEMENT OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES BY SURFACING

A. KUTS, Master's student,
Y. REVENKO, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Soil cultivation is accompanied by high intensity of wear of parts of working parts of soil tillage machines. Working time until failure of plow shares at primary soil tillage (plowing) due to the presence of abrasive medium is from 3 to 21 hectare depending on its type. Therefore, a number of technological processes that increase the durability of plowshares are not sufficiently adapted to specific types of soils and are not always effective. In this regard, there is a need to conduct research aimed at optimizing the methods of increasing the resource of parts in relation to specific types of soils.

Among the ways to increase the durability of plowshares, cladding reinforcement has recently become widespread. Due to its simplicity the method of reinforcement allows to develop a number of technological options. At the same time, there is no reliable information on the use of plowshares reinforced by such technological options on heavy soils (heavy loam and all forms of loamy soils).

The greatest efficiency is achieved by application of cladding reinforcement of reconditioned plowshares, which consists in application of reinforcing rollers in the form of semi-ellipses in the area of the most probable wear. The service life of standard plowshares hardened in this way exceeds the service life of unhardened ones by 30%. It is possible to use other technological solutions of reinforcement based on agro technical and agrophysical conditions of plow operation.

When studying the hardness of the working surface of the plowshare toe, it was found that the hardness of factory-made plowshares reaches its maximum value of 198HB. It is connected with a greater degree of riveting in comparison with the degree of recrystallization due to the increased volume of metal. The minimum 178HB corresponds to the area of the field cut and the lower part of the toe, where

maximum wear occurs, due to the presence of collecting recrystallization due to the small volume of metal.

Studies of hardness of the hardened area have shown the following: hardness of "traces" of rollers exceeds the hardness of the plowshaft metal and is associated with the formation of hard structures in the transition zone, which allows to obtain a composite surface; the increased value of hardness is associated with an increased rate of cooling of the metal after surfacing; hardness of the interseam zone is comparable to the hardness of the plowshaft surface.

Exposure to abrasive medium, as experiments show, does not significantly affect the change in hardness of the working surface.

The lower value of hardness of reconditioned plowshares is due to the complexity of the process of reconditioning and hardening: patching of radial wear, pulling, cooling at a speed higher than critical, surfacing of reinforcing rollers. Therefore, factory hardened plowshares are more wear-resistant, which determines their longer service life. Reinforcement of factory-made plowshares increases the operating time before failure by 30% on average. Restoration with subsequent hardening by cladding reinforcement provides working time not less than 85% of the working time of the plowshares in the state of delivery.

The process of wear by mass and geometrical parameters for hardened plowshares in the factory version and reconditioned ones has a rectilinear character.

Wear intensity and wear resistance are not constant values. They become constant after a certain operating time, depending on the mechanical properties of the share material, soil properties and operating characteristics of the machine. Decrease / occurs with increasing operating time, which is associated with self-organization of the contact process and creation of a composite surface with "traces" of rollers of increased hardness.

Wear resistance tends to stabilize after a certain operating time. The presence of reinforcing rollers significantly inhibits abrasive wear of the plowshare, associated with the creation of ruffles conditions for contact of a smaller number of abrasive particles with the working surface of the part and with less pressure, prevents the formation of radial wear.

***Секція 9 «Надійність транспортних систем
АПК»***

УДК 338.47:656.11-049.5(100)"451*10*

**КОНЦЕПТУАЛЬНА ОСНОВА
ГЛОБАЛЬНОГО ПЛАНУ ЗДІЙСНЕННЯ ДРУГОГО ДЕСЯТИЛІТТЯ
ДІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

С. О. ЗАЯРНИЙ, студент,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Мобільність є невід'ємною частиною практично всього, що ми робимо у повсякденному житті. Ми виходимо з дому і потрапляємо в систему доріг, якими ми вирушаємо на роботу і до школи, за їжею та багато інших місць для задоволення наших повсякденних сімейних та соціальних потреб. Значення дорожньо-транспортної системи настільки велике, що її безпека або відсутність такої впливає на широкий спектр основних людських потреб. Таким чином, забезпечення безпеки доріг та створення умов для сталої мобільності мають велике значення для скорочення масштабів бідності та зменшення нерівності, розширення доступу до зайнятості та освіти, а також для пом'якшення наслідків зміни клімату. Насправді, ефективність, доступність та безпека транспортних систем прямо чи опосередковано сприяють досягненню багатьох цілей сталого розвитку. Сама по собі діяльність, яка спрямована на безпеку дорожнього руху, обмежена в плані свого потенційного охоплення та впливу і часто підпорядковується іншим соціальним цілям і потребам. Але якщо безпека дорожнього руху вважається нагальною потребою, задоволення якої може сприяти прогресу в інших завданнях, що стоять перед суспільством, – від гендерної рівності до екологічної стійкості, – потенційні можливості діяльності, спрямованої на її забезпечення, можна суттєво розширити.

Мета цього плану – стимулювати національні та місцеві органи влади, а також інші зацікавлені сторони, які здатні вплинути на ситуацію у плані безпеки дорожнього руху (включаючи громадянське суспільство, науково-освітню спільноту, приватний сектор, донорів, громадських та молодіжних лідерів та інші зацікавлені сторони), у процесі розробки ними національних та місцевих планів дій та формулювання цілей на Десятиліття дій.

Підхід «Безпечна система» – одна з головних особливостей Десятиліття дій – визнає, що автодорожній транспорт є складною системою, і ставить безпеку на перше місце. Він також визнає, що люди, транспортні засоби та дорожня інфраструктура повинні взаємодіяти таким чином, щоб забезпечити високий рівень безпеки. Таким чином, «Безпечна система»:

- передбачає та враховує помилки, властиві людині;
- передбачає проектування доріг та транспортних засобів таким чином, щоб сила удару при зіткненні обмежувалася величиною, допустимою для людського організму, щоб уникнути смерті чи серйозних травм;

- стимулює тих, хто проектує та обслуговує дороги, виробляє транспортні засоби та керує програмами забезпечення безпеки, до того, щоб розділяти відповідальність за безпеку з учасниками дорожнього руху, щоб у разі ДТП вживали заходів для усунення недоліків у всій системі, замість звинувачувати лише водія чи інших учасників дорожнього руху;

- переслідує мету постійного вдосконалення доріг і транспортних засобів, щоб зробити безпечною всю систему, а не лише місця чи ситуації, де траплялися аварії останнім часом;

- дотримується основоположного принципу, що транспортна система повинна бути зведена до нульової смертності або серйозних травм, і що безпека не повинна ставитися під загрозу заради інших факторів, таких як вартість або бажання прискорити час транспортування [1].

Список використаних джерел

1. Глобальний план десятиліття дій із забезпечення безпеки дорожнього руху 2021–2030. URL: <https://www.who.int/ru/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

УДК 656.11-049.5(4/9)

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

А. В. ВОЛОДКЕВИЧ, студент,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

У глобальному масштабі дорожньо-транспортні пригоди щорічно спричиняють майже 1,3 мільйона смертей, яких можна запобігти і приблизно 50 мільйонів травм, що робить їх головною причиною смертності серед дітей та молодих людей у всьому світі. У ситуації, що склалася, вони можуть стати причиною ще 13 мільйонів смертей і 500 мільйонів травм протягом наступного десятиліття і перешкодити сталому розвитку, особливо в країнах з низьким або середнім рівнем доходу. Ці неприпустимо високі цифри, як в абсолютному, так і відносному вираженні, практично не змінювалися протягом останніх 20 років, незважаючи на кропітку роботу Організації Об'єднаних Націй та інших органів, що займаються проблемами безпеки дорожнього руху.

Визнаючи важливість цієї проблеми та необхідність діяти, країни світу одноголосно ухвалили резолюцію 74/299 Генеральної Асамблеї ООН, в якій вони проголосили 2021-2030 роки другим Десятиліттям дій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, поставивши чітко сформульовану мету – знизити за

цей період смертність та травматизм внаслідок дорожньо-транспортних пригод не менше ніж на 50%. У цьому плані описані дії, які необхідно вжити для досягнення поставленої мети. Він призначений для керівників вищої ланки і повинен бути загальною концептуальною основою для розробки національних та місцевих планів дій та встановлення відповідних цілей. Зараз, коли ми вступаємо в друге Десятиліття дій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, уряди та зацікавлені сторони в усьому світі мають зробити вибір – допустити, щоб усе йшло своєю чергою, сподіваючись, що того, що вже робиться, буде достатньо для значного скорочення смертності, або діяти сміливо та рішуче, щоб змінити курс, використовуючи інструменти та знання, розроблені та накопичені протягом останнього Десятиліття дій.

Глобальний план здійснення другого Десятиліття дій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху не приймає того, щоб все йшло своєю чергою, і закликає уряди та зацікавлені сторони змінити курс і піти новим шляхом, зосередивши увагу на впровадженні комплексного підходу «Безпечна система», при якому безпека дорожнього руху однозначно визнана одним із ключових факторів сталого розвитку. Цей план також містить заклик до дій, які допоможуть досягти мети скорочення до 2030 р. числа смертей та серйозних травм унаслідок дорожньо-транспортних пригод на 50% [1].

Величезні можливості для прогресу були створені завдяки цілій низці потужних чинників, включаючи проголошення Генеральною Асамблеєю Організації Об'єднаних Націй другого Десятиліття дій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху, підтвердження державами-членами своєї політичної прихильності до поставлених цілей, створення міцної основи за останнє Десятиліття дій, а також включення безпеки дорожнього руху до завдань 3.6 та 11.2 Цілей у сфері сталого розвитку. Крім того, три Глобальні конференції на рівні міністрів, призначення Генеральним секретарем Організації Об'єднаних Націй Спеціального посланника з безпеки дорожнього руху та створення Фонду ООН з безпеки дорожнього руху – все це однозначно свідчить про те, що безпеці дорожнього руху надається все більшого значення та вдосконалюються механізми її забезпечення у глобальному масштабі.

Включення конкретних завдань забезпечення безпеки дорожнього руху до Порядку денного у сфері сталого розвитку на період до 2030 р. свідчить про загальне визнання того, що смерть і травми внаслідок дорожньо-транспортних пригод нині є однією з найсерйозніших загроз для сталого розвитку країн. Це означає, що безпеку дорожнього руху не можна ставити під загрозу або приносити її в жертву задля задоволення інших соціальних потреб. У цьому контексті до безпеки дорожнього руху слід ставитися не як до окремої проблеми, а як до невід'ємної частини багатьох програм, у тому числі в таких галузях, як охорона здоров'я дітей, адаптація до зміни клімату, забезпечення гендерної рівності та справедливості. Пандемія COVID-19 наочно продемонструвала, що сама по собі потреба в мобільності, безперечно, зазнаватиме змін у наступному десятилітті, і це неминуче призведе як до очікуваних, так і до несподіваних змін. Необхідно буде постійно проявляти

пильність і адаптуватися до ситуації, що змінюється, щоб ці зміни не призвели до зростання смертності або травматизму

Список використаних джерел

1. Глобальний план десятиліття дій із забезпечення безпеки дорожнього руху 2021–2030. URL: <https://www.who.int/ru/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

УДК 656.11-049.5(100)

ДІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО ПЛАНУ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Р. О. КОНДРАТЮК, студент,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Оскільки очікується, що до 2030 року приблизно 70% населення світу житиме в містах, зростання попиту на міську мобільність перевищить можливості систем, які значною мірою залежать від особистих транспортних засобів, таких як автомобілі та мотоцикли. Тому вирішальне значення для вирішення цієї проблеми мають інвестиції в системи громадського транспорту для забезпечення безпечного та ефективного пересування численного населення. Системи громадського транспорту, такі як автобуси, трамваї та приміські поїзди, перевозять більше людей і, як правило, доступніші за ціною, ніж особисті автомобілі. Вони знижують ймовірність аварій і є ключовим засобом підвищення безпеки [1].

Важливою відправною точкою для впровадження підходу «Безпечна система» є планування мультимодальних транспортних систем та землеустрою. Воно забезпечує оптимальне поєднання моторизованих та немоторизованих видів транспорту для забезпечення безпеки та рівного доступу до мобільності, при цьому задовольняючи різноманітні потреби та переваги населення. Планування мультимодальних транспортних систем та землеустрою має здійснюватися з урахуванням місцевих умов та клімату. У процесі планування землеустрою необхідно враховувати міркування керування попитом на транспортні послуги, вибір способу пересування та завдання забезпечення можливостей для безпечного та екологічного пересування для всіх, особливо найздоровішими та екологічно чистими способами пересування, якими часто нехтують (пересування пішки, велосипедом або в громадському транспорті).

Це має супроводжуватися стандартами, які спрямовані на те, щоб

виключити або знизити потенційні ризики для безпеки дорожнього руху, та встановлюють мінімально необхідні показники безпеки стосовно всіх очікуваних способів пересування, можливостей та поїздок. Наприклад, наявність паркувальних місць для велосипедів та особистих транспортних засобів біля автобусних зупинок та вокзалів може полегшити щоденні поїздки на роботу та назад з використанням мультимодальних засобів пересування. Крім усунення пов'язаних з рухом автотранспорту ризиків для пішоходів та велосипедистів, людям необхідно відчувати себе у безпеці. У цьому плані важливими передумовами для створення сприятливих умов для мультимодального пересування та активної мобільності є інвестиції в інфраструктуру та інші заходи, завдяки яким люди відчують себе у більшій безпеці та краще захищеними як від небезпек, що пов'язані з дорожнім рухом, так і від злочинності.

Рекомендовані дії, які покликані стимулювати планування мультимодальних транспортних систем та землеустрою:

- проводити політику, яка сприяє компактному міському проектуванню
- проводити таку політику, за якої забезпечується зниження швидкостей руху транспорту та першочергова увага приділяється потребам пішоходів, велосипедистів та користувачів громадського транспорту;
- сприяти транзитно-орієнтованому проектуванню, з тим щоб міський розвиток та комерційна забудова зосереджувалась навколо вузлів громадського транспорту;
- по можливості стратегічно розташовувати державне житло, житло для працівників установ та підприємств таким чином, щоб забезпечувався зручний доступ до послуг громадського транспорту з високою пропускнуою здатністю;
- створювати умови, які не сприяють використанню особистих транспортних засобів у районах щільної міської забудови з високою щільністю населення, встановлюючи обмеження щодо користувачів автотранспортних засобів, руху транспортних засобів та дорожньої інфраструктури, та забезпечувати альтернативні засоби пересування, які є доступними, безпечними та простими у використанні (пересування пішки, на велосипеді, в автобусах та трамваях);
- забезпечити інтермодальну зв'язаність між громадським транспортом та прокатом велосипедів на великих зупинках громадського транспорту та транспортні зв'язки для пересування на велосипеді і пішки, що скорочує загальний час у дорозі;
- будувати нові (або модернізувати існуючі) транспортні мережі, щоб немоторизовані способи пересування були такими ж безпечними, як і моторизовані, і, що найважливіше, задовольняли потреби у пересуванні всіх людей, незалежно від віку та можливостей;
- сприяти позитивному маркетингу та використанню стимулів, таких як участь роботодавця в оплаті проїзних квитків для проїзду у громадському транспорті [2].

