

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І
ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН, ПРОЦЕСІВ І
СИСТЕМ.
IMPROVING THE RELIABILITY AND
EFFICIENCY OF MACHINES, PROCESSES
AND SYSTEMS**



**April 17-19, 2024
с. Кропивницький**

Центральноукраїнський національний технічний університет
Міністерство освіти і науки України
Кафедра експлуатації та ремонту машин



**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І
ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН,
ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ**

VI Міжнародна науково-практична конференція

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

17-19 квітня 2024 року

м. Кропивницький

Central Ukrainian National Technical University
Ministry of Education and Science of Ukraine
Department of operation and repair of machines



IMPROVING THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF MACHINES, PROCESSES AND SYSTEMS

VI International scientific and practical conference

CONFERENCE MATERIALS

April 17-19, 2024

с. Кропивницький

ББК 34.41:39.3

УДК 62-192:656.02

Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 17-19 квітня 2024 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2024. – 155 с.

В збірнику представлені матеріали доповідей наукових та науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та студентів, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, працівників підприємств та державних установ, в яких розглядаються завершені етапи наукових розробок.

Друкується згідно листа Міністерства освіти і науки України, Державної наукової установи "Інститут модернізації змісту освіти" "Перелік проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі Міністерства освіти і науки України на 2024 рік" (https://drive.google.com/file/d/1mjut2ypFamcFhdvue7_3ALGlsyZS1vy1/view?usp=sharing) та наказу ректора Центральноукраїнського національного технічного університету 2024р (<https://kntu.kr.ua/file/content/7313/naukovi-ta-naukovo-tekhnichni-zakhody-2024-roku.pdf>).

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems":

Голова – *В. Кропивний*, канд. техн. наук, проф., ректор Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Заступник голови – *В. Аулін*, д-р техн. наук, проф. кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький;

Секретар – *С. Лисенко*, канд. техн. наук, доц. кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький.

Члени оргкомітету:

А. Бабій, д-р техн. наук, професор, зав. кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету;

В. Біліченко, д-р техн. наук, проф., ректор Вінницького національного технічного університету;

К. Борак, д-р. техн. наук, доц., проф. кафедри машиновикористання, мобільної енергетики та сервісу технічних систем Поліського національного університету;

В. Войтов, д-р техн. наук, проф. завідувач кафедри транспортних технологій і логістики Державного біотехнологічного університету;

С. Герук, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри агроінженерії Житомирського агротехнічного коледжу;

П. Горбачов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри транспортних систем та логістики Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

О. Граковскі, PhD, професор, Інститут транспорту і зв'язку (Латвія);

О. Деркач, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри експлуатації машинно-тракторного парку Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

О. Диха, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства Хмельницького національного університету;

І. Кабашкін, PhD, професор, Інститут транспорту і зв'язку (Латвія);

В. Квасніков, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем і технологій Національного авіаційного університету;

Б. Кіндратський, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри експлуатації та ремонту автомобільної техніки Національного університету «Львівська політехніка»;

С. Криштопа, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобільного транспорту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу;

С. Лещенко, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ;

С. Лузан, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри зварювання Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут»;

О. Ляшук, д-р техн. наук, проф., перший проректор Тернопільського національного технічного університету;

С. Магопечь, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри експлуатації та ремонту машин ЦНТУ;

М. Марчук, канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та автомобільного господарства Національного університету водного господарства та природокористування;

Ю. Монастирський, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри автомобільного транспорту Криворізького національного університету;

І. Мурований, канд. техн. наук, доцент, декан факультету транспорту та механічної інженерії Луцького національного технічного університету;

А. Невчас, PhD, професор, Люблінський технологічний університет (Польща);

В. Никончук, д-р економ. наук, проф., зав. кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування;

А. Новицький, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри надійності техніки Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Р. Пальшатіс, PhD, професор, Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса (Литва);

М. Підгурський, д-р техн. наук, проф., проф. кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені І. Пулюя;

О. Полянський, д-р техн. наук, професор, проф. кафедри технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету;

Л. Резнік, фахівець I категорії МОВ ЦНТУ;

І. Роговський, д-р техн. наук, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М. П. Момотенка Національного університету біоресурсів і природокористування України;

Ю. Ройко, канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри транспортних технологій, Національного університету «Львівська політехніка»;

В. Савуляк, д-р техн. наук, проф., проф. кафедри галузеве машинобудування Вінницького національного технічного університету;

В. Сахно, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів Національного транспортного університету;

О. Смірнов, керівник методично-організаційного відділу (далі – МОВ) ЦНТУ;

Л. Тарандушка, д-р техн. наук, доц., завідувачка кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації Черкаського державного технологічного

університету;

А. Тихий, канд. техн. наук, доц., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків ЦНТУ;

Є. Форнальчик, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій Національного університету «Львівська політехніка»;

Р. Хабутдінов, д-р техн. наук, проф., зав. кафедри транспортних технологій Національного транспортного університету;

С. Цимбал, канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету;

О. Цьонь, канд. техн. наук, доц., зав. кафедри автомобілів Тернопільського національного технічного університету;

В. Яцун, канд. техн. наук, доц., декан факультету будівництва, транспорту та енергетики ЦНТУ.

Секції конференції:

Секція 1. Фізичні та математичні основи надійності і ефективності машин і обладнання.

Секція 2. Трибологія вузлів деталей, систем і агрегатів, робочих органів машин і обладнання.

Секція 3. Підвищення зносостійкості та трибологічної ефективності деталей та вузлів сільськогосподарської та транспортної техніки.

Секція 4. Технологічні методи підвищення надійності і ефективності деталей машин і обладнання.

Секція 5. Підвищення надійності і ефективності вузлів деталей, систем і агрегатів машин та робочих органів методами інноваційного інжинірингу.

Секція 6. Експлуатаційна надійність та ефективність використання сільськогосподарської та транспортної техніки.

Секція 7. Підвищення надійності та ефективності транспортних систем та транспортних засобів із забезпеченням належного рівня якості пасажирських та вантажних перевезень.