Список використаних джерел

1. Цілі сталого розвитку. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>.
2. Глобальний план десятиліття дій із забезпечення безпеки дорожнього руху 2021–2030. URL: <https://www.who.int/ru/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

УДК 656.11-049.5:711.43:656.08

БЕЗПЕЧНА ДОРОЖНЯ ІНФРАСТРУКТУРА ТА ДТП

О. О. КРИВЕНКО, студентка,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

Безпечна дорожня інфраструктура має вирішальне значення для зменшення дорожньо-транспортного травматизму. Дорожня інфраструктура повинна бути спланована, спроектована, побудована та експлуатуватися таким чином, щоб забезпечити мультимодальну мобільність, включно із спільним використанням транспортних засобів/громадського транспорту, а також для пересування пішки та на велосипеді. При цьому необхідно усунути або мінімізувати ризики не лише для водіїв, а й для всіх учасників дорожнього руху, починаючи з найбільш вразливих груп.

Необхідні мінімальні стандарти технічної інфраструктури, що покликані забезпечити безпеку пішоходів, велосипедистів, мотоциклістів, водіїв, пасажирів транспортних засобів, користувачів громадського транспорту, операторів вантажних перевезень та інших користувачів мобільності. Ці стандарти повинні включати такі основні елементи, як вертикальні та горизонтальні вказівники (дорожні знаки і розмітка); тротуари; безпечні переходи; велосипедні доріжки; смуги для мотоциклів; автобусні смуги; безпечні узбіччя; розділення різних режимів руху; розділювальні смуги та загородження на швидкісних дорогах; безпечне проектування перехресть; встановлення швидкісного режиму з врахуванням особливостей місцевості та дороги, цільового призначення та режиму руху. Необхідно також визначити потреби в фізичній та цифровій інфраструктурі для використання передових технологій допомоги в управлінні автомобілем та безпілотних транспортних засобів.

Для управління швидкістю інфраструктура повинна бути спроектована таким чином, щоб бути логічною та інтуїтивно зрозумілою і щоб забезпечити безпеку всіх учасників дорожнього руху (наприклад, зручний в'їзд в місто, продумана організація дорожніх робіт). На додаток до підвищення безпеки,

дорожня інфраструктура повинна бути більш доступною, в тому числі для людей з інвалідністю, та полегшувати перехід з одного виду транспорту на інший. На глобальному та регіональному рівнях були розроблені рекомендації щодо відповідних стандартів для різних компонентів безпеки, які можуть бути використані країнами при розробці власних стандартів.

Рекомендовані дії для підвищення безпеки дорожньої інфраструктури:

- розробити функціональні класифікації та необхідні стандарти безпеки для кожної групи учасників дорожнього руху на рівні географічного землевпорядкування та дорожнього транспортного коридору;

- переглянути та вдосконалити законодавство та місцеві стандарти проектування, із врахуванням функціонального призначення доріг та потреб всіх учасників дорожнього руху, а також для конкретних зон;

- встановити технічний стандарт і цільовий показник для рейтингу для всіх проектів, із врахуванням потреб всіх учасників дорожнього руху, а також цільові показники рівня безпеки на конкретній ділянці;

- впроваджувати інфраструктурні рішення, які забезпечуватимуть логічний та інтуїтивно зрозумілий швидкісний режим (наприклад, 30 км/год. у центрах міст; ≤ 80 км/год. на заміських дорогах без розділювальної смуги; 100 км/год. на швидкісних автомагістралях);

- провести аудит безпеки дорожнього руху на всіх ділянках нових доріг (від попереднього техніко економічного обґрунтування до детального проектування) та надати оцінку із залученням незалежних та акредитованих експертів, щоб забезпечити відповідність всіх учасників дорожнього руху мінімальному стандарту не нижче трьох зірок;

- скласти карту ризиків ДТП (за наявності достовірних даних про ДТП) та провести профілактичні огляди та перевірки з метою оцінки рівня безпеки дорожньої мережі, за необхідності з акцентом на відповідні потреби учасників дорожнього руху;

- встановити цільові показники ефективності для кожного учасника дорожнього руху на основі результатів перевірки з чітко визначеними параметрами і з врахуванням якісних характеристик дороги (наприклад, наявність тротуарів) [1].

Список використаних джерел

1. Глобальний план десятиліття дій із забезпечення безпеки дорожнього руху 2021–2030. URL: <https://www.who.int/ru/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

УДК 37:316:656.11-049.5

**РОЛЬ НАУКОВО-ОСВІТНІХ ЗАКЛАДІВ, ГРОМАДЯНСЬКОГО
СУСПІЛЬСТВА ТА МОЛОДІ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ
ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

Д. С. РЕКА, студент,
І. О. КОЛОСОК, к.пед.н., доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kolosok@nubip.edu.ua

В глобальному масштабі значний досвід, який може допомогти заповнити важливі прогалини в різних (іноді тих, яким не надається належна увага) сферах безпеки дорожнього руху, а також сприяти впровадженню політичних заходів, необхідних для зниження дорожньо-транспортного травматизму мають науково освітні установи та організації громадянського суспільства. Науково освітні та дослідні установи відіграють важливу роль у збиранні доказів, які допомагають уряду та іншим суб'єктам зрозуміти (за допомогою епідеміологічного аналізу та аналізу ризиків) природу проблеми, а також визначити ефективні рішення і стратегії (за допомогою експериментальних досліджень і оцінки ефективності заходів, що здійснюються). Громадянське суспільство може допомогти посилити роль науково-освітніх кіл, беручи участь в інформаційній діяльності і в якості незалежної сили, що впливає на зміни в суспільстві. Воно також може сприяти розробці політики, розширюючи доказову базу, а також враховуючи думку груп населення, на які ця політика впливає.

Окрім того, що питання безпеки дорожнього руху залишається на порядку денному уряду та об'єднує зацікавлені сторони зі спільною метою, науково-освітні кола та групи громадянського суспільства можуть:

- бути важливим джерелом інформації про безпеку дорожнього руху для громадськості та урядів;
- сприяти забезпеченню підзвітності уряду шляхом розширення прав і можливостей громад у питаннях безпеки дорожнього руху та забезпечення належного врядування;
- сприяти досягненню цілей сталого розвитку, пов'язаних з безпекою дорожнього руху [1].

Молодь відіграє важливу роль у формуванні майбутньої транспортної системи з двох ключових причин. По-перше, це вікова група, яка найбільше страждає від дорожньо-транспортного травматизму, а дорожньо-транспортні пригоди є основною причиною смертності серед осіб віком 5-29 років. По-друге, це покоління, яке успадкує результати прийнятих сьогодні рішень щодо безпеки транспортної системи, що розвивається. Тому їх необхідно запитувати про їхні потреби, допомагати формувати систему та генерувати ідеї щодо того, як краще захистити найбільш вразливі верстви населення. Конструктивна

взаємодія з молодими лідерами може сприяти підвищенню їхньої відповідальності за безпеку дорожнього руху, а також формуванню нової когорти захисників безпеки [2].

Також необхідно зазначити, що корпорації та підприємства мають величезний вплив на суспільство і транспортні системи через свою продукцію; свої парки транспортних засобів і те, як вони ними керують; свій вплив на працівників, підрядників, а також свій потенціал для фінансової підтримки безпеки дорожнього руху. Підприємства та компанії будь якого розміру і з будь якого сектору можуть зробити свій внесок у досягнення цілей сталого розвитку, пов'язаних з безпекою дорожнього руху, керуючись принципами «Безпечної системи» до всіх своїх ланцюгів створення вартості (включаючи внутрішні процедури і методи закупівель, виробництва та дистрибуції) і повідомляючи про показники безпеки у своїх звітах зі сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Цілі сталого розвитку. URL: <https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku>.
2. Глобальний план десятиліття дій із забезпечення безпеки дорожнього руху 2021–2030. URL: <https://www.who.int/ru/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>

УДК 656

ПОКАЗНИКИ НАДІЙНІСТЬ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ

О. М. ЗАГУРСЬКИЙ д.е.н., професор,
Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ
E-mail: zagurskiy@nubip.edu.ua

У загальному розумінні модель ланцюга постачань виражає фактичні багатосторонні відносини між виробниками, які інтегровані у єдину систему обміну, і споживачами. Відповідно ланцюг постачань може бути ефективним тільки тоді, коли всі підприємства-учасники знаходяться в нормальному стані [1]. Очевидно, що і для споживача привабливість ланцюга постачань обумовлюється певним рівнем надійності, який має конкурентні переваги над надійністю аналогічних ланцюгів постачань, присутніх на ринку товарів [3]. Отже і для учасників і для споживачів якість ланцюга постачань асоціюється з певним заданим (очікуваним) критерієм надійності, який залежить від наступної умови:

$$P_c \geq P_0, \quad (1)$$

де: P_c – рівень надійності усіх елементів ланцюга постачань;

P_0 – необхідний рівень надійності.

Під надійністю в даному випадку розуміється ймовірність виконання необхідних функцій в певний інтервал часу. Тобто це набір таких критеріїв як: ефективність виконання замовлень з погляду дотримання термінів постачання; якість наданих послуг; асортимент продукції; сукупні витрати [4].

Проте основними перешкодами надійності в системі постачання є випадкові порушення в постачаннях (відхилення X_n від нормальної поведінки X_0 .) Цим відхиленням відповідають зміни параметрів процесів та/або результатів взаємодії елементів ланцюга постачань. Причому випадкова величина X_n має стійкий розподіл, що характеризується наступною функцією [2].

$$\varphi(X_n) = \{ \exp \{ -\gamma w / [1 - i \operatorname{sign}(w) \beta \tan(\frac{\pi \alpha}{2}) + i \delta w] \}, (\alpha \neq 1) \} \quad (2)$$

де: $\operatorname{sign}(w) = \frac{w}{|w|}$
 $\alpha \in (0,2)$

а порушення, як наслідок впливу небезпечних (форс-мажорних) факторів, можуть взаємно компенсуватися

Таким чином, вплив перешкод на взаємодії в ланцюзі постачань завжди проявляється через надійність постачальників. Відповідно основними параметрами надійності постачань є напрацювання на відмову, інтенсивність відмов, середній час відновлення, інтенсивність відновлення та ймовірність безвідмовного постачання.. Порядок їх розрахунку відображено в таблиці 1.

Перелічені показники взяті в динаміці або порівнянні, досить повно характеризують процес постачання, дозволяють прогнозувати рівень надійності постачання та тривалість можливих дефіцитних ситуацій.

Таблиця 1 Показники надійності постачань та порядок їх розрахунку

Показник	Розрахунок
1. Час запізнень партій постачань	$\Delta T_z = D_{\phi} - D_{nl}$
2. Величина недопостачання	$\Delta V = V_{nl} - V_{\phi}$
3. Величина середньодобового постачання	$v = \frac{\sum V}{T}$
4. Умовний час запізнень у разі недопостачання	$t'_{zn} = \frac{\Delta V}{v}$
5. Загальна величина запізнень	$\sum T_{zn} = \sum t_{zn} + \sum t'_{zn}$
6. Напрацювання на відмову T_{nv}	$T_{nv} = \frac{T - \sum T_{zn}}{n}$
7. Інтенсивність відмов λ	$\lambda = \frac{1}{T_{zn}}$
8. Середній час відновлення	$T'_e = \frac{\sum T_{zn}}{n}$
9. Інтенсивність відновлення	$\eta = \frac{1}{T'_e}$
10. коефіцієнт готовності (безвідмовності) постачання K_z	$K_z = \frac{T - \sum T_{zn}}{T}$
11. Надійність постачань у забезпеченні матеріалами	$P = K_z \times e^{-\lambda c} \quad (0 < P \leq 1)$

Алгоритм розрахунку надійності постачань наступний:

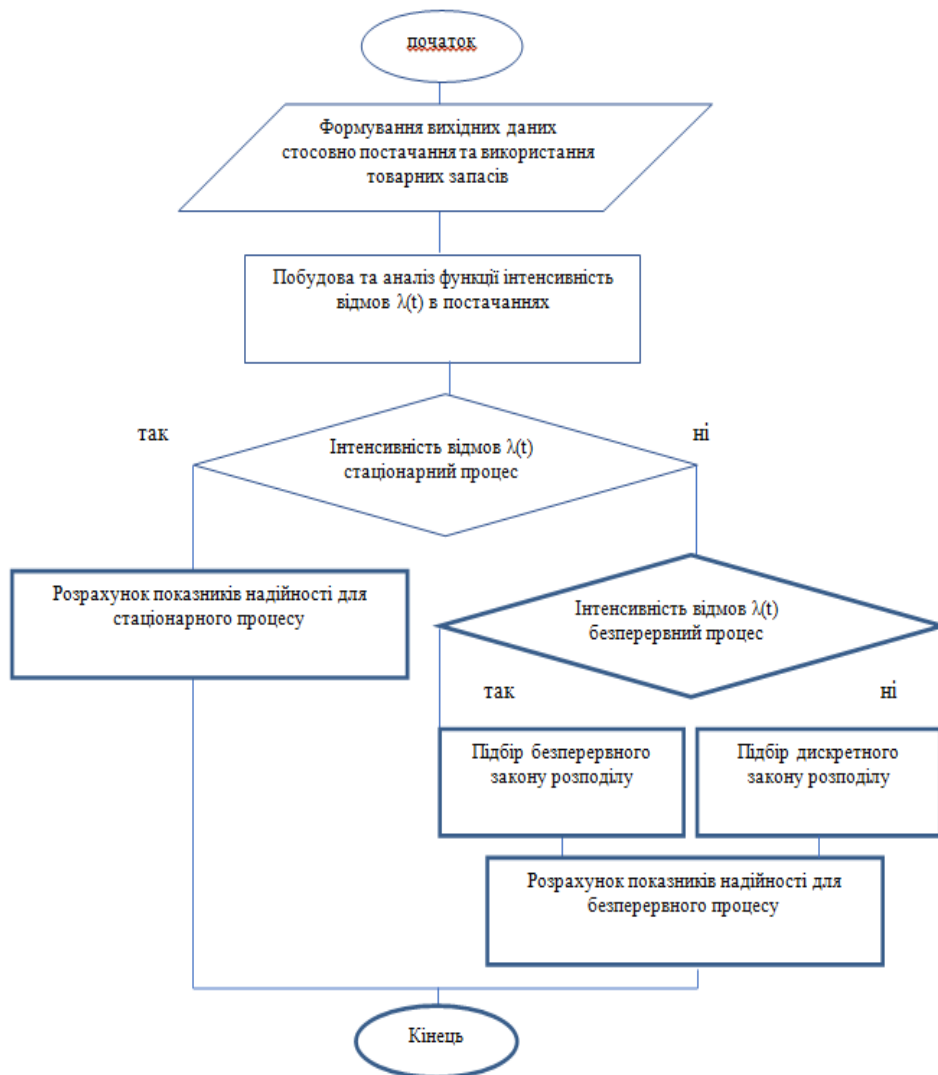


Рис. 1. Алгоритм розрахунку надійності постачань

При цьому необхідно враховувати низку умов:

- перевищення величини партії постачання проти планової не компенсує порушення терміну постачання;
- у разі, коли порушено термін постачання і є недопостачання, то вважаються два види запізнення: за датою та внаслідок недопостачання;
- якщо в заданий термін не відбулося постачання, то в цьому випадку умовне запізнення визначається за усім обсягом постачання непоставленої партії;
- постачання, виконані раніше планового терміну, вважаються виконаними у строк.

Отже, для забезпечення стабільної та ефективної роботи ланцюга постачання в умовах конкурентного середовища, виробничі підприємства мають активно реагувати на зміни в умовах постачань, включаючи дизайн ланцюга постачань і стратегію відновлення планувань після перерви, щоб сформувати гнучкий ланцюг постачання з більшою стійкістю до ризику та покращення ринкової конкурентоспроможності.

Список використаних джерел

1. Mian Zhang, Jinbo Chen, Sheng-Hung Chang, An adaptive simulation analysis of reliability model for the system of supply chain based on partial differential equations, Alexandria Engineering Journal, Volume 59, Issue 4, 2020, 2401-2407
2. Nolan J.P. Modeling financial data with stable distributions. Department of Mathematics and Statistics, American University. 2005. 105-130
3. Zagurskiy O., Pokusa T., Zagurska S., Ohienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 238.
4. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022 Jelgava, LATVIA. 543-550.

УДК 658.7

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

О. М. ПАНЧЕНКО, магістрант,

О. М. ЗАГУРСЬКИЙ, д.е.н., професор,

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ

E-mail: o.panchenko@nubip.edu.ua, zagurskiy@nubip.edu.ua

Надійність один із найголовніших чинників забезпечення ритмічної роботи транспортної системи. Відмова будь-якої транспортної установки, що входить до її складу, може спричинити зупинку усієї транспортної системи, яка може супроводжуватися припиненням функціонування технологічної ділянки, що обслуговується нею в цілому. Так, наприклад, відмова будь-якої ланки дільничної конвеєрної системи елеватора викличе зупинку всієї системи та припинення відвантаження збіжжя.

Оцінку надійності транспортної системи можна дати, використовуючи розроблену в даний час теорію надійності. Відповідно до її положень надійність о системи оцінюється низкою показників:

- працездатність;
- безвідмовність;
- ремонтпридатність;
- довговічність;
- коефіцієнт готовності тощо [2].

Останній показник досить повно характеризує ступінь надійності машини або системи і тому найчастіше використовується у практичних розрахунках.

Коефіцієнт готовності машини обчислюється за формулою:

$$K_r = \frac{T}{(T+T_v)} \quad (1)$$

де T – середнє значення тривалості роботи машини між відмовами (напрацювання на відмову);

T_v – середній час відновлення відмови, що складається із витрат часу на виявлення відмови, її ліквідації, випробування машини після ремонту та часу очікування ремонту.

З усіх транспортних машин, що використовуються на елеваторах, найбільшу надійність мають стрічкові конвеєри, коефіцієнт готовності яких досягає 0.95 [1].

Щодо коефіцієнту готовності транспортної системи, що складається із послідовно встановлених однотипних транспортних машин (наприклад, стрічкових конвеєрів), то він розраховується за формулою:

$$K_{r.c} = \frac{1}{\frac{n}{K_r} - (n-1)} \quad (2)$$

де n - число транспортних установок у системі.

З формули (2) видно, що зі збільшенням числа транспортних установок у системі її коефіцієнт готовності знижується, отже, знижується надійність усієї системи. Тому при проектуванні транспортних систем прагнуть до використання в них мінімальної кількості транспортних ланок.

Максимальна пропускна спроможність будь-якої ланки транспортної системи визначається її технічними можливостями:

$$P_{max} = Q_{tex} \times K_{в.л.} \quad (3)$$

де $K_{в.л.} = 4/зміни$ – коефіцієнт використання ланки системи (транспортної машини) у часі.

А враховуючи те, що відмови кожної транспортної установки не залежать від відмов інших транспортних установок системи з n послідовно встановлених транспортних установок (рис. 1),



Рис 1. Транспортна системи з n послідовно встановлених транспортних установок

пропускна спроможність транспортної системи розраховується за формулою:

$$P_{max.c.} = Q_{min} \times \prod_{i=1}^n k_{в.л.}^i \quad (4)$$

де i – кількість ланок у системі

Відповідно підвищення розрахункової пропускної спроможності транспортної системи досягається шляхом використання в ній транспортних ланок з підвищеною надійністю або резервуванням додаткових елементів. Резервування елементів здійснюється методами постійно включеного резерву, заміщенням та дробовою кратністю $m=1/2$.

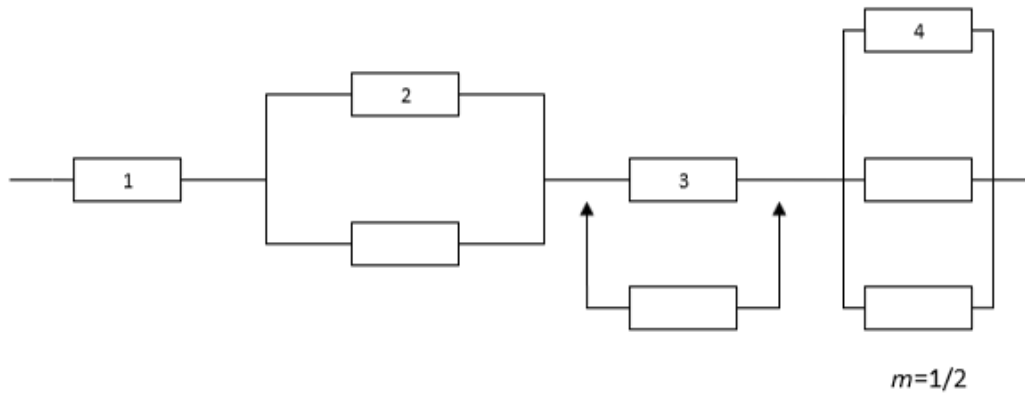


Рис 2 Схема транспортної системи з резервними елементами

З рис 2 наочно видно умови надійної роботи системи. Система надійна, якщо всі її елементи справні, або до неї включені резервні елементи.

Список використаних джерел

1. Кобзев О. В., Панасенко В. О., Авіна С. І., Дейнека Д. М. *Машини безперервного транспорту в технологіях неорганічних речовин* : навч. Посіб. Харків: НТУ «ХПІ». Видавець О. А. Мірошніченко, 2019. 13.6
2. Zagurskiy O., Pivtorak M., Bondariev S., Demin O., Kolosok I. Methods of reliability management in supply chain. Proceedings of 22st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 24-26.05.2023 Jelgava, LATVIA. 76-84. URL. <https://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2023>
3. Zagurskiy O., Pokusa T., Zagurska S., Ohienko M., Titova L., Rogovskii I. Ohienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 238.

УДК 629.3.027.543.

CALCULATION OF THE RELEASE OF BUSES ON THE ROUTE USING THE DECISION TREE METHOD

S. V. RAZMANOV student,
O. M. ZAGURSKIY, Doctor of Economic Sciences, professor
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
E-mail: razmanovsergei23@gmail.com

The choice of the number of buses on the route is a necessary step in building the work of the motor transport enterprise. However, due to the wide variety of indicators that affect the probability of favorable and unfavorable events in the construction of motor transport enterprises, as well as the occurrence of these

conditions in the market for the sale of services, there are problems with the choice of the number of passenger vehicles on the route. That's why I practice than enterprises in the field of bus passenger transportation should apply the method that is expedient to apply at the initial stage of project development, when the forecasted state is structured, highlighting the key points in which decisions should be made with a certain probability. In this regard, it is interesting to solve the solution by the method of building a decision tree, which offers to consider the enterprise without financial costs. The study consists of four main stages, They are shown in Figure 1.

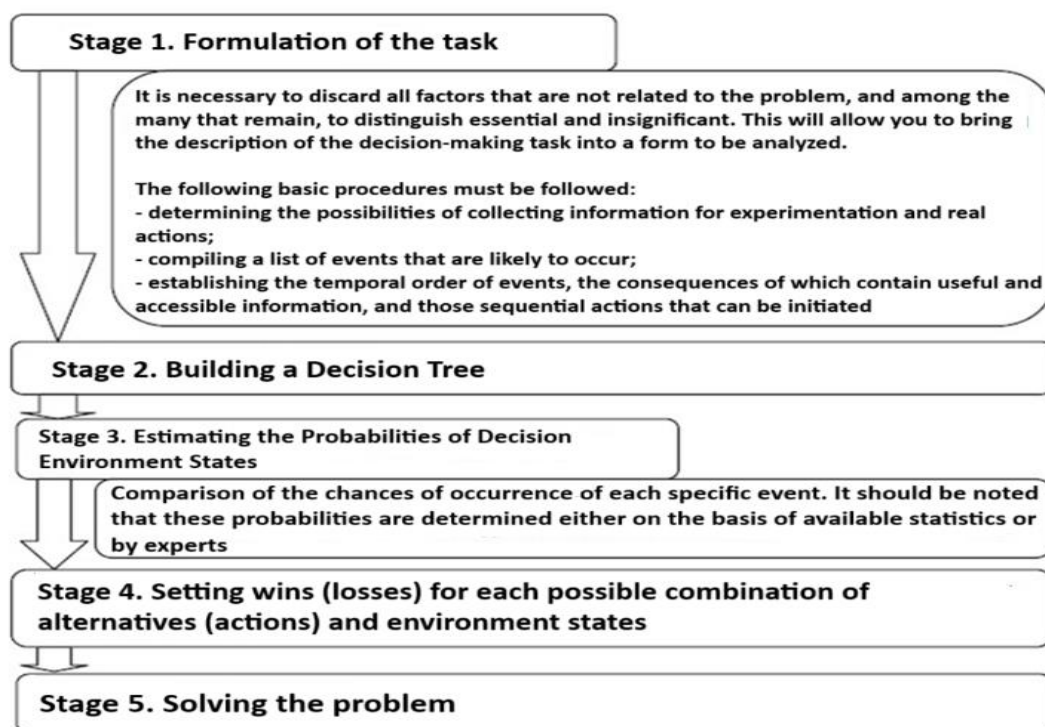


Fig. 1 The main stages of decision-making when using the decision tree method

We took this approach into account and analyzed the work of other scientists to create a set of indicators to assess the possible consequences and probabilities that will be useful in calculating the problem. To facilitate the perception and calculation of these indicators, we have divided them into four main groups that affect passenger turnover and passenger flow on the studied route. Each group includes aspects that must be evaluated when choosing the number of buses that are planned to be introduced on the route. The main source of these probabilities is sociological surveys of various companies, where the results are formed in accordance with the mood of the survey participants in the context of possible changes in the country.

As experience shows, the only source of information that sufficiently characterizes the parameters of transport demand and the conditions for its satisfaction within the framework of the current system is various methods of transport surveys of the population. Only the processing of the materials of these surveys allows to obtain a set of such indicators as the size and direction of passenger

flows, the amount of time spent on transport movements as a whole and by components (walking approach to the stop, departure from the stop, waiting for transport), the number of transportations, etc.

Table 1 Indicators of assessment of risk groups

№	Group Name	Evaluation Indicators
1	Indicators assessing the military-political situation in the country	Growing public confidence in the President of Ukraine; growing distrust of political parties; citizens' assessment of the situation in the country; attitude to changes in the level of prices and tariffs in the country.
2	Indicators Assessing Job Development	An increase in the number of vacancies and an increase in earnings; difficult financial situation, which encourages Ukrainians to look for additional earnings; growth in the creation of large businesses.
3	Metrics that assess business sentiment	The economic situation in the country; progressive changes in the field of taxation; changes in the military-political situation in the country; business lending.
4	Indicators assessing the solvency of passengers	A decrease in the income of the working population, or their complete or partial loss, will lead to a decrease in solvency; rising unemployment due to a deep downturn in economic activity; The number of vacancies remains critically low against the background of an increase in the supply of labor due to the growth of economic activity of citizens and the return of some migrants

Analysis of such indicators allows to objectively assess the nature of the functioning of the existing system of transport services and to identify its shortcomings. On the basis of this, specific measures can be developed to improve public services through information support of such transport and operational tasks as adjusting the operation of vehicles between routes, regulating their release on routes, etc.

References

1. Загурський О. М. Аналіз ринку автотранспортних послуг в Україні. Збірник наукових праць «Автомобільний транспорт» 2019. № 44. 66-71.
2. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022 Jelgava, LATVIA. 543-550

УДК 656:681

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

А. С. МАНЗУРЕНКО студентка,
О. М. ЗАГУРСЬКИЙ, д.е.н, професор
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: fonarikinastua@gmail.com

Сільське господарство – одна з найперспективніших галузей світового бізнесу на сьогоднішній день. Провідні сільськогосподарські підприємства активно шукають і впроваджують якісні інноваційні рішення, здатні збільшити обсяги виробництва і продажів. Ефективне використання головного ресурсу сільськогосподарських підприємств - досягається за рахунок максимально раціонального використання всіх наявних автомобілів і тракторів.