Секція 8. Логістика виробничих та транспортних підприємств, фірм, компаній.

Секція 9. Економіка та управління виробничими та транспортними підприємствами, фірмами, компаніями.

Секція 10. Системи та стратегії технічного сервісу сільськогосподарської та транспортної техніки.

Секція 11. Підвищення надійності та ефективності функціонування систем, вузлів, агрегатів, машин інтелектуалізацією їх елементів.

Секція 12. Інформаційні технології в розв'язанні проблем і завдань надійності і ефективності машин, процесів і систем.

УДК: 631.317

ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВАЛА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

А.В. Бабій¹, проф., д-р техн. наук,
І.В. Вовк¹, асп.,
В.А. Бабій², здоб.,

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна,

²Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Комбіновані агрегати вже давно довели свою ефективність при реалізації різних технологій виробництва продукції рослинництва. Такі агрегати мають ряд переваг, що позначаються як на агрономічному так і на економічному ефектах.

Аналогічним чином можна стверджувати, що конструювання сільськогосподарської машини, яка може бути адаптована до різних операцій за допомогою незначного переобладнання, виявляється особливо доцільним у багатьох аспектах. Такий підхід збільшує універсальність обладнання та оптимізує використання доступних ресурсів. Замість того, щоб інвестувати в кілька спеціалізованих машин, фермер може придбати один агрегат, який здатний виконувати різні функції, залежно від потреби [1]. Це зменшує витрати на покупку та утримання техніки, зводить до мінімуму потребу у площах для зберігання тощо.

Взявши за основу таку концепцію, пропонується розробка багатофункціональної ротаційної машини, яка призначається для поверхневого фрезерного обробітку ґрунту та після зміни або дообладнання робочих органів – в ролі мульчувача рослинних решток. Такий варіант можливий, якщо її конструкція дозволить змінювати частоту обертання ротора. Тут необхідно забезпечити мінімум два робочих режими: тихохідний (приблизно 265 об/хв) для роботи як фрезерної машини; швидкохідний (1700-2100 об/хв) – режим мульчувача. Зрозумілим є те, що найвідповідальнішим та найбільш навантаженим робочим органом є вал ротора, для якого обґрунтуємо попередні конструктивні параметри з можливістю рекомендації використання визначеного профілю для виготовлення цього робочого органу.

Проведений розрахунок напряму залежатиме від вибраних вихідних даних, що будуть визначати його результати.

Для тихохідного режиму роботи вал ротора можна розглядати як балку на двох опорах, на яку діють згинальні сили та крутний момент, що приводить в дію робочий орган.



Рисунок 1 – Ґрунтофреза
Vomet 1,8

Щоб зорієнтуватися в деяких параметрах машини, за основу візьмемо ґрунтофрезу Vomet 1,8 [2], рис. 1. Основні характеристики, які виберемо як вихідні дані: ширина захвату – 1800 мм; частота обертання ротора – 265 об/хв; маса машини – 365 кг; агрегування з тракторами від 40 кВт.

Для моделювання навантаження на вал ротора розглянемо найбільш критичні випадки: максимальне вертикальне навантаження 3650 Н (машина наїжджає на перешкоду і всю її масу сприймає середина вала); максимальний крутний момент на валу 805 Н·м (вибрано з розрахунку дії ваги машини як колової сили помноженої на радіус фрезерного барабана).

Вибраний момент відповідає приблизній споживаній

потужності для приводу фрези 22,3 кВт, що добре королує із рекомендаціями щодо вибору енергетичного засобу. Для виготовлення вала ротора, після попередніх розрахунків,

рекомендовано взяти сталю безшовну трубу зовнішнім діаметром 90 мм, товщиною стінки 6 мм, виготовлену із сталі 10.

Розрахунок проведемо в автоматизованому режимі з використання розрахункового модуля SolidWorks Simulation, рис. 2.

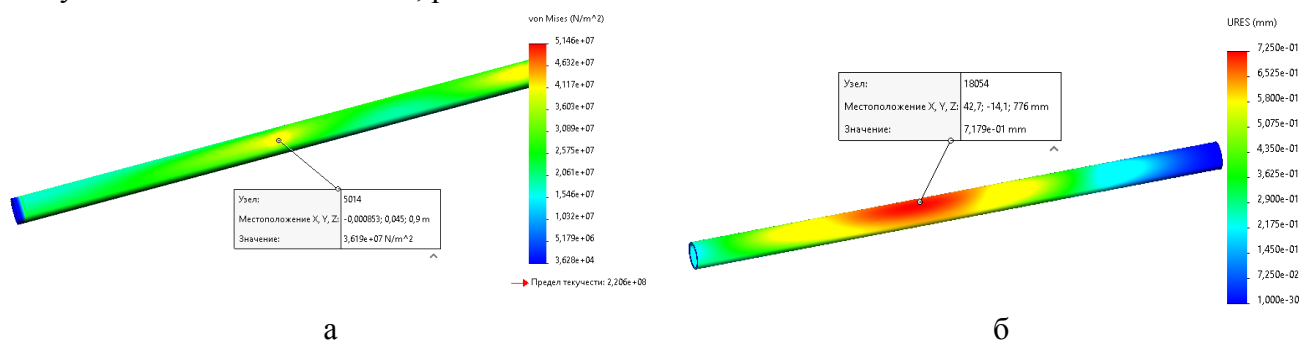


Рисунок 2 – Напружений стан (а) та переміщення (б) вала ротора

Отримані значення свідчать про достатню міцність (максимальні нормальні напруження складають до 51,4 МПа) та жорсткість (максимальний прогин 0,7 мм) вибраного профілю, мінімальний коефіцієнт запасу міцності складає 4,3. Рекомендований діаметр труби 90 мм та її товщина стінки 6 мм повністю задовольняють умови для роботи валом фрезерного барабана.

При використанні машини в якості мульчувача більш суттєвим критерієм є здатність такого вала обертатися при високих частотах. Як зазначено вище значення частот мають бути в межах 1700-2100 об/хв. Таким чином, варто перевірити можливість забезпечити валом з такого профілю його критичну швидкість обертання.