Важливість цього питання незаперечна, адже технічні втрати овочевої продукції через неефективну логістику (транспортування, зберігання) становлять близько 15% від річного врожаю в Україні [1], тобто мільйони тон на рік.

Таблиця 1 – Середній рівень втрат сільськогосподарської продукції В Україні вздовж ланцюга постачання, %.

Продукція	Операції ланцюга постачання				
	Виробництво	Зберігання	Обробка та пакування	Дистрибуція	Споживання
Зернові	10-40	5-10	5-10	4-10	5-15
Картопля	10-20	10-30	2-5	2-10	2-15
Плоди та овочі	2-10	10-40	2-5	5-15	5-10
М'ясо	5-15	5-20	5-15	5-20	2-5
Молоко	10-30	2-5	10-30	10-20	10-15

З цього аналізу можна зробити висновок, що втрати сільськогосподарської продукції через нерозвинену та неефективну логістику становлять третину річного виробництва всієї виробленої продукції. Досягнення цих цілей вимагає правильного застосування інструментів для планування, формування та переміщення матеріальних потоків, іншими словами, грамотної побудови та координації логістичних процесів, пов'язаних як з виробництвом, так і з продажами.

Використання смартфонів і мобільних застосунків, що дають змогу відстежувати й контролювати транспортні засоби, стежити за водіями, сповіщати й попереджати, надавати підтримку та допомогу, відкриває широкі можливості для ефективного використання сільськогосподарських ресурсів.

Ключовим моментом у процесі логістики є логістичні витрати. Логістичні витрати включають в себе операційні витрати і витрати на обслуговування клієнтів, такі як закупівлі, складування, розподіл, виробництво,

транспортування, продажі, інформаційна підтримка та обслуговування клієнтів. Структура логістичних витрат у розвинених країнах показує, що найбільша частка припадає на управління запасами (30%), транспортні витрати (25%) та адміністративні й операційні витрати (15%) [1].

Впровадження інноваційних систем дасть змогу підвищити ефективність логістичної складової собівартості сільськогосподарської продукції та вивести обслуговування клієнтів на новий рівень. Ці технології також допомагають поліпшити системне управління організацією, налагоджуючи і синхронізуючи внутрішні та зовнішні процеси. Впровадження логістичного програмного забезпечення дає можливість отримати комплексний аналіз і контроль ланцюжка поставок і поліпшити управління логістикою.

Використовуючи правильно підібрані програмні продукти в поєднанні зі встановленими системами моніторингу, компанії, що застосовують їх, можуть значно прискорити свою роботу, скоротивши час виконання завдань окремими співробітниками та зменшивши ймовірність нецільового використання транспортних засобів. Різноманітне програмне забезпечення дає змогу відстежувати положення, напрямки і швидкість руху транспортних засобів, контролювати стан транспорту, витрату пального, заправки та зливи в режимі реального часу, а також забороняти несанкціонований запуск двигунів транспортних засобів.

Слід зазначити, що інноваційні технології на сьогоднішній день є найважливішим інструментом підвищення ефективності господарської діяльності та рівня конкурентоспроможності сільськогосподарських підприємств, тому їхня діяльність має аналізуватися, модернізуватися та вдосконалюватися на постійній основі.

Список використаних джерел

1. Themen D. Food losses and waste in Ukraine. Regional Office for Europe and Central Asia Food and Agriculture Organization of the UN. 2013. URL: <http://www.fao.org/europe/agrarian-structures-initiative/en>
2. Zagurskyi O., Pokusa T., Zagurska S., Ohienko M., Titova L., Rogovskii I., Ohienko A., Razumova K., Berezova L. Current trends in development of transport and logistics systems of delivery of fast perishable foodstuffs. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 238

УДК 65.01

ЛОГІСТИЧНИЙ АУТСОРСИНГ НА УКРАЇНСЬКОМУ РИНКУ

А. В. ГРИНЬКІВ, канд. техн. наук, старший дослідник,

В. В. АУЛІН, д-р. техн. наук, проф.,

Центральноукраїнський національний технічний університет,

О. Л. ЛЯШУК, д-р. техн. наук, проф.,

О. П. ЦЬОНЬ, канд. техн. наук, доц.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

E-mail: AulinVV@gmail.com, oleglashuk@ukr.net

Показано, що одним із інструментів вирішення проблеми оптимізації товароруку є аутсорсинг.

З'ясовано, що сорсинг означає визначення виконавця певного процесу. На стратегічному рівні він полягає у прийнятті рішень про те, що підприємство, фірма, компанія робитиме самостійно, а що набуватиме на стороні. Рішення з сорсингу є дуже важливим, оскільки від вибору виду отримання продукції (товарів), вибору постачальників та виду контрактів суттєво залежить ефективність ланцюга поставок. Рішення щодо сорсингу повинні прийматися відповідно до стратегії конкурентної поведінки. Підприємства, фірми, компанії вважають за краще віддавати операційні логістичні функції логістичним посередникам, зосереджуючись на ключових компетенціях та координуючих функціях логістики.

Аутсорсинг є процесом передачі підприємством, фірмою, компанією частини виробничих чи бізнес-процесів іншим підприємства, фірмам, компаніям, які є експертом у цій галузі. Делегуючи процеси, які не належать до основного виробництва, але є стратегічно важливими, здійснюється взаємовигідний обмін. При цьому варто розрізняти поняття разової підтримки та аутсорсингу. Разова підтримка має епізодичний характер, а з підприємством, фірмою, компанією-аутсорсером укладається договір надання аутсорсингових послуг певний період.

Аутсорсинг використовується насамперед через небажання витратити час на напрямки, що супроводжують основну діяльність. Він дозволяє довірити ведення цих напрямів професіоналам, а всі сили зосередити на вирішенні основних стратегічних та виробничих завдань на підприємстві, фірмі, компанії.

При виборі аутсорсингу в організації вантажних перевезень в Україні може бути кілька варіантів. Повний аутсорсинг передбачає передачу всієї оперативної діяльності зі складування та вантажопереробки складського оператора – логістичного провайдера. При цьому У цьому випадку фокусна компанія планує обсяги та здійснює контролінг КР1, що встановлюються для контролю якості послуг та тарифної сітки складського оператора. При частковому аутсорсингу можуть бути різні варіанти, наприклад, оренда тільки будівлі (складських споруд), коли обладнання та персонал належить фокусній

компанії, або оренда складу з обладнанням, коли персонал та технологія вантажопереробки свої тощо.

Розрізняють наступні види аутсорсингу: виробничий, бізнес-процесів, ІТ-аутсорсинг. У виробничому аутсорсингу частина виробничих функцій передається сторонній організації. Наприклад, рекламні агенції, які використовують виробничі потужності друкарні. У аутсорсинг бізнес-процесів передаються бізнес-процеси, які є основним видом її діяльності, у ведення сторонньої фірми, компанії. Класичний приклад цього аутсорсингу – це бухгалтерські послуги.

При ІТ-аутсорсингу інформаційні системи фірми, компанії обслуговування передаються організаціям, що займаються технічною підтримкою і програмним забезпеченням. У списку функцій можуть бути: створення сайтів, підтримка програмного забезпечення або його розробка, обслуговування комп'ютерної та супутньої техніки.

Головним завданням аутсорсингу на підприємстві, фірмі, компанії є винесення за рамки бізнесу непрофільних та вузькоспеціалізованих напрямків діяльності. Почнемо з очевидних плюсів, які дає передача супутніх процесів на аутсорсинг. З економічного погляду залучення аутсорсера дозволяє підприємству, фірмі, компанії значно знизити витрати, оскільки компанії не доведеться утримувати додаткову структуру та розширити штат. Трансакційні витрати можуть знизитися. Деякі постійні витрати можуть трансформуватися в змінні залежно від потреб підприємству, фірми, компанії у період. З погляду реалізації стратегічних завдань аутсорсинг дає змогу сконцентрувати ресурси на основному виробництві, а також покращити операційний контроль. Крім того, полегшується процес впровадження нових технологічних чи управлінських операцій. З технологічного боку аутсорсинг відкриває доступ до вищих технологій. Якщо в штаті немає необхідних фахівців, їх можна залучити за програмою аутсорсингу. Якість обслуговування у разі залучення аутсорсера значно зростає, оскільки стороння організація зобов'язується контролювати якість робіт, що надаються за контрактом.

В той час, впровадження системи аутсорсингу потребує ретельного розрахунку витрат та зіставлення їх із очікуваним економічним ефектом. Трансакційні витрати можуть також зрости. Не варто унеможлилювати і можливість банкрутства фірми, компанії-аутсорсера. Може загубитися контроль за виконанням переданих на аутсорсинг процесів. Керівництво може втратити сполучний зв'язок між управлінням та бізнес-практикою. Знижується управлінська гнучкість. Небезпека концентрації технологічних процесів. Це знову ж таки позбавляє організацію гнучкості у певних бізнес-процесах. Відсутність чіткої законодавчої бази аутсорсингу. Крім того, багато організацій побоюються делегувати бізнес-процеси іншим особам через побоювання витоку інформації або можливе порушення договірних відносин.

Віддати всі функції логістики організації-підряднику доцільно у разі, наприклад, якщо компанії потрібні не окремі послуги, а весь логістичний ланцюг вантажних перевезень. Це можуть бути підприємства малого та

середнього бізнесу, які з якихось причин не хочуть або не можуть інвестувати кошти у розвиток власної логістики, або великі компанії. Реалізація постачання вантажів (товарів) при цьому є складним, багатоетапним процесом.

Аналіз аутсорсингу вантажних перевезень дав можливість виділити популярні на українському ринку групи логістичних послуг:

- транспортно-експедиторські послуги, які поділяються на дві самостійні послуги: транспортні та експедиторські послуги. Як правило, транспортну послугу замовляють ті організації, де вже існує відділ експедирування. Тут транспортна організацію виконує лише перевезення вантажу, а підготовку документів організація здійснює власними силами. Найчастіше затребуваною є транспортно-експедиторська послуга, оскільки включає повну координацію вантажних перевезень в цілому;

- послуги з митного оформлення є досить специфічною сферою логістичної діяльності. При цьому мають на увазі роботу безпосередньо з митними органами у регламентованому правовому полі. Це зумовлює наявність у організації атестованих фахівців з митного оформлення, які досконало знають митне законодавство та способи забезпечення сплати митних платежів. Ця група послуг пояснюється тим, що найчастіше досить складно організувати роботу з митному оформленню всередині підприємства, фірми, компанії і оскільки це потребує великих фінансових і трудових витрат. Істотним є і те, що при виникненні розбіжностей з митними органами, проблем щодо декларування товарів вся відповідальність, як юридична, так і фінансова у вигляді штрафів, лягає безпосередньо на організацію;

- послуги складу та організація складського комплексу або навіть складських приміщень всередині підприємства, фірми, компанії є досить дорогим заходом, що передбачає великі фінансові інвестиції, як у купівлю чи оренду приміщення, і у обладнання складу у відповідність до необхідних норм;

- координація процесу закупівель, упаковка/перепакування товарів, складування тощо – цей вид послуг затребуваний найчастіше організаціями, які мають у своїй організаційній структурі досить розгалужені філіальні (торговельні) мережі. В даному випадку замовлення такого роду логістичних послуг буде доцільним та виправданим;

- комплексні послуги (комплексний аутсорсинг) Тут у ролі компанії-підрядника виступає єдиний логістичний оператор. Як правило, це великі логістичні компанії, які мають у своєму розпорядженні всі ресурси, необхідні для реалізації логістичних бізнес-процесів по всьому логістичному ланцюгу компанії-клієнта. Комплексні послуги затребувані компаніями, алгоритм постачання вантажів (товарів) яких досить складний і має кілька проміжних етапів. По суті, це послуга товаропросування від виробника до споживача.

Таким чином, український ринок постачання вантажів (товарів) потребує розвитку і впровадження різних видів логістичного аутсорсингу.

УДК: 005.336.1:656.073

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Д. КЛЮЧКО, студент

О. А. ДЬОМІН, д.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: domin@nubip.edu.ua

Зростання ефективності вантажних автомобільних перевезень в першу чергу залежить від проведення наступних заходів:

- технічне вдосконалення автотранспортних засобів та навантажувально-розвантажувального обладнання,
- впровадження передових транспортних технологій;
- підвищення рівня організації вантажних перевезень.

Технічні вдосконалення допомагають підвищити швидкість руху автомобільного транспорту та зменшити час його простою під вантажно-розвантажувальними роботами.

Завдання, що стоять перед вантажним автомобільним транспортом в Україні і за її межами, вимагають виконання транспортної роботи в найрізноманітніших умовах:

сприятливі умови міських територій і автомагістралей,

несприятливі умови у сільському господарстві, в лісах, у кар'єрах, на будівельних майданчиках, а також в інших важких шляхових і кліматичних умовах

Ці завдання вимагають наявності відповідних технічних засобів і високого рівня організації їх використання.

На основі аналізу критеріїв, що впливають на поліпшення техніко-економічних показників вантажних автомобільних перевезень, нами було виділено наступні основні показники, що впливають на підвищення ефективності вантажних автоперевезень. Ці показники впливу можна розділити на наступні групи.

1. Для автодоріг:

- а) найкоротша відстань маршруту між початковим і кінцевим пунктами;
- б) засоби організації дорожнього руху та стан дорожньої ділянки маршруту, які повинні забезпечувати найкоротший можливий час доставки вантажу за заданих умов.

2. Для транспортних засобів:

- а) висока продуктивність і оптимальна технічна швидкість на маршруті;
- б) висока ефективність машин та обладнання для вантажно-розвантажувальних робіт; в) універсальність вантажного автотранспорту, що дає змогу оптимально поєднувати перевезення вантажів в залежності від їх призначення і напрямку доставки;

3. Вантажно-розвантажувальна техніка:

а) постійне підвищення показників продуктивності;

б) швидка адаптація робочих органів навантажувачів до характеру вантажу і особливостей вантажного місця й підвіски транспортного засобу.

Висока продуктивність праці на автомобільному транспорті забезпечується не тільки за рахунок скорочення часу на прийом і видачу вантажу, тобто за рахунок виконання більшої кількості транспортних циклів за годину (добу, рік), але і за рахунок збільшення маси вантажу, що перевозиться за цикл. Це досягається в першу чергу за рахунок збільшення вантажопідйомності транспортних одиниць. На продуктивність праці також впливає коефіцієнт використання пробігу.