Для виконання такого розрахунку скористаємося загальновідомими методиками [3, 4].

$$\omega_{кр} = \sqrt{g / y_{cm}}, \quad (1)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

y_{cm} – статичний прогин вала під дією власної ваги, м.

Для визначення статичного прогину вала так само скористаємося розрахунковим модулем SolidWorks Simulation, навантаженням буде тільки власна вага вала. За таких умов статичний прогин становитиме $y_{cm} = 0,042 \text{ мм}$, це відповідає кутовій швидкості $\omega_{кр} = 483,3 \text{ с}^{-1}$ або частоті обертання $n_{кр} = 4615 \text{ об/хв}$.

Висновок. За виконаними розрахунками встановлено, що пропонувані профіль труби із зовнішнім діаметром 90 мм та товщиною стінки 6 мм підходить для передачі крутного моменту та сприйняття вертикальних навантажень при роботі машин як фрезерного культиватора, а також в режимі мульчувача – при потрібних частотах 1700-2100 об/хв даний вал може розвивати частоту до 4615 об/хв.

Список використаних джерел

1. Вовк І. В., Бабій А.В. Обґрунтування доцільності у проектуванні багатофункціонального ротаційного робочого органу. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*, 6-7 грудня 2023 року. Терн.: ФОП Паляниця В. А., 2023. С. 96–97.
2. Активна ґрунтофреза Бомет 1,8. URL : <https://agrokram.com/ua/pochvofrezy-tractor-bomet-1-8>.
3. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: підручник. К.: Вища шк., 1993. 556 с.
4. Довбуш Т.А., Хомик Н.І., Бабій А.В., Цьонь Г.Б, Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчальний посібник до виконання розрахунково-графічних робіт і самостійної роботи. Терн.: ФОП Паляниця В.А., 2022. 220 с.

УДК: 658.7

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СКЛАДІВ

М.В. Бабій¹, доц., канд. техн. наук,

Є.І. Фарина¹, здоб.,

В.А. Бабій², здоб.,

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна,

²Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

Організація та технологія роботи складів відіграє вирішальну роль у сучасних логістичних системах, забезпечуючи ефективне зберігання, управління та розподіл товарів. Склади не лише зберігають продукцію, але й оптимізують логістичні потоки, відповідаючи за своєчасне та якісне постачання продукції до кінцевих споживачів.

Склади класифікуються за різними критеріями: за призначенням (постачальні, виробничі, збутові), за типом зберігання товарів (універсальні, спеціалізовані) та за типом будівлі (закриті, напівзакриті, відкриті). Кожен тип складу має свої особливості та призначення – від інтенсивності використання механізації до специфічних умов зберігання.

Оснoву технологічного процесу на складі становить приймання, зберігання, комплектація та відвантаження товарів. Ці процеси вимагають високої точності та ефективності, забезпечуючи мінімізацію витрат часу та ресурсів. Важливу роль відіграє автоматизація, яка дозволяє підвищити швидкість виконання операцій та зменшити помилки, що виникають через людський фактор.

Інтеграція сучасних інформаційних систем та автоматизованих складських рішень, таких як системи управління складом (WMS) та автоматизовані системи зберігання і видачі (AS/RS), значно змінює підходи до організації складського простору і процесів. Це сприяє оптимальному плануванню використання простору, підвищенню точності виконання замовлень та зменшенню часу обробки товарів.

Сучасні склади перетворюються на високотехнологічні логістичні центри, які забезпечують не лише зберігання, а й додану вартість до товарів через такі процеси як сортування, пакування та підготовка до відправлення. Завдяки впровадженню принципів бережливого виробництва і JIT (just-in-time), склади допомагають мінімізувати запаси на всіх етапах логістичного ланцюга, забезпечуючи оптимізацію витрат і підвищення ефективності роботи.

З огляду на зростаючу увагу до екологічності виробничих і логістичних процесів, сучасні склади також адаптуються до екологічних стандартів. Впровадження зелених технологій, таких як енергоефективне освітлення, сонячні панелі та системи переробки відходів, допомагає знизити вплив складських операцій на довкілля.

Одним з головних викликів для складської індустрії є адаптація до швидкозмінних умов ринку та технологічних інновацій. Розвиток штучного інтелекту та робототехніки відкриває нові можливості для автоматизації складських операцій і підвищення їхньої точності та ефективності. Водночас, збільшення кількості онлайн-закупівель вимагає від логістичних систем більшої гнучкості та швидкості обробки замовлень.

Висновок. Технологічний розвиток та інновації у сфері складського господарства відіграють ключову роль у підтримці ефективності логістичних ланцюгів. Забезпечення синергії між автоматизацією, екологічністю та оперативністю вимагає не тільки впровадження новітніх технологій, а й постійного оновлення знань та навичок персоналу. Сучасний склад перестає бути просто місцем зберігання товарів, перетворюючись на ключовий елемент, що мінімально додає вартість до продуктів і оптимізує логістичні процеси на кожному етапі ланцюга постачання.

УДК: 631.332.7

ПЕРЕДУМОВИ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ

Б.О. Блашак, асп.,

В.О. Гамрач, асп.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м.Тернопіль, Україна

При проектуванні картоплесаджалки важливо врахувати ряд передумов, які впливають на конструктивні та кінематичні параметри агрегату. Основою для вибору параметрів є тип ґрунту, в якому буде використовуватися машина. Від цього залежать вимоги до глибини посадки та інтенсивності обробки ґрунту. Також важливим є кліматичний регіон, який визначає оптимальні строки посадки та особливості вегетаційного періоду.

Ефективність роботи картоплесаджалки залежить від її здатності бути функціональною при різних умовах роботи. Тому важливо закласти механізми регулювання глибини посадки та швидкості руху посадкового апарату, що дозволяє оптимізувати процес залежно від стану ґрунту та розміру посадкового матеріалу. Кінематичні параметри такі як швидкість руху і частота обертання робочих органів повинні бути налаштовані так, щоб забезпечити рівномірне розміщення бульб на заданій глибині без їх пошкодження.

Крок посадки картоплі важливий для забезпечення оптимального зростання та розвитку рослин. Відповідно до агротехнічних вимог, цей показник може варіюватися залежно від сорту картоплі, типу ґрунту і кліматичних умов регіону. Зазвичай крок посадки змінюється в межах 20-30 см між бульбами у ряду – це один із вихідних параметрів, що має забезпечити картоплепосадочний апарат та його привод.

Щільність посадки також залежить від цілей вирощування. Для отримання ранньої картоплі, яка збирається у невеликому обсязі, бульби саджають частіше. Якщо ж мета – вирощування картоплі більших обсягів для зберігання, рекомендується застосувати більший проміжок між бульбами.

Другий параметр – міжрядна відстань, яка зазвичай складає близько 60-75 см, що забезпечує достатній доступ світла, води та поживних речовин для кожної рослини, а також спрощує догляд за насадженнями, наприклад міжрядний обробіток ґрунту. Також це дозволяє використовувати сільськогосподарську техніку для обробки міжрядь без травмування рослин.

Наступний параметр – глибина посадки картоплі. Варіюється в залежності від ряду факторів, зокрема від типу ґрунту, розміру бульб і кліматичних умов. Загалом, стандартна глибина посадки бульб картоплі становить від 5 до 10 см на легких піщаних ґрунтах і може досягати 8-12 см на важких, глинистих ґрунтах.

При посадці в легкий піщаний ґрунт рекомендується не заглиблювати бульби дуже глибоко, оскільки це може ускладнити проростання. Глибина від 5 до 8 см є оптимальною.

У важких ґрунтах бульби можна садити трохи глибше, оскільки вода у таких ґрунтах затримується довше і бульбам потрібний більший захист від перезволоження. Глибина від 8 до 12 см є більш прийнятною.

У регіонах з високою ймовірністю заморозків весною бульби картоплі часто садять глибше, щоб захистити їх від холоду. У жарких регіонах глибше посаджені бульби можуть краще зберігати вологу.

Глибина посадки також залежить від розміру бульб: великі бульби зазвичай висаджують трохи глибше, ніж малі. Важливо забезпечити, щоб ґрунт над бульбами був достатньо розпушеним для легшого проростання.

Правильний вибір глибини посадки допомагає забезпечити добру врожайність та захист від негативних погодних умов, а також сприяє здоровому розвитку рослин.

Картоплесаджалки, що мають можливість одночасного внесення мінеральних добрив під час посадки картоплі, становлять значний інтерес у технології вирощування. Ця функція важлива, оскільки дозволяє оптимізувати процес вирощування картоплі, забезпечуючи кращий доступ рослин до поживних речовин у вирішальні моменти їх росту.

Сучасні картоплесаджалки оснащені спеціальними бункерами для добрив, які дозують і вносять їх безпосередньо біля бульб або у посадковий рядок. Це дозволяє добривам бути точно розміщеними, де вони найбільш доступні для кореневої системи рослин.

Внесення добрив під час посадки допомагає зменшити загальну кількість потрібних підживлень, економлячи час і засоби. Такий підхід також сприяє більш раціональному використанню добрив, оскільки зменшується їхнє вимивання і втрати в навколишнє середовище. Крім того, внесення добрив в оптимальний час забезпечує кращий старт росту рослин, що може позитивно вплинути на загальну врожайність.

При проєктуванні картоплесаджалок з внесенням добрив, важливо врахувати точність дозування та розміщення гранул. Це вимагає застосування точних механізмів та їх регулювань, а також систем керування, які дозволяють адаптувати внесення добрив до змінних умов ґрунту та погоди.

Для ефективного внесення добрив потрібно правильно налаштувати глибину внесення. Різні види мінеральних добрив вимагають різних умов внесення. Наприклад, деякі добрива краще вносити у глибші шари ґрунту, в той час як інші можуть бути ефективнішими, коли вносяться ближче до поверхні. Конструкція картоплесаджалки повинна передбачати можливість зміни глибини внесення добрив, щоб максимально адаптуватися до конкретного типу добрива і вимог рослин.

Таким чином, забезпечення внесення добрив при посадці картоплі дозволяє не тільки покращити ефективність вирощування, але й сприяє сталому землеробству через більш цілеспрямоване і економічне використання ресурсів. Ця стратегія забезпечує рівномірне і своєчасне надходження поживних речовин, що важливо для розвитку здорових і продуктивних рослин.

Загалом, конструкція картоплесаджалки має забезпечувати надійність у роботі та простоту в обслуговуванні. Важливо врахувати можливість легкого доступу до основних вузлів для їх очищення або ремонту. Матеріали, з яких виготовляються деталі, мають бути стійкими до корозії та механічних пошкоджень.

Крім того, конструкція картоплесаджалки та кінематичні параметри приводу робочих органів, наприклад системи подачі бульб, повинні бути налаштовані таким чином, щоб мінімізувати ризик пошкодження бульб під час посадки та забезпечувати їх рівномірне розміщення у ґрунті на заданій глибині закладання.

Список використаних джерел

1. Бабій А.В., Головецький І.В., Герасимович П.В. Проблеми та перспективи розвитку картоплярства в Україні. *Збірник тез доповідей X-ої Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“*. Тернопіль, 24-25 листопада 2021 року. ФОП Паляниця В.А. Т.1. С. 25-26.
2. Бабій А.В., Головецький І.В., Гладько Ю.Б. Дослідження кінематичних параметрів вібраційного лемеша картоплекопача з використанням комп'ютерної програми. *Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. "Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин"*, ЦНТУ. 2023. С.227-236.
3. Блащак Б.О., Бабій А.В. Дослідження ефективності роботи картоплепосадочних апаратів. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики»*. Тернопіль 29-30 вересня 2022. С.68-69.
4. Блащак Б.О.; Бабій А.В. Спосіб утворення борозенки та зароблення насіння картоплі при гребневому способі посадки. *Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей XII міжнар. наук.-практ. конф. Молодих учених та студентів*, (Тернопіль, 6-7 грудня 2023) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. С.94-95.
5. Головецький І.В., Бабій А.В. Конструктивні особливості та ефективність роботи мінікартоплекопачів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. Вип. 8(39), ч.ІІ, 2023. С. 134-143.