УДК 629.331:339.13(477+4)

АВТОМОБІЛЬНИЙ РИНОК ЄВРОПИ ТА УКРАЇНИ

Л. В. БАЩУК, ст. викладач

ВСП «Конопотський індустріально-педагогічний фаховий коледж» Сум ДУ

За результатами 2023 року можна констатувати про покращення становища українського авторинку порівнюючи з динамікою розвитку авторинку країн Європи. Продажі нових автомобілів в Україні в 2023 році зросли на 62,4%.

У 2023 році в Європі авторинок зростав у кожній країні, загальний показник продажів нових автомобілів збільшився на 16,8%. Загалом в Європі було реалізовано майже 14 млн. авто, проти 12 млн. у минулому році. Але зростання було неоднаковим у різних країнах. Падіння авторинку було зафіксовано у двох країнах: у Норвегії (-27,2%) та Угорщині (-3,4%), на всіх інших ринках фіксували зростання. Авторинок України посідає 23 місце, між показниками Фінляндії та Хорватії.

Лідируючі ринки у Європі залишаються незмінними – це Німеччина, Великобританія, Франція та Італія. У цих країнах зростання авторинку відбувається шаленими темпами.

Були часи і Україна теж була в авангарді серед європейських авторинків. За підсумками 2008 року Україна займала 7-е місце за обсягами продажу нових автомобілів.

У 2023 році в обсягах додали всі автомобільні оператори ринку, і причина не тільки в низькій порівняльній базі за перший воєнний 2022 рік, а й в налагодженні процесів та нової логістики. Правда, в кінці року додалися проблеми з блокуванням польського кордону, від якого імпортери також

втратили в обсягах, але в загальному підсумку по року авторінок зріс на 62,4%. Зросли і показники головних автомобільних операторів, але по-різному.

Найпопулярніші авто в Україні за 2023 рік:

1. Renault Duster – 5 445.
2. Toyota RAV4 – 2 934.
3. Volkswagen ID.4 – 2 655.
4. Mazda CX-5 – 1 647.
5. Hyundai Tucson – 1 494.

Статус №1 у 2023 році знову підтвердила «Тойота Україна», яка додала у обсягах продажів на 56% і єдина компанія, яка реалізувала значно більше за 10000 авто за рік.

Значно покращила своє становище у 2023 році «Рено Україна». Причому за всіма показниками. Renault не тільки додали у обсягах +66% (більше ринку), а й зайняли 11,7% українського ринку і ще й відтіснили на третю роль колись могутню корпорацію «Укравто». Renault також вдалося подолати відмітку у 8000 реалізованих авто на українському ринку.

На третьому місці за підсумками 2023 року опинилася корпорація «Укравто», яку тепер обирали лише 7,9% споживачів на українського ринку. І це не зважаючи на досі великий портфель брендів. «Укравто» додала в обсягах лише 8% (при загальному показнику ринку +62,4%), та втратила у долі ринку – в минулому році було 12,3%.

Покращили свої позиції за рік у Stellantis Ukraine. Тепер на долю її автомобілів прийшлося 7,1% ринку, але у обсягах додали на 63%. Stellantis також подолали показник у 5000 проданих автомобілів і тепер є оператором №4.

Ще один рекордсмен 2023 року – це компанія «Єврокар». Їй вдалося збільшити продажі на 75%, додати у частці ринку, вийти на 5-е місце і майже подолати відмітку у 5000 авто за рік.

Додали у продажах на 70% (більше ринку) і у компанії «Порше Україна». Це дало змогу також підійти до відмітки 5000 авто на рік, покращити частку ринку і зберегти 6-е місце серед операторів.

За 2023 рік в Україну імпортували 377 063 транспортних засобів. Це майже в половину менше, ніж у 2021 році: тоді в країну ввезли 735 956 транспортних засоби. Загалом це найнижчий показник за останні три роки.

Найчастіше в Україну ввозять легкові авто — 73,7%. Далі йдуть мотоцикли (10,1%) та вантажівки (9,7%).

Варто зазначити, що середній вік ввезеного авто у 2023 році складає 10 років. Ввезені машини помолодшали на 2 роки у порівнянні до 2022 року. Понад 50% автомобілів, які були імпортовані у 2023 році, мають 10 і більше років. Найстаршим легковим авто, ввезеним торік, стала Toyota Supra 1990 року.

Бензинові авто залишаються найбільш запитаними – їх частка в імпорті складає 43%. Дизельними були 33% ввезених торік авто.

Найбільше нововвезених авто зареєстрували у Києві – 11.5%. До топ-3 потрапили також Львівщина (10%) та Одещина (7,6%).

Найпопулярнішою маркою авто серед усіх ввезених автомобілів у 2023 році став Volkswagen – 13,1%. На другому місці – Renault (9,2%), а п'ятірку лідерів завершують Skoda, Nissan та Audi.

Серед моделей найпопулярніший – Volkswagen Golf (3.2%), за ним Skoda Octavia, Renault Megane, Volkswagen Passat, Renault Megane Scenic.

Список використаних джерел

1. <http://autoconsulting.ua/article.php?sid=54980>
2. <https://www.epravda.com.ua/news/2023/11/1/706105/>
3. <https://inventure.com.ua/uk/analytics/investments/avtorinok-ukrayini-u-2023-roci:-prodazh-avto-ta-prognozi-na-2024-rik>

УДК: 656.071/.079

КОНКУРЕНЦІЯ СЕРЕД ВІТЧИЗНЯНИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «КОМПАНІЇ БВК – СОФТ»

А. БІЛОШИЦЬКИЙ, студент

О. А. ДЬОМІН, д.пед.н., доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: domin@nubip.edu.ua

Основними видами діяльності та послуг, які надає ТОВ "БВК-Софт", є автомобільні перевезення, ремонт і технічне обслуговування легкових та вантажних автомобілів, а також спеціалізований ремонт автомобільних причепів різної вантажопідйомності. Вантажні перевезення становлять близько 70% від загального обсягу діяльності компанії яка в основному спеціалізується на перевезенні будівельних матеріалів, а саме керамічної плитки, зі своїх складів до вантажоодержувача - мережі гіпермаркетів "Епіцентр".

Для визначення поняття «конкуренція», спочатку проаналізуємо поняття «попит». Попит - це економічна категорія, характерна для ринкової економіки, яка відображає сукупну суспільну потребу в різних товарах з урахуванням платоспроможності покупця. Попит вимірюється кількістю певного товару, яку покупець може придбати за фіксованою або договірною ціною. Іншими словами, це вартісна оцінка попиту, або попит, помножений на ціну.

Перекладаючи цей термін на сферу транспортних послуг, попит можна визначити як потребу в транспорті. Іншими словами, зміни в обсягах

перевезень за певний період свідчать про динаміку цього явища. Незважаючи на кризу, попит на транспортні послуги зростає. За даними статистики, у січні-лютому 2021 року підприємства та приватні підприємці перевезли 97,5 тис. тонн вантажів автомобільним транспортом, що на 6,1% більше, ніж за аналогічний період попереднього року. Обсяг перевезених цими компаніями вантажів став у 1,3 рази більшим, а сумарний вантажообіг досягав 43 млн тонно-кілометрів.

Поняття «конкуренція» означає процес змагання в якому учасники ринку змагаються між собою за найвигідніші умови виробництва, продажу та купівлі товарів. Цей тип економічних відносин встановлюється, коли виробники товару діють як незалежні та самостійні суб'єкти економічної системи. У такому ж становищі має бути і покупець товару.

Конкуренція регулює економічний підйом та стабільність, що покладено в основу економічних законів ринкової економіки.

Продавці хочуть продати свій товар за найвищою ціною, але конкуренція створює попит з боку покупців, що змушує їх продавати свої товари за нижчою ціною. На "вільному" ринку всі рівні як продавці і всі рівні як покупці, але виграє той, чиї товари однакової якості і коштують дешевше, або той, хто виробляє більш якісні товари за тією ж ціною.

Конкуренція - це категорія товарно-ринкової економіки. В ході конкурентної боротьби кожен дрібний виробник намагається створити найбільш сприятливі умови для виробництва і продажу товарів.

В сфері автотранспортних послуг на технічне обслуговування і перевезення вантажів, основними конкурентами ТОВ "БВК-Софт" є наступні автотранспортні компанії:

- - ВАТ "АТП-1"; основним видом діяльності компанії є надання транспортних послуг з перевезення будівельних матеріалів підприємствам, організаціям та приватним особам, а також міжнародне експедирування вантажів. Також надає послуги з технічного обслуговування та ремонту всіх видів вантажних автомобілів;

- - ВАТ АТП-2. вантажні автомобільні перевезення.

- ВАТ "АТП-3" - технічне обслуговування та ремонт автомобілів загального призначення; види діяльності: вантажні автомобільні перевезення; виробництво гіпсових та бетонних виробів; оптова торгівля будівельними матеріалами;

- - ВАТ АТП-5 - основний вид діяльності: вантажні автомобільні перевезення;

- - ВАТ "АТП-7" - послуги вантажного автотранспорту.

Вищезазначені компанії створюють досить високу конкуренцію на ринку транспортних послуг для компаній, методом боротьби яких є завоювання довіри нових клієнтів та збереження старих зав'язків шляхом покращення послуг, що пропонуються автотранспортними компаніями.

Основними особливостями розвитку галузі вантажних автомобільних перевезень є

1) За останні 2 роки відбулося значне падіння виробництва в усіх галузях української економіки. Це призвело до того, що на ринку з'явилася надлишкова пропозиція послуг вантажних автоперевезень.

2) Відсутність українських виробників вантажівок та високі ціни на транспортні засоби призвели до сильної залежності іноземних виробників транспортних засобів, що унеможливило своєчасне оновлення автопарку.

3) Поява на ринку автотранспортних послуг великої кількості приватних автотранспортних компаній та підприємців з невеликою кількістю транспортних засобів знизил конкурентоспроможність середніх та великих автотранспортних компаній з кількістю транспортних засобів понад 100 одиниць, які є високоефективними в умовах стабільних масових перевезень.

Для ТОВ "БВК-Софт" основними проблемами є зростаюче старіння автомобільного парку через високі ціни на транспортні засоби та відсутність власних коштів, необхідних для оновлення основних фондів через низьку рентабельність автомобільних перевезень.

Використання орендованого рухомого складу є економічно невигідним, оскільки майже весь прибуток, отриманий за період оренди, витрачається на виплату лізингових платежів. Після закінчення терміну лізингу (п'ять років), у разі викупу транспортного засобу, його подальша експлуатація стає нерентабельною через значне зростання експлуатаційних витрат, появу більш ефективних нових транспортних засобів та зростання цін на паливно-мастильні матеріали, електроенергію та запасні частини.

УДК 631.001.04

МЕТОДИЧНІСТЬ ЗНАЧЕНЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДКОНТРОЛЬНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

І. М. НИЧАЙ, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: nu4aj@ukr.net

Після визначення для кожного підконтрольного зернозбиральних комбайнів значень функціональних показників [1], показників надійності [2] і питомих витрат [3] отримана інформація може надаватися у вигляді матриці:

$$\begin{array}{ccccccc} x_1, P_{11}, P_{21}, \dots, P_{m1}, & \Phi_{11}, \Phi_{21}, \dots, \Phi_{k1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n, P_{1n}, P_{2n}, \dots, P_{mn}, & \Phi_{1n}, \Phi_{2n}, \dots, \Phi_{kn} \end{array} \quad (1)$$

де $x_1, x_2, \dots, x_n$ - значення періодичностей у підконтрольних зернозбиральних комбайнів, год; $P_{11}, P_{12}, \dots, P_{in}$ - значення показників надійності підконтрольних зернозбиральних комбайнів; $\Phi_{j1}, \Phi_{j2}, \dots, \Phi_{jn}$ - значення функціональних показників підконтрольних зернозбиральних комбайнів.

Матриця вихідних даних (1) використовується для знаходження коефіцієнтів регресії моделей, що входять в цільову функцію [4]. Завдання полягає у визначенні коефіцієнтів регресії рівняння:

$$y = b_0 + b_1x + b_2x^2. \quad (2)$$

В даному випадку завдання оцінювання b_i є знаходження криволінійної регресії за методом найменших квадратів [5]. За допомогою системи ортогональних поліномів Чебишева рівняння (2) можна представляти в наступному вигляді:

$$y = c_0 + c_1\varphi(x) + c_2\varphi_2(x). \quad (3)$$

Для цього рівняння формули для вирахунку Чебишева будуть мати вигляд:

$$\begin{aligned} \varphi_1(x) &= x - \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N x_j, \\ \varphi_2(x) &= x^2 - \frac{\sum x^3 - \frac{1}{N} \sum x^2 \sum x}{\sum x^2 - \frac{1}{N} (\sum x^2)} \left(x - \frac{1}{N} \sum x \right) - \frac{\sum x^2}{N} \end{aligned} \quad (3)$$

Значення коефіцієнтів, що входять у рівняння (3), визначаються:

$$C_0 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^S m_j \bar{y}_j, \quad (17) \quad C_1 = \frac{\sum_{j=1}^S \varphi_1(\bar{x}_j) m_j \bar{y}_j}{\sum_{j=1}^S \varphi_1^2(\bar{x}_j) m_j}, \quad (18) \quad C_2 = \frac{\sum_{j=1}^S \varphi_2(\bar{x}_j) m_j \bar{y}_j}{\sum_{j=1}^S \varphi_2^2(\bar{x}_j) m_j}, \quad (19)$$

де S - число інтервалів зміни періодичностей виконання операцій ТО;
 $\bar{x}_j, \bar{y}_j$ - середнє значення величин x і y в j інтервалі; m_j - кількість зернозбиральних комбайнів, у яких періодичність знаходиться в j інтервалі.

Перевірка адекватності побудованого рівняння проводиться за допомогою F-критерію:

$$F = \frac{S_n^2(y)}{S_{ocm}^2(y)} > F_\alpha(f_m, f_{ocm}), \quad (4)$$

де $S_{ocm}^2(y)$ - залишкова дисперсія, яка характеризує розсіювання експериментальних точок щодо лінії регресії; $S_n^2(y)$ - повна дисперсія, яка характеризує розсіювання точок близько загальної середньої.

Гіпотеза про адекватність приймається. $S_{ocm}^2(y)$ і $S_n^2(y)$ визначаємо за:

$$S_{ocm}^2 = \frac{1}{N-k-1} \sum_{j=1}^N (y_i - y_c)^2, \quad (5)$$

$$S_n^2(y) = S_p^2(y) + S_{ocm}^2(y) = \frac{1}{f_p} \sum_{j=1}^N (y_j - \bar{y})^2 + S_{ocm}^2(y), \quad (6)$$

де k - число параметрів при y ; f_p - число ступенів свободи, $f_p = k - 1$.