УДК:621.891

ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КЛАПАНІВ ДВЗ ПЛАЗМОВИМ НАПИЛЕННЯМ

А.А. Вичавка, викл.,
О.В. Диха, проф., д-р техн. наук,
О.С. Ковтун, асп.,
Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна

Розвиток технологічних процесів ремонту на даний момент передбачає різні методи [1-6] підвищення зносостійкості нових і відновлення зношених деталей, що дозволяють компенсувати знос поверхонь тертя, забезпечують зниження коефіцієнта тертя, зменшують гідроабразивний знос, корозію та ін. Клапана двигунів внутрішнього згоряння в процесі експлуатації зношуються, що призводить до зменшення терміну служби та необхідності дорогого ремонту двигуна внутрішнього згоряння. На рис. 1 показані основні експлуатаційні дефекти клапанів: знос робочих фасок і стрижнів, вигин стрижнів, викришування матеріалу від циклічних ударних навантажень та інші.



Рисунок 1 – Дефекти клапанів двигунів внутрішнього згоряння.

Для зміцнення клапанів зазвичай наносять захисний шар покриття різними методами. До найбільш поширених способів відновлення клапанів можна віднести: газополум'яне напилення, електродугову наплавку в середовищі інертного газу електродом, що плавиться, електродугову наплавку в середовищі інертного газу вольфрамовим електродом, плазмову наплавку і напилення.

З існуючих способів застосування плазмового стовба дуги найбільшого поширення набула плазмово-порошкове напилення як найбільш універсальний метод. При плазмово-порошковому напиленні використовують гранульовані металеві порошки, які подаються в плазмотрон транспортуючим газом за допомогою спеціального живильника. Метод порошкового плазмового напилення є найбільш оптимальним за продуктивністю, ціною та якістю. До переваг способу плазмового напилення відносять можливість отримання покриттів з більшості матеріалів, що плавляться без розкладання та обмеження температури плавлення. Продуктивність плазмового напилення досить висока: 5-10 кг/год для плазмотронів з потужністю 30-40 кВт та 60-70 кг/год для плазмотронів потужністю 100-150 кВт. Як плазмоутворюючі гази застосовують аргон, азот високої чистоти, водень, гелій, а також суміші цих та інших газів. В останні десятиліття успішно розвиваються процеси плазмового напилення з використанням як плазмоутворюючого газу суміші повітря з пальним вуглеводневим газом (метаном, пропан-бутаном).

Напилення клапанів проводили на установці плазмового напилення Київ-7 (КП «Електротранс», м. Хмельницький). Плазмотрон (рис.2) використовувався для наплавлення зносостійких, фрикційних та інших спеціальних покриттів, що наносяться на поверхню

клапанів методом наплення порошкових матеріалів. Плазмотрон є конструкцією, що складається з двох ізольованих вузлів, катодного (верхнього) і анодного (нижнього), вмонтованих в рукоятку. Дуговий канал цих плазмотронів утворений катодом з вольфрамовою вставкою, зароблений в обойму формуючим соплом, секціями міжелектродної вставки і мідним анодом.

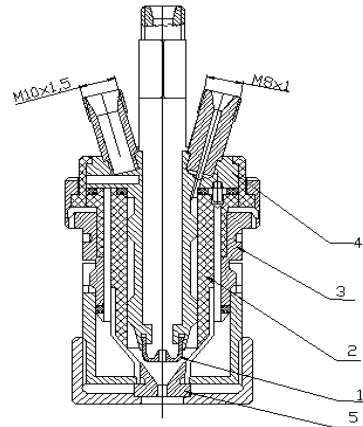


Рисунок 2 – Схема процесу наплення та плазматрон для плазмового наплення клапанів

Наплення проводили з використанням порошку ПН55Т45. Це порошок на нікелевій основі з титаном фракції 50 ... 100 мкм, що застосовується для створення зносостійких, корозійностійких, жароміцних покриттів. Як матеріал також вибираються композиційні порошки на основі заліза (у тому числі і нержавіючі сталі), кобальту, нікелю (у тому числі і самофлюсуючі), що володіють властивостями, що забезпечують корозійну, ударну, теплову стійкість і стійкість до зносу.

Як плазмоутворюючий газ використовувалося повітря. Як захисний газ (завіса анода), транспортуючий і фокусуючий газ використовували суміш повітря і пропан-бутану. Витрата плазмоутворюючого газу становила 2 г/с, захисного – 0,35 г/с, транспортуючого та фокусуючого газів – по 0,8 г/с. Безпосередньо перед напленням проводили піскоструминну обробку поверхні основного металу. Для зняття внутрішніх напружень у покриттях, після наплення виконували відпал при температурі 300 °С протягом 3 годин. Товщина нанесених покриттів складала 300-400 мкм.

Для проведення металографічних досліджень використовували растровий електронний мікроскоп EVO50 XVP (CarlZeiss) з використанням мікроаналізатора. Для визначення фазового складу покриттів використали рентгенівський дифрактометр. Пористість покриттів визначали мікроскопічним методом.

В результаті досліджень встановлено, що сформовані покриття характеризуються складною структурою (рис. 3).

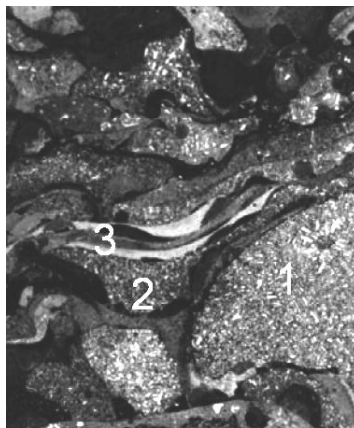


Рисунок 3 – Структура напленого порошкового покриття

У структурі є нерозплавлені та недеформовані частинки (1); нерозплавлені, але пластично деформовані (2) та розплавлені частинки (3). Кількість нерозплавлених частинок у покритті відносно невелика (не більше 10%). Властивості плазмового покриття переважно визначаються частинками типу 3, оскільки саме вони формують при кристалізації твердість до 1000 HV.

Також слід зауважити, що неправильно вибраний режим напилення може сприяти відшарування покриттів. Високі швидкості охолодження розплавлених частинок сприяють формуванню розтягуючих залишкових напружень у покриттях. Коли залишкові напруження перевищують міцність зчеплення, покриття відшаровується.

Зносостійкість покриттів при терті оцінювали за допомогою установки для випробувань на тертя та знос клапанів двигунів внутрішнього згоряння. (рис. 4).

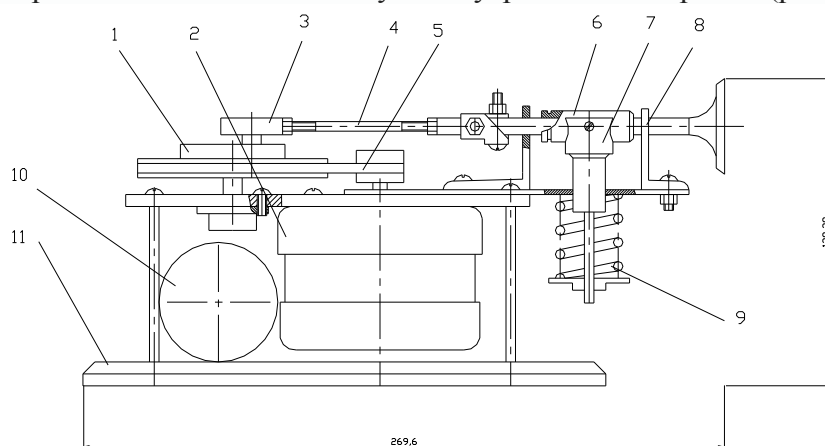


Рисунок 4 – Установка для випробувань на зношування клапанів ДВЗ

Результати порівняльних випробувань покриттів на зносостійкість показали, що триботехнічні властивості покриттів трохи знижуються зі збільшенням сили струму при напиленні, що добре корелює з результатами вимірювання пористості.

Таким чином, технологія плазмового напилення клапанів двигунів внутрішнього згоряння дозволяє сформувати якісні покриття, що мають низьку пористість, високу зносостійкість, твердість і адгезію. Триботехнічні властивості покриттів трохи знижуються зі збільшенням струму дуги в процесі напилення, що добре корелює з результатами вимірювання пористості.

Список використаних джерел

1. Moon, K. M., Lee, K. H., Cho, H. R., Lee, M. H., Kim, Y. H., & Kim, J. G. (2008). An electrochemical study on corrosion property of repair welding part for exhaust valve. *Journal of Ocean Engineering and Technology*, 22(3), 82-88.
2. Bogdanowicz, Z., & Grzelak, K. (2011). Laser rebuilding of engine exhaust valves. *Journal of KONES*, 18, 57-68.
3. Agyemang, S. (2014). Effects of Poor Engine Repairs and Maintenance by Mechanics Operating in Local Garages. *Industrial Engineering Letters*, 4, 74-82.
4. Halderman, J. D., & Mitchell, C. D. (2008). *Automotive Engines*. Pearson India.
5. Rao, X., Sheng, C., Guo, Z., & Yuan, C. (2022). A review of online condition monitoring and maintenance strategy for cylinder liner-piston rings of diesel engines. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 165, 108385.
6. Starr, F. (2014). Design and development of exhaust valves for internal combustion engines from the perspective of modern thinking: Part 2 1930–90. *The International Journal for the History of Engineering & Technology*, 84(1), 1-29.

УДК:621.891

ТЕКСТУРУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ТЕРТЯ ТА ЗМАЩУВАННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ

М.О.Диха, докторант,
В.О.Дитинюк, д.філософ., викл.,
А.Л.Старий, асп.,

Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна

Текстурування поверхні для покращення тертя та зношування було в центрі уваги численних досліджень протягом останніх кількох десятиліть [1-7]. Незважаючи на цей інтерес, розуміння механізмів дії текстурування поверхні за різних умов контакту та змащування залишається предметом постійних дискусій.

Для трибологічних застосувань, де тертя та знос є основним фокусом, зміна традиційної концепції ізотропних поверхонь для надання специфічних характеристик розвивається повільно, оскільки текстури поверхні часто збільшують загальну шорсткість поверхні, отже, збільшуючи тертя та знос.

В процесі розвитку даного напрямку був ряд позитивних застосувань поверхневого текстурування: наприклад, механічні торцеві ущільнення з лазерною текстурою поверхні для збільшення терміну служби елементів машини та зменшення тертя між контактуючими тілами; процеси формування металу тиском із чітко визначеною топографією поверхні для впливу на адгезію та дифузію. Ці програми продемонстрували, що текстурування може бути ефективним у конкретних ситуаціях для підвищення продуктивності або вирішення конкретних проблем. Незважаючи на значні вдосконалення методів обробки, інструментів визначення характеристик і обчислювальних алгоритмів за останні роки, фундаментальне розуміння того, як функціонують текстури, все ще відсутнє.

Відносний рух двох поверхонь одна відносно одної в присутності мастила, може утворити між ними плівку гідродинамічної рідини. Режим гідродинамічної плівки досягається, коли товщина рідини достатньо велика, щоб повністю розділити дві контактуючі поверхні, незважаючи на шорсткість їх поверхні]. Цей режим можна отримати як для контактів з низьким тиском в конформних контактах, так і для контактів з високим тиском, більш поширеним для неконформних контактів. Ефекти текстурування поверхні дуже різні для конформних і неконформних контактів.

Щоб зрозуміти можливий вплив мікротекстури на збільшення гідродинамічного тиску між двома поверхнями ковзання, необхідно вивчити гідродинамічний ефект, який виникає через наявність клина. Для текстурованих поверхонь мікрокишені можна розглядати як клини, а багато кишень може діяти як набір мікропідшипників, як показано на рисунку 1. З рисунка видно, що, окрім збіжних клинів у кінці краю кишень є розбіжні клини. Хоча тиск зростає в зоні сходження, він зменшується в зоні розходження.