Значення f_n і f_{ocm} обчислюються за формулою $f_n = N - 1$, $f_{ocm} = N - k - 1$. У разі адекватності рівнянь побудована цільова функція використовується для розрахунку оптимальної періодичності. Якщо умова адекватності не

дотримується, то в многочлени вводяться додаткові члени, після чого знову розраховуються коефіцієнти регресії і визначається адекватність уточненої моделі. Цей процес послідовно повторюється до тих пір, поки не будуть отримані моделі, що задовольняють умові адекватності.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskiy M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.
3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 291-298. doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451.
5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

УДК 631.001.04

SMART СИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ МІСЦЕВИЗНАЧЕНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ

О. Ф. ГНАТЮК, аспірантка
Житомирський агротехнічний фаховий коледж
E-mail: gnatyuk@zhatk.zt.ua

Аналіз особливостей функціонування конкретних типів зернозбиральних комбайнів в процесі виконання сепаруючих та транспортних операцій зернового потоку показує [1], що в усіх сучасних бортових системах вимірювання рівня місцевизначеної врожайності закладено досить грубий алгоритм перетворення інтенсивності потоку хлібного вороху [2], що надходить на різальний апарат жатки, в інтенсивність потоку очищеного зерна, що

надходить в бункер [3]. Такий алгоритм характеризується лише показником часу транспортного запізнення T_3 :

$$\hat{v}_Q(t - T_3) = \hat{v}_D(t) \quad (1)$$

де $\hat{v}_Q(t - T_3)$ – оцінка інтенсивності потоку зернової частини хлібного вороху на жатці; $\hat{v}_D(t)$ – оцінка інтенсивності потоку зерна, що надходить в бункер; T_3 – транспортне запізнення.

Структурна схема типової бортової системи картографування представлена на рис. 1. Вихідним сигналом датчика маси зерна є оцінка інтенсивності $\hat{v}_D(t)$ потоку зерна, що надходить в бункер [4]. Після реалізації алгоритму отримуємо інтенсивність $\hat{v}_Q(t - T_3)$ [5]. За допомогою бортового навігаційного комплексу (наприклад, супутникової навігації) визначаються оцінки швидкості руху машини та її координат $\hat{V}(t)$, $\hat{X}(t)$ відповідно [6].

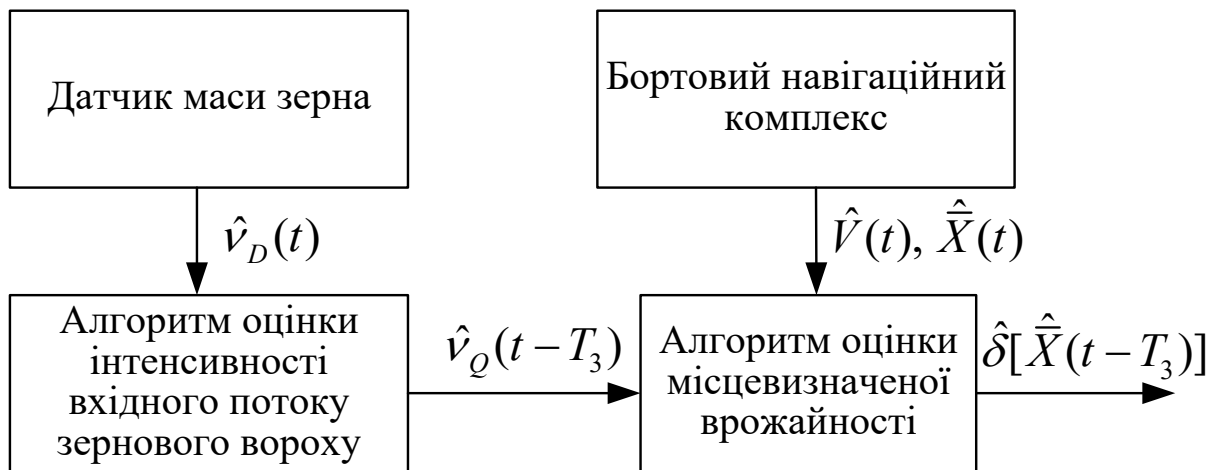


Рис. 1. Структурна схема типової бортової системи картографування врожайності.

Оцінка рівня місцевизначеної врожайності $\delta[\hat{X}(t - T_3)]$ в осередку елементарної ділянки поля з вектором координат $\hat{X}(t - T_3)$ по ширині захвату жатки B_p дорівнює:

$$\delta[\hat{X}(t - T_3)] = \frac{\hat{v}_Q(t - T_3)}{B_p \hat{V}(t - T_3)}, \quad (2)$$

де $\hat{V}(t - T_3)$ – оцінка швидкості руху комбайна на момент часу $t - T_3$.

Геометрична інтерпретація (рис. 2) наведеного алгоритму показує, що якщо по ходу руху комбайна, наприклад, з'явиться поперечна смуга хлібостою (у вигляді прямокутного імпульсу), то через певний час T_3 в бункер піде очищене зерно з інтенсивністю потоку, що змінюється у вигляді сходинок. Час транспортного запізнення T_3 при цьому приймається сталою величиною ($T_3 \approx 10 \div 15$ с).

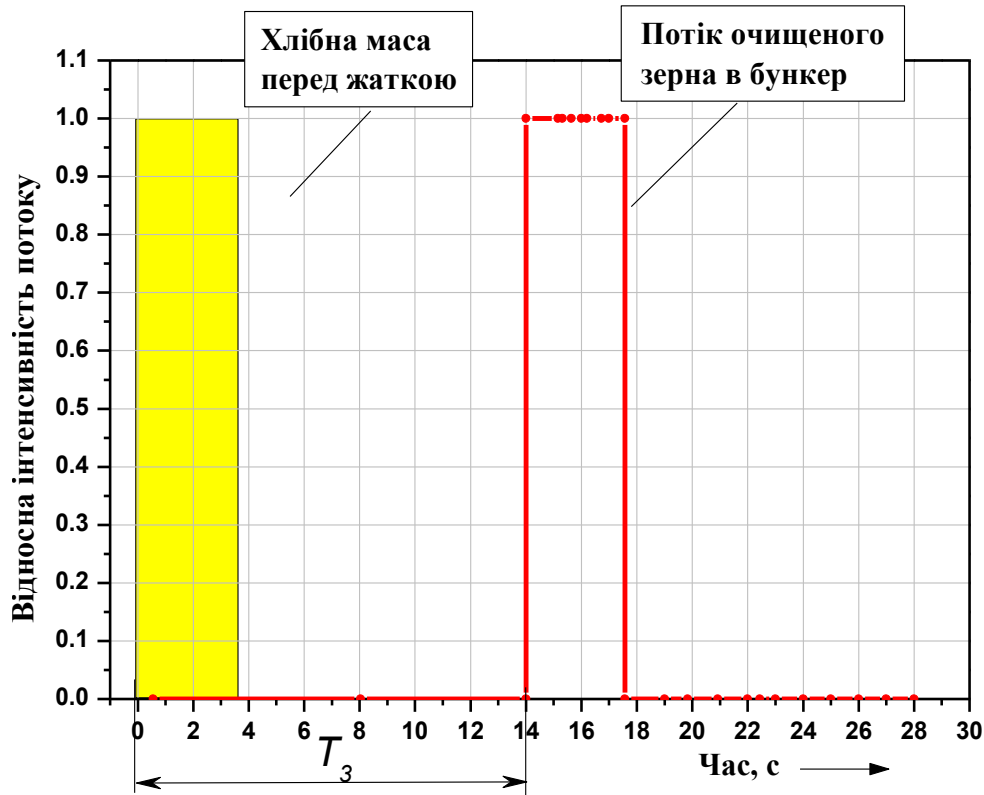


Рис. 2. Відносні інтенсивності потоку хлібного вороху та очищеного зерна.

Слід зазначити, що таке припущення далеке від тих перетворень потоку хлібної маси, що мають місце в дійсності. В НУБіП України проводились дослідження змін інтенсивності подачі очищеного зерна в бункер в залежності від інтенсивності надходження хлібної маси на жатку комбайна MF 9690. Спеціально спланований лабораторно-польовий експеримент дозволив створити умови, коли комбайн входив жаткою шириною захвату 9 м в поперечно до напрямку руху комбайна розташовану смугу хлібостою з шириною смуги 3, 6 та 9 метрів на різних робочих швидкостях. За допомогою датчика маси зерна оптичного типу проводилась реєстрація інтенсивності подачі очищеного зерна в бункер. Характер зміни інтенсивності потоку очищеного зерна для смуги хлібостою 9 м і швидкості руху машини 1.3 м/с дозволяє визначити, що комбайн зрізує смугу хлібної маси близько за 7 с. Подача очищеного зерна в бункер починається приблизно через 12 с, а закінчується – через 28 від початку зрізування. Тобто процес видачі зерна в бункер триває близько 16 с. Це означає, що застосування в існуючих системах картографування врожайності алгоритму перетворення інтенсивності потоку хлібного вороху, що характеризується тільки сталою величиною часу затримки T_3 , призводить до значних викривлень в значеннях дійсної інтенсивності потоку зерна, що подається на комбайн.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.
2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.
3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.
5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. *INMATEH. Agricultural Engineering*. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.
6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

ЗМІСТ

стор.

Секція 1 «Надійність і ремонтування технічних систем»

ЕВОЛЮЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ РЕМОНТУ І ОБСЛУГОВУВАННЯ
(ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ) ТЕХНІКИ АПК

Науменко О. А. 11

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЛАНЦЮГІВ
ПОСТАЧАННЯ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ
УДОСКОНАЛЕНИМ ЛОГІСТИЧНИМ СЕРВІСОМ

Аулін В. В., Лисенко С. В., Тищенко С. Ю., Косякевич Д. П. 13

RELIABILITY OF LOGISTICS SYSTEMS IN MACHINE-BUILDING
ENTERPRISES: KEY ASPECTS AND CHALLENGES

Melnyk V. I., Melnyk V.I., Tarasenko A. A. 16

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ У ВАКУУМНИХ СИСТЕМАХ

Ружило З. В., Мрачковський О. Ю. 18

ІНВЕСТИЦІЙНЕ ТА МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

Захарчук О. В. 20

THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE NATIONAL
GEOSPATIAL DATA INFRASTRUCTURE OF UKRAINE IN THE
CONTEXT OF MODERN LAND LEGISLATION

Melnyk V. I., Savenko O. V., Kukharensko E. 23

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ
НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ
КОРМІВ

Новицький А. В. 25

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
КОМБІНОВАНОГО КУЛЬТИВАТОРА VÄDERSTAD TOPDOWN

Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А. 30

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ФОРСУНОК НА ПОКАЗНИКИ
ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ЛІСНИХ МАШИН

Потик П. С., Банний О. О. 32

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ <i>Мальченко П. О., Іванов Г. О., Полянський П. М.</i>	33
ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ЗНОШУВАННЯ <i>Борак К. В., Куликівський В. Л., Пилипович М. М.</i>	37
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЕДУЧИХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ ХТЗ <i>Перцов Я. В., Сиволапов В. А.</i>	38
РОЗРОБКА ПЛАЗМОТРОНА ДЛЯ НАПЛАВЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКИХ, ФРИКЦІЙНИХ ТА ІНШИХ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОКРИТТІВ <i>Бучко І. О., Добранський С. С.</i>	42
ІННОВАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ У СИСТЕМІ ЦИРКУЛЯРНОЇ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ <i>Іоніцой-Доценко Є. Ю., Захарчук О. В.</i>	45
ІНВЕСТИВАННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ <i>Кондратюк В. В.</i>	49
ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЗАХОДІВ ЩОДО ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОГО СТАНУ ДВОДИСКОВИХ СОШНИКІВ <i>Добранський С. С., Бучко І. О.</i>	52
ТРИБОЛОГІЧНА НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ МАШИН <i>Денисенко М. І., Дев'ятко О. С.</i>	54
ВИКОРИСТАННЯ НАНОКРИСТАЛІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ І НАНОКОМПОЗИТІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ МАШИН АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ <i>Денисенко М. І., Дев'ятко О. С.</i>	57
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Боровський В. М., Заріцький Ю. В., Весельський В. І.</i>	60

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ МАШИНОБУДУВАННЯ <i>Мельник В. І., Безкоровайний О. В.</i>	62
УПРАВЛІННЯ СЕЗОННІСТЮ ТА ЦИКЛІЧНІСТЮ В МАШИНОБУДУВАННІ АГРАРНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ <i>Мельник В. І., Мельник В. І., Корнієнко О. В.</i>	63
АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ ЕКСКАВАТОРА-НАВАНТАЖУВАЧА JCB 3СХ <i>Борак К. В., Сидорчук-Шмідт С. Д., Умінський О. В.</i>	65
ОЧИЩЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ПЕРЕД ПІДГОТОВКОЮ ДО ЗБЕРІГАННЯ <i>Кусков М. А.</i>	67
КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ РОБІТ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ <i>Білецький В. Р., Турбал М. В., Прищепя А. В.</i>	71
ОЧИЩЕННЯ СТОКІВ ВІД МИТТЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В ПРОЦЕСІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ <i>Міненко С. В., Груницький М. Р., Голєніцький О. В.</i>	74
ШВИДКА ОБКАТКА ЯК КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ Д-240 <i>Боровський В. М., Ковальчук М. В., Заруцький С. О.</i>	77
ЗМІНА МОТОРНОЇ ОЛИВИ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ В ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ <i>Савченко В. М., Крилас М. С., Лис В. І., Рабченко А. О.</i>	80
ФУНКЦІОНАЛЬНА ОЦІНКА ІНТЕНСИВНОСТІ ЕВОЛЮЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ <i>Мельник В. І.</i>	83
ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ ПІД ЧАС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ <i>Боровський В. М., Котенко М. О.</i>	85