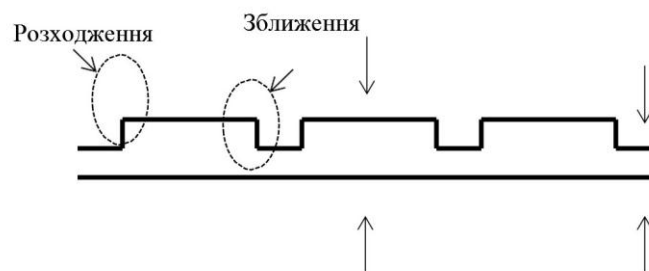


Рисунок 1 – Текстурована поверхня, що складається з багатьох мікропідшипників

Порівнюючи часткове текстуровання з повним текстурованням, рівень підйому, створений за допомогою часткового текстуровання, значно більший, ніж для повного текстуровання. Вважається, що це відбувається через те, що текстуровані та нетекстуровані частини підшипника поведуться як ступінчастий підшипник на рис. 2. Для підшипників повне текстуровання негативно впливає на підйомну силу, але часткове текстуровання входу підшипника може дати збільшення підйомної сили.



Рисунок 2 – Частково текстурований повзун і його аналогія зі сходиновим підшипником

Встановлено, що текстуровання найбільше значення має для конформних спряжень, в той час як неконформні текстуровані поверхні поведуть себе неоднозначно.

Для змащеного точкового контакту під високим тиском текстуровання поверхні призводить до більшого зносу контртіла навіть за умов досить товстих плівок мастила (висока в'язкість мастила та висока швидкість). Позитивне використання поверхневого текстуровання в неконформних контактах під високим тиском є дуже складним завданням, яке часто неможливо досягти.

Більшість дослідницьких робіт у цій галузі стосується впливу поверхневої текстури на переходи між різними режимами змащування. Також було зроблено важливий внесок в обговорення впливу поверхневої текстури на термін служби масляної плівки або початок катастрофічного зносу.

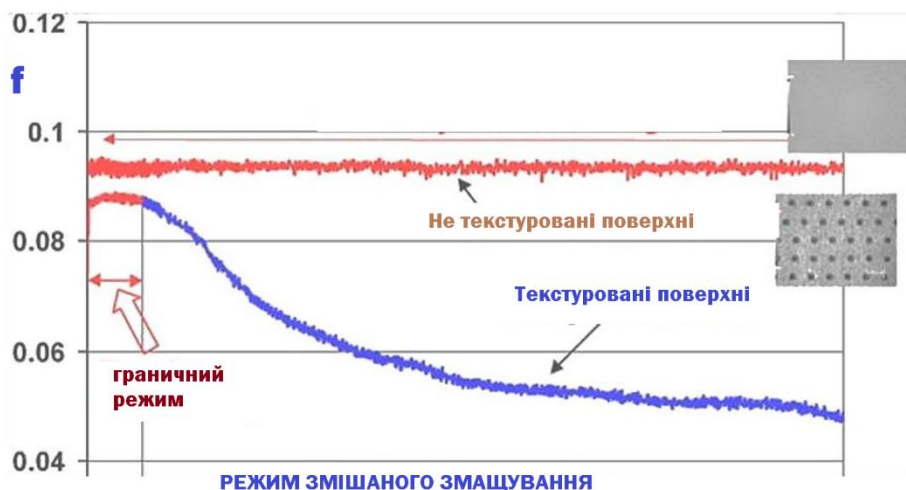


Рисунок 3 – Вплив текстури поверхні на коефіцієнт тертя

Вплив текстурованості поверхні на коефіцієнт тертя (крива Шрибека) найбільший прояв має для режиму змішаного тертя, коли має місце суттєве зниження тертя. В той час як в режимі граничного тертя такий вплив текстури майже не відчутний.

Термін служби масляної плівки або початок до моменту катастрофічного зносу зазвичай визначається як інтервал часу, протягом якого коефіцієнт тертя залишається низьким, а також стабільним аж до раптового підвищення. Як правило, це індикатор зміни режиму змащування, руйнування масляної плівки, виникнення несправності або початку зносу.

В умовах змішаного змащування можна навести загальні правила проектування поверхневих структур для отримання ефективних трибологічних показників:

1. Для поверхневих текстур із переважною орієнтацією напрямком ковзання має бути перпендикулярним до основного напрямку текстури.

2. Товщина масляної плівки повинна бути в тому ж діапазоні, що й структурна глибина, щоб забезпечити оптимальне підвищення тиску.

3. Максимального зменшення тертя та покращення терміну служби масляної плівки можна досягти, використовуючи поверхневі текстури з малою або середньою щільністю, діаметром і структурною глибиною.

Класичне граничне змащування визначається як режим змащування, при якому прикладене навантаження повністю підтримується поверхневими контактами нерівностей, а змащування досягається за допомогою хімічних зв'язків. У цьому режимі відбувається знос. Це викликає питання про те, як довго текстура прослужить та як можна досягти зменшення тертя за таких умов за допомогою текстурування поверхні. Коли на поверхні вводяться текстури поверхні, шорсткість має тенденцію до збільшення, а в умовах граничного змащування збільшується тертя. Ефект текстурування поверхні при граничному змащуванні можна визначити як підвищення ефективності змащування.

Точність методів поверхневого текстурування, таких як визначення лінії, чіткість кута та контроль кута краю, глибина та точність кроків, є факторами, які впливатимуть на трибологічний результат. Методи текстурування, які передбачають додавання матеріалу лише на вибрані ділянки, здебільшого пов'язані з нанесенням візерункових покриттів.

Оскільки методи поверхневого текстурування створюють ряд рельєфних особливостей, їх можна використовувати для контролю площі контакту або сприяння швидкому теплообміну шляхом створення спрямованих каналів, що може впливати на трибологічні властивості.