ТЕХНОЛОГІЯ ПЛОСКОВЕРШИННОГО ХОНІНГУВАННЯ ПРИ РЕМОНТІ ДВЗ <i>Боровський В. М., Лісовський К. Р., Куят В. В.</i>	87
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ <i>Білецький В. Р., Каменчук О. В.</i>	90
ОЦІНЮВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН <i>Новицький А. В., Новицький Ю. А., Бащук Р. В.</i>	93
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ <i>Савченко В. М., Якименко Р. М., Ковальчук Д. С., Диняк О. В.</i>	95
МОЖЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ BLOCKCHAIN ПРИ ПОСТАЧАННІ ПРОДУКЦІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Аулін В. В., Тихий А. А., Гриньків А. В., Чумак В. М., Петленко В. П.</i>	98
ТЕНДЕНЦІЇ ЛОГІСТИЧНОГО СЕРВІСУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА АВТОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ТА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Гриньків А. В., Лисенко С. В., Головатий А. О., Харченко С. В.</i>	100
ЗАСТОСУВАННІ ЗАСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МОБІЛЬНИХ МАШИН <i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Надич Т. М., Яценко В. Ю.</i>	101
ВИКОРИСТАННЯ ЙМОВІРНІСНО-ЛОГІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН В РОЗРОБЦІ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ <i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Сергійчук А. А., Ляшук О. Л.</i>	104
ПРИНЦИПИ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ У ВУЗЛАХ, СИСТЕМАХ, АГРЕГАТАХ МАШИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ТРИБОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ <i>Лисенко С. В., Тихий А. А., Манько Е. В., Зайцев А. М.</i>	107

СИСТЕМА СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДИЛЕРСЬКИМ ЦЕНТРОМ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ <i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Кузик О. В., Тертиця О. М., Байцян В. Г.</i>	109
ВПЛИВ СИСТЕМИ ФІРМОВОГО СЕРВІСУ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНУ НАДІЙНІСТЬ ПАРКУ МАШИН НА ПІДПРИЄМСТВІ <i>Аулін В. В., Лисенко С. В., Гевко І. Б., Гудь В. З.</i>	111
ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ <i>Савченко Л. Г., Міненко С. В.</i>	114
НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНОЇ І МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ <i>Аулін В. В., Тихий А. А., Яценко В. Ю., Чумак В. М.</i>	116
АКАДЕМІК МИКОЛА ПРОКОПОВИЧ ЧИЖЕВСЬКИЙ <i>Герук С. М., Сукманюк О. М.</i>	118
НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ АКАДЕМІКА М.П.ЧИЖЕВСЬКОГО <i>Герук С. М., Сукманюк О. М.</i>	121
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ СКЛАДОВИХ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ КУЛЬТИВАЦІЙНИХ СПОРУД ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ <i>Балаболов В. А., Савченко В. М.</i>	123
АНАЛІЗ ЕЛЕКТРИЧНИХ СПОСОБІВ ОБРОБЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ <i>Василенко М. О., Буслаєв Д. О., Калінін О. Є., Кононогов Ю. А.</i>	125
ДОВГОВІЧНІСТЬ АГРЕГАТИВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ <i>Новицький А. В., Федірко М. М.</i>	127
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТА НАДІЙНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ <i>Новицький А. В., Гончаренко С. М., Яремчук Д.О.</i>	129

ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ КУЗОВІВ АВТОМОБІЛІВ НАНЕСЕННЯМ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ <i>Димбовський А. С., Попик П. С.</i>	131
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ <i>Малюга С. А., Попик П. С.</i>	133
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН РЕЗЕРВУВАННЯМ ЯК СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ <i>Новицький Ю. А.</i>	135
АНАЛІЗ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ <i>Філіппов М. С., Попик П. С.</i>	138
АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ ЛІСНИХ МАШИН <i>Дворник Д. А., Попик П. С.</i>	139
ЗМІНА ГЕОГРАФІЇ ЕЛЕВАТОРНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ ЯК ФАКТОР ВПЛИВУ НА ЛОГІСТИКУ ЗЕРНОВОЇ ПРОДУКЦІЇ <i>Мельник В., Кісіль В.</i>	141
ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН <i>Оксімчук Б. М., Сиволапов В. А.</i>	144
ВІДНОВЛЕННЯ ШЛІЦЕВИХ ВАЛІВ ТРАКТОРІВ МТЗ <i>Савко Д. О., Сиволапов В. А.</i>	146
ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯМИ. <i>Радько А. А., Сиволапов В. А.</i>	148
ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ <i>Сторож Р. О., Новицький А. В.</i>	150
ОСОБЛИВОСТІ РЕМОНТУ МЕХАНІЗМІВ ЕКСКАВАТОРА <i>Новицький А. В., Ільїн І. Г.</i>	152

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ФІЛЬТРІВ MANN-FILTER ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДВЗ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН <i>Продеус О. В., Новицький Ю.А.</i>	154
ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА НАДІЙНІСТЬ ПНЕВМАТИЧНОЇ ПІДВІСКИ АВТОБУСІВ <i>Новицький А.В., Стецюк С. В., Щекальова А. М.</i>	157
Секція 2 «Прикладна механіка»	
ТРАНСФОРМАЦІЯ АГРАРНОЇ НАУКИ – ОБ’ЄКТИВНА НЕОБХІДНІСТЬ ЧАСУ <i>Булгаков В. М.</i>	160
ДИНАМІКА ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ТРАКТОРА З ФРОНТАЛЬНИМ ПЛУГОМ БЕЗ ОПОРНОГО КОЛЕСА <i>Петров Г. А., Надикто В. Т.</i>	163
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ РІВНЯННЯ РУХУ ЧАСТИНКИ ГИЧКИ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ПРИ ЇЇ ВИВАНТАЖЕННІ З ГИЧКОЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ <i>Головач І. В.</i>	164
ЗАПОЧАТКУВАННЯ В УКРАЇНІ ВИПРОБУВАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА ЗНАРЯДЬ <i>Булгакова О. В.</i>	166
ТЕОРІЯ РУХУ ТІЛА БУРЯКА СТОЛОВОГО ПО ПОВЕРХНІ СПІРАЛЬНОГО СЕПАРАТОРА ПРИ ЙОГО ОЧИЩЕННІ ВІД ДОМШОК <i>Мартинюк В. В.</i>	172
ТЕОРІЯ УДАРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ГНУЧКОЇ ОЧИСНОЇ ЛОПАТІ З ГОЛОВКОЮ КОРЕНЕПЛОДУ МОРКВИ ПРИ ЇЇ ОЧИЩЕННІ НА КОРЕНІ <i>Будзанівський М. І.</i>	174
ДО ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ РЕЛЬЄФУ ЗЕМЕЛЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ <i>Троханяк О. М., Сергєєва Н. В., Будзанівський М. І.</i>	176

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ МАНІПУЛЯЦІЙНОЇ РОБОТОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ <i>Черниш О. М.</i>	178
ДИНАМІЧНЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ ВІД ТИСКУ ГЕРЦА <i>Куценко А. Г., Куценко О. Г.</i>	180
ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАПОБІЖНОЇ МУФТИ <i>Троханяк О. М.</i>	182
 Секція 3 «Надійність технологічних систем у рослинництві»	
ENGINEERING MANAGEMENT OF CROP YIELD SENSORS IN SMART TECHNOLOGY SYSTEM <i>Rogovskii I. L.</i>	186
MACHINE USE OF MINERAL FERTILIZER SPREADERS <i>Ishchenko V. V.</i>	188
ENGINEERING MANAGEMENT OF GRAIN SAMPLER WITH MOISTURE AND TEMPERATURE SENSOR OF GRAIN HARVESTER <i>Velgas O. V.</i>	192
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОТАЦІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ КОРМОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН <i>Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Дем'яненко А. А.</i>	195
ERGONOMIC OF SMART TECHNOLOGIES OF CONTROL OF MACHINE USE OF SELF-PROPELLED BEET HARVESTERS <i>Kobernik M. V.</i>	197
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВИВАНТАЖЕННЯ ПОРЦІЇ НАСІННЯ ІЗ КАМЕРИ ОБРОБКИ РОТАЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА <i>Ратушний В. В., Вітрух П. І., Косовець Ю. В., Онищенко В. Б.</i>	202
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ОБПРИСКУВАЧ ОП-2000 З КОМБІНОВАНИМИ РОЗПИЛЮЮЧИМИ ПРИСТРОЯМИ <i>Онищенко Б. В., Тарадуда О. Ю.</i>	204

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ПНЕВМАТИЧНІЙ СИСТЕМІ СІВАЛКИ <i>Зеленський А. П.</i>	206
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ <i>Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Жабенко А. Ю., Адамчук О. В.</i>	209
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФОРМИ ВИВАНТАЖУВАЛЬНОГО ВІКНА КАМЕРИ ОБРОБКИ НАСІННЯ РОТАЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА <i>Ратушний В. В., Вітрух П. І., Косовець Ю. В., Онищенко В. Б.</i>	211
ДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОРОБОТІВ НА ПОШКОДЖЕНИХ ВОЄННИМИ ДІЯМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДДЯХ <i>Деркач О. Д., Сумятіна О. О.</i>	214
BASIC TECHNICAL SUPPORT FOR VIDEO-ENDOSCOPE PARAMETERS IN TECHNICAL MILL OF GRAIN HARVESTERS <i>Shvydun O. V.</i>	217
БЕЗПЕКИ ПРАЦІ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ <i>Дмитрюк С. П., Артюшенко Т. О., Муранов Є. С.</i>	220
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА ПРИ ЗБИРАННІ СОНЯШНИКА <i>Дворник А. В., Комаров А. С.</i>	223
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СКОШУВАННЯ СТЕБЕЛ СОНЯШНИКУ <i>Кузьмич А. Я., Анеляк М. М.</i>	227
ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНОГО СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ <i>Степаненко С. П., Швидя В. О., Попадюк І. С., Коновал О. О.</i>	229
ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІННОЇ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПНЕВМОСЕПАРУЮЧИХ КАНАЛАХ <i>Степаненко С. П., Котов Б. І., Калініченко Р. А.</i>	232

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Степаненко С. П., Швидя В. О., Мельник В. А.</i>	235
ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ЕНЕРГІЇ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО ПРОЦЕСУ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Степаненко С. П., Мельник В. А., Попадюк І. С.</i>	238
ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ПРОЦЕСІВ СУШІННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ <i>Котов Б. І., Степаненко С. П., Калініченко Р. А.</i>	241
ФРЕЗА ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В КУЩОВИХ ЯГІДНИКАХ <i>Бульба Г. В., Мартишко В. М.</i>	245
АГРОРОБОТИ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Васильковська К. В., Андрієнко І. А., Васильковська М. О.</i>	246
МУЛЬЧУВАЧ ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА САДАМИ <i>Громов В. В., Мартишко В. М.</i>	249
ОГЛЯД МАШИННИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВРАХУВАННЯМ ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНОЇ ЗОНИ <i>Денисенко М. І., Дев'ятко О. С., Андрущук А. О.</i>	250
КУЛЬТИВАТОР ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ОБ'ЄМНОГО ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ <i>Плахотник А. В., Мартишко В. М.</i>	251
CFD - МОДЕЛЮВАННЯ ПНЕВМАТИЧНОЇ ЧАСТИНИ ВІБРОПНЕВМОІМПУЛЬСНОГО СЕПАРАТОРА <i>Волик Д. А., Степаненко С. П.</i>	253
МЕТОДИКА КОРИГУВАННЯ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Тітова Л. Л.</i>	256
ENGINEERING MANAGEMENT OF YIELDSENSE MONITORING SYSTEM DURING COMBINE HARVESTING OF GRAIN <i>Nadtochiy O. V.</i>	259

ВИЗНАЧЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ТИСКУ І ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ РІДИНИ В ІНЖЕКТОРІ ГІДРОСИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА <i>Задорожнюк Д. В.</i>	261
ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ МЕТАНОВОЇ ДЕГРАДАЦІЇ СОЛОМИ <i>Валієв Т. О.</i>	264
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЗЕРНА ПІД ЧАС ОБМОЛОТУ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ <i>Калініченко Д. Ю.</i>	266
TECHNICAL MEANS FOR CONSERVATION OF GREASE SPREADING MACHINES OF GRAIN HARVESTERS IN OPEN AREAS <i>Kuzmich I. M.</i>	268
TECHNICAL CONTROL OF SAFETY INDICATORS OF SELF- PROPELLED SPRAYERS <i>Liubchenko I. S.</i>	272
GENERAL STRUCTURE OF GRAIN HARVESTERS AS SOURCES INCREASED NOISE <i>Shatrov R. R.</i>	274
STRUCTURE OF BAYESIAN NETWORK OF OPTIMIZATION METHODS OF SYSTEM OF MACHINERY OF PLANTING <i>Sivak I. M.</i>	278
МЕТОДИКА ОЦІНКИ РІВНЯ НАДІЙНОСТІ ВОДІЯ САМОХІДНОЇ АГРОТЕХНІКИ <i>Сердюченко С. С.</i>	281
 Секція 4 «Надійність технологічних систем у тваринництві»	
ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ <i>Медведський О. В., Бендюг Д. М., Білоцький О. В., Шагов Д. О.</i>	284
ПЛЮЩЕНЕ ЗЕРНО - ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА <i>Хмельовський В. С.</i>	287

УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У ТВАРИННИЦТВІ: ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГОДІВЛІ <i>Потапова С. Є.</i>	288
ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА НАПУВАННЯ КОНЕЙ НА ФЕРМІ <i>Заболотько О. О., Бурлака Н. В.</i>	291
ВИКОНАННЯ РОБІТ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ <i>Єременко О. І., Разманов С. В.</i>	293
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОГЕНЕРАТОРІВ <i>ЄРЕМЕНКО О. І., МАНЗУРЕНКО А. С.</i>	296
ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАТОЧУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ <i>Ребенко В. І.</i>	299
Секція 5 «Конструювання машин і обладнання»	
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ШНЕКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ <i>Онищенко В. Б., Місан Ю. І., Адамчук О. В.</i>	302
ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОТЕПЛОМЕХАНІЧНОЇ СИСТЕМИ <i>Сподоба М. О., Сподоба О. О.</i>	304
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗПОДІЛЬНО-ДОЗУЮЧИЙ ПРИСТРІЙ МАШИН ДЛЯ ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ <i>Ратушний В. В., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Гаращук Н. А.</i>	306
ПОЛІПШЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА НАПІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА <i>Зеленський О. П.</i>	308
АНАЛІЗ ПАТЕНТНИХ ДОКУМЕНТІВ У ГАЛУЗІ РОЗРОБКИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ ВАНТАЖІВ <i>Ромасевич Ю. О., Ловейкін В. С., Зарівний О. Ю.</i>	311

ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОПТИМАЛЬНИХ ЗА ШВИДКОДІЄЮ КЕРУВАНЬ МЕХАНІЗМОМ ПОВОРОТУ БАШТОВОГО КРАНА <i>Ромасевич Ю. О., Ловейкін В. С., Губар Я. С.</i>	314
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОГАЗОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Сподоба М. О., Сподоба О. О.</i>	315
РОЗРОБКА СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ ОПТИМАЛЬНОГО КЕРУВАННЯ СТРІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ <i>Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Кульпін Р. А.</i>	317
ПЛУЖНИЙ ЛЕМІШ З ПЕРЕРИВИСТИМ ЛЕЗОМ <i>Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Полунін М. В.</i>	318
СИНТЕЗ ДИНАМІЧНОЇ МОДЕЛІ МАНІПУЛЯТОРА З ВРАХУВАННЯМ ПРУЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ МЕХАНІЗМІВ <i>Сподоба О. О., Сподоба М. О.</i>	321
ПРОЄКТУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБОТІВ ТА МАНІПУЛЯТОРІВ <i>Сподоба О. О., Сподоба М. О.</i>	323
РОЛЬ РОБОТИЗОВАНИХ КРАНІВ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ БУДІВЕЛЬНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ПРОЦЕСІВ <i>Ромасевич Ю. О., Великоіваненко Д. І.</i>	324
АНАЛІЗ РЕЖИМУ ПУСКУ МЕХАНІЗМУ ПІДЙОМУ ПІДВІСНОГО НАСТІННОГО КРАНА <i>Ловейкін В. С., Ляшко А. П., Михайлишин</i>	326
РОЗКИДАЧІ ДОБРІВ: КЛАСИФІКАЦІЯ, КОНСТРУКЦІЇ ТА ЗАСТОСУВАННЯ <i>Ніколенко О. О., Воліна Т. М.</i>	327
АНАЛІТИЧНИЙ ОПИС РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ЗОВНІШНІЙ ПОВЕРХНІ РУХОМОГО ЦИЛІНДРА <i>Воліна Т. М.</i>	331

ДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГВИНТОВОГО КОНВЕЄРА АПАРАТУ ДЛЯ ФАСУВАННЯ МАСЛА <i>Ловейкін В. С., Ляшко А. П., Киця В. О.</i>	336
КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ ВДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ ДЛЯ КАЛІБРУВАННЯ КАБАЧКІВ І ОГІРКІВ З РОЗПОДІЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ <i>Горбенко О. А., Храмов М. С.</i>	337
МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПІЛЬНОГО РУХУ МЕХАНІЗМІВ ПІДЙОМУ ТА ПЕРЕМІЩЕННЯ ВІЗКА КОЗЛОВОГО КРАНУ <i>Ловейкін В. С., Ю. О. Ромасевич, Ляшко А. П., Лишень С. С.</i>	341
Секція 6 «Новітні матеріали і технології в сільськогосподарському машинобудуванні»	
ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ПРИ РІЗАННІ МАТЕРІАЛІВ <i>Лисенко С. В., Мартиненко О. Д.</i>	344
СПЕЦІАЛЬНИЙ ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ВИСОКОТОЧНОЇ ОБРОБКИ ГІЛЬЗ БЛОКІВ ЦИЛІНДРІВ <i>Білецький В. Р., Іваніцький О. Й.</i>	346
ПІДВИЩЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВНУТРІШНЬОЇ ПОВЕРХНІ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНА КАМАЗ. <i>Мартиненко О. Д., Автухов А. К., Лисенко С. В., Бурзак Д. Є.</i>	348
ОПТИМІЗАЦІЯ ВПЛИВУ МОДИФІКУВАННЯ І ЛЕГУВАННЯ НА СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ ЧАВУНІВ <i>Жакун С. П.</i>	351
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГАРТОВАНOSTІ ЛИВАРНИХ СТАЛЕЙ <i>Афтанділянц Є. Г.</i>	353
РОЗРОБКА СПОСОБУ ЗМІЦНЕННЯ ПЛУЖНИХ ЛЕМЕШІВ НАПЛАВЛЕННЯМ ВАЛИКІВ <i>Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Діордійчук В. В.</i>	355

ЛЕГОВАНІ БОРОМ СТАЛІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН <i>Похиленко Г. М.</i>	358
СУЧАСНІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ <i>Похиленко Г. М.</i>	359
ОКРЕМІ ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАЕВТЕКТОЇДНОЇ СТАЛІ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ФОРМУВАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ <i>Автухов А. К., Ковалевський Є. В., Бондар О. І.</i>	360
ОТРИМАННЯ ТА АТЕСТАЦІЯ НАНОЧАСТИНОК БІОГЕННИХ МЕТАЛІВ <i>Лопатько К. Г., Винарчук К. В.</i>	361
ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОГNETРИВКИХ СУСПЕНЗІЙ НА ОСНОВІ РІЗНИХ ВИДІВ ЗВ'ЯЗУВАЛЬНИХ КОМПОНЕНТІВ <i>Квасницька К. Г.</i>	362
Секція 7 «Надійність будівель, споруд і технічних систем у будівництві»	
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ В БУДІВНИЦТВІ <i>Бакулін Є. А., Момотюк Д. С.</i>	366
TECHNOLOGY OF WARM INSTALLATION OF WINDOWS <i>Bakulina V., Ihnatenko I.</i>	368
ПІДСИЛЕННЯ ТА ЗАМІНА ПЕРЕКРИТТІВ <i>Бакулін Є. А., Жаданюк Н. О.</i>	370
СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МАТЕРІАЛИ У ПОКРІВЕЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ: ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ КОНСТРУКЦІЙ <i>Бакулін Є. А., Гонта В. О.</i>	375
ВИКОРИСТАННЯ ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ «REVIT» <i>Бакуліна В. М., Карпушин О. О.</i>	378

ІННОВАЦІЙНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ <i>Бакуліна В. М., Малишко П. О.</i>	381
ЕФЕКТИВНІ БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ <i>Бакуліна В. М., Дуганов А. О.</i>	383
ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В СИСТЕМАХ ОПАЛЕННЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ У ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЛЯХ <i>Бакулін Є. А., Гонта О. Б.</i>	386
БУДІВЕЛЬНА БЕЗПЕКА: ЗАХОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЯМ НА БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТАХ <i>Бакулін Є. А., Лазарева О. В.</i>	388
НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІБРАЦІЇ ҐРУНТУ НА РІЗНИХ ВІДСТАНЯХ ВІД ЗАЛІЗНИЧНИХ КОЛІЙ <i>Мар'єнков М. Г., Фрідліб Є. В.</i>	391
АЕРОДИНАМІЧНА СТІЙКІСТЬ ВИСОТНИХ ГНУЧКИХ СПОРУД <i>Костира Н. О.</i>	394
АНАЛІЗ НАПРУЖЕНО – ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ КАРКАСУ ЗА УМОВАМИ ЗМІНИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПЕРЕПЛАНУВАННЯ ПОВЕРХІВ БУДІВЛІ <i>Бакулін Є. А., Байбара І. І.</i>	397
НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ САМООЧИСНОГО БЕТОНУ <i>Бакулін Є. А., Ключев В. В.</i>	399
ВПЛИВ РОЗВИТКУ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГОДУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ НА ПРОЄКТУВАННЯ КОРІВНИКІВ <i>Бакуліна В. М., Кириченко М. В.</i>	402
РЕКОНСТРУКЦІЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ТИПОВИХ СЕРІЙ В ЄВРОПІ <i>Бакуліна В. М., Власюк Я. О.</i>	405
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ БУДІВЕЛЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕЛІОСИСТЕМ ІЗ КОНЦЕНТРАТОРАМИ СОНЯЧНИХ ПРОМЕНІВ <i>Мартинов В. Л., Поляк Ю. Ю., Мартинюк О. Л., Акуленко В. В.</i>	408

ВПРОВАДЖЕННЯ 3D-ПРИНТЕРНОЇ СИСТЕМИ В БУДІВНИЦТВІ: НОВІ МОЖЛИВОСТІ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА СТАЛІЙ РОЗВИТОК	411
<i>Бакуліна В. М., Андрієвська М. А.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗЕЛЕНИХ БУДИНКІВ У РІЗНИХ АРХІТЕКТУРНО-КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНАХ УКРАЇНИ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТИПІВ ВІКОН	412
<i>Мартинов В. Л., Стаднійчук Д. М., Банний Т. А., Акуленко В. В.</i>	
ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ	415
<i>Бакуліна В. М., Махов А. Л.</i>	
ПІДГОТОВКА ІНЖЕНЕРІВ-БУДІВЕЛЬНИКІВ У 3D МОДЕЛЮВАННІ БУДІВЕЛЬ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД	419
<i>Усенко М. В.</i>	
СПОСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ ДОДАТКОВОЇ АРМАТУРИ У ПОСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЯХ	423
<i>Мельничук І. М., Яковенко І. А.</i>	
РОЗВИТОК SELF ТА SOFT SKILLS У МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	426
<i>Яковенко І. А., Лященко О. В.</i>	
Секція 8 «Оцінювання довговічності та моніторинг стану технічних систем»	
ТЕХНОЛОГІЯ e-POWER	432
<i>Костюк С. Ю.</i>	
КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГІДРОРОЗПОДІЛЬНИКІВ	435
<i>Новицький А. В., Соснов В. С., Федірко М. М., Воцян В. Г.</i>	
ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН	437
<i>Харьковський І. С., Новицький А. В., Дяченко О. Б.</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РУХОМИХ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН	439
<i>Куликівський В. Л., Боровський В. М.</i>	

ПРОГНОЗУВАННЯ РЕСУРСУ ЗРАЗКІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ ЗА ПАРАМЕТРАМИ НАКОПИЧЕНОГО ЗА БАГАТОЦИКЛОВОЇ ВТОМИ ДЕФОРМАЦІЙНОГО РЕЛЬЄФУ <i>Войналович О. В., Писаренко Г. Г., Майло А. М., Писаренко С. Г.</i>	442
ОЦІНКА ДОСКОНАЛОСТІ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ ДВИГУНА <i>Калінін Є. І.</i>	445
ВПЛИВ ЙМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МІКРОПРОФІЛЮ ДОРІГ НА ДИНАМІКУ ТА ПАЛИВНУ ЕКОНОМІКУ АВТОМОБІЛЯ <i>Калінін Є. І.</i>	446
ОЦІНКА КОМФОРТУ СИДІНЬ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН <i>Калінін Є. І., Колеснік Ю. І.</i>	447
ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА НЕРІВНОМІРНІСТЬ КРУТНОГО МОМЕНТУ В ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ <i>Калінін Є. І.</i>	448
КРИТЕРІЇ ВІБРОЗАХИСТУ ВОДІЯ ТРАНСПОРТНИХ МАШИН <i>Калінін Є. І.</i>	449
ENSURING THE OPERABILITY OF THE MOBILE OPERATOR'S NETWORK DURING UNSTABLE POWER SUPPLY <i>V. Pravylo, M. Revenko</i>	450
REINFORCEMENT OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES BY SURFACING <i>A. Kuts, Y. Revenko</i>	451
Секція 9 «Надійність транспортних систем АПК»	
КОНЦЕПТУАЛЬНА ОСНОВА ГЛОБАЛЬНОГО ПЛАНУ ЗДІЙСНЕННЯ ДРУГОГО ДЕСЯТИЛІТТЯ ДІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ <i>Заярний С. О., Колосок І. О.</i>	454
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ <i>Володкевич А. В., Колосок І. О.</i>	455

ДІЇ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ГЛОБАЛЬНОГО ПЛАНУ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ <i>Кондратюк Р. О., Колосок І. О.</i>	457
БЕЗПЕЧНА ДОРОЖНЯ ІНФРАСТРУКТУРА ТА ДТП <i>Кривенко О. О., Колосок І. О.</i>	459
РОЛЬ НАУКОВО-ОСВІТНІХ ЗАКЛАДІВ, ГРОМАДЯНСЬКОГО СУСПІЛЬСТВА ТА МОЛОДІ У ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ <i>Река Д. С., Колосок І. О.</i>	461
ПОКАЗНИКИ НАДІЙНІСТЬ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ <i>Загурський О. М.</i>	462
ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ <i>Панченко О. М., Загурський О. М.</i>	465
CALCULATION OF THE RELEASE OF BUSES ON THE ROUTE USING THE DECISION TREE METHOD <i>Razmanov S. V. , Zagurskiy O. M.</i>	467
ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ЛОГІСТИЧНІ ПРОЦЕСИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Манзуренко А. С., Загурський О. М.</i>	470
ЛОГІСТИЧНИЙ АУТСОРСИНГ НА УКРАЇНСЬКОМУ РИНКУ <i>Гриньків А. В., Аулін В. В., Ляшук О. Л., Цьонь О. П.</i>	472
ЕФЕКТИВНІСТЬ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ <i>Клочко Д., Дьомін О. А.</i>	475
АВТОМОБІЛЬНИЙ РИНОК ЄВРОПИ ТА УКРАЇНИ <i>Бащук Л. В.</i>	476
КОНКУРЕНЦІЯ СЕРЕД ВІТЧИЗНЯНИХ АВТОПІДПРИЄМСТВ НА ПРИКЛАДІ ТОВ «КОМПАНІЇ БВК – СОФТ» <i>Білошицький А., Дьомін О. А.</i>	478
МЕТОДИЧНІСТЬ ЗНАЧЕНЬ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ПІДКОНТРОЛЬНИХ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Ничай І. М.</i>	480

SMART СИСТЕМ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ
ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ МІСЦЕВИЗНАЧЕНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ

Гнатюк О. Ф.

482

ІНФОРМАЦІЙНЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ

XI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

з нагоди 117-ї річниці від дня народження

доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента ВАСГНІЛ,
віцепрезидента УАСГН

КРАМАРОВА Володимира Савовича

(1906-1987)

(22-23 лютого 2024 року)

*Відповідальна за випуск: В. І. Мельник, доцент кафедри надійності техніки
НУБіП України.*

Дизайн і верстка: Ю. І. Ревенко.

*Адреса редакційної колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 16,
НУБіП України, навч. корп. 5, кімн. 17.*

**Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст представлених
матеріалів, поданих в авторській редакції**

Підписано до друку 7.03.2024. Формат 60x84 1/16
Папір Maestro Print. Гарнітура Times New Roman.
Друк. арк.. 18,1. Ум.-друк.арк. 27,2. Наклад 100 прим.
Зам. №
Редакційно-видавничий відділ НУБіП України
03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. Т. 527-80-49, к 117

© НУБіП України, 2024