Широко використовується підхід із використанням видалення матеріалу. Ямочки різних розмірів і форм є більш стійкими до зсуву, а також можуть зберігати мастила. Вони покладаються на видалення матеріалу з окремих ділянок поверхні, створюючи заглиблені ділянки, які можуть бути безперервними, утворюючи борозенки, або переривчастими, утворюючи кишені. Лазерне текстурування широко використовується в промисловості для різних матеріалів. Для текстурування поверхні полімерів зазвичай використовують ексимерні лазери. Крім лазера, можна використовувати інші джерела енергії, такі як електронні та іонні пучки. Ці методи зазвичай не застосовуються до загартованої сталі або нанокompозитів через обмежену здатність плавити багаточастинковий тверду поверхню.

Окрім використання джерел високої енергії для видалення матеріалу з вибраних ділянок, інша основна група технік текстурування передбачає видалення хімічним або електрохімічним етеруванням. Під час хімічного травлення ділянки або візерунки, що витравлюються, піддаються дії хімічного травильного агента, який є або кислотним, або лужним. Ділянки, які не підлягають травленню, захищаються резистом для травлення.

Обробка на помірних швидкостях різання з відповідним формувачем може видалити матеріал у локальних областях, створюючи текстуру поверхні. Найпоширенішим підходом є використання гострого наконечника для створення рівновіддалених канавок або дуже тонкого свердлильного інструменту для створення масиву круглих кишень. Дробеструйна обробка вдаряє тверді частинки дробу на поверхню з високою швидкістю, викликаючи пошкодження від удару та шорсткість. Зміна структури поверхні пояснюється пластичною деформацією. Тиснення передбачає деформацію матеріалу за допомогою текстуруваного інструменту з негативом візерунка, який буде віддрукований на поверхні.

На рисунку 4 наведено огляд зображень поверхневих текстур, які були створені за допомогою різних підходів текстурування.

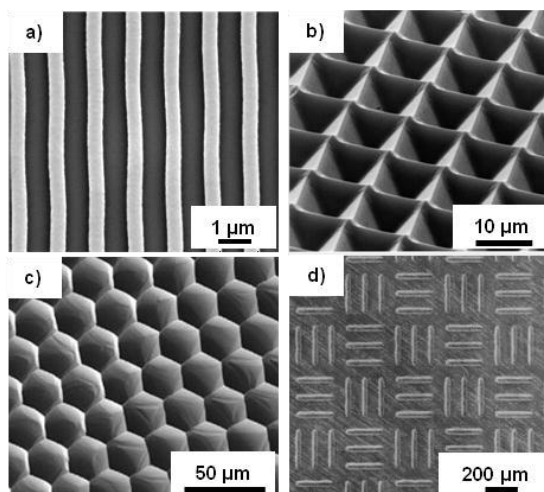


Рисунок 4 – Приклади текстур, такі як (а) лазерна інтерференція (b) пірамідальне текстурування, (c) візерунки шляхом травлення та (d) мікрокарбування

Основні механізми поверхневого текстурування та граничного змащування досі не повністю пояснені. Не існує оптимального дизайну текстури для всіх режимів змащування. Текстурування поверхні залежить від застосування та має бути ретельно оцінено для кожної трибологічної системи. Більшість машин працюють у різних режимах тертя в одному робочому циклі, що підвищує попит на багатомасштабні та багатоформові текстури на контактних поверхнях для покриття різних розмірів і геометрії елементів для відповідного застосування. Кількість параметрів для текстури поверхні дуже велика. Тому необхідний подальші дослідження у моделюванні ефектів поверхневих текстур за різних режимів тертя, а також прогнозування оптимальних параметрів текстури.

Список використаних джерел

1. C. Gachot, A. Rosenkranz, S.M. Hsu and H.L. Costa, A critical assessment of surface texturing for friction and wear improvement, *Wear*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.wear.2016.11.020>
2. Y. Li, A.K. Menon, The development and implementation of discrete texture for the improvement of tribological performance. *Journal of tribology*, 117 (1995) 279-284.
3. I. Etsion, Improving tribological performance of mechanical components by laser surface texturing, *Tribology Letters*, 17 (2004) 733-737.
4. D. Gropper, L. Wang, T.J. Harvey, Hydrodynamic lubrication of textured surfaces: A review of modeling techniques and key findings, *Tribology International*, 94 (2016) 509-529.
5. W. Ling, Use of structured surfaces for friction and wear control on bearing surfaces, *Surface Topography: Metrology and Properties*, 2 (2014) 043001.
6. D. Patel, V. Jain, J. Ramkumar, Micro texturing on metallic surfaces: State of the art, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, (2016).
7. S. Wos, W. Koszela, P. Pawlus, Tribological behaviours of textured surfaces under conformal and non-conformal starved lubricated contact conditions, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part J: Journal of Engineering Tribology*, 229 (2015) 398-409.

УДК 621.51:52 (075.8)

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ

В.П. Свідерський, доц., канд. техн. наук,
Л.М. Кириченко, старший науковий співробітник,
С.А. Гриньков, ст. гр. МТВАм-20-1,
А.В. Васишин, ст. гр. МТВАм-20-1,
Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна

Конструкція автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій (АГНКС) потребує застосування ефективних полімерних матеріалів для ущільнювальних елементів, що могли б працювати при тиску нагнітання до 30 МПа, за температури 423 К та терміну роботи від 7000 до 15000 годин без мащення.

Використання антифрикційних полімерних матеріалів нового покоління та відповідно підвищення зносостійкості вузлів тертя без мащення свідчить про той факт, що створення нових компресорів для стиснення природного газу та застосування їх в АГНКС приведе до значної економії пального.

При цих умовах економія палива планується до дванадцяти мільйонів тонн на рік із розрахунку економії 10 тонн бензину на один автомобіль. При переведенні автомобіля на газ слід відмітити наявні переваги: газ не розбавляють, він має значно нижчу собівартість та не такий обтяжливий для двигуна, як рідке паливо. Окрім економії пального та мастила, переведення автомобіля на газ дозволяє знизити викиди в атмосферу шкідливих речовин майже на 40 відсотків.

Таким чином, для підвищення зносостійкості та надійності конструкцій машин необхідне застосування сучасних, екологічних та економічно обґрунтованих технологічних процесів підвищення зносостійкості поверхонь тертя, так як це впливає на довговічність вузлів тертя.

Для деталей, що працюють в умовах контактної взаємодії, ця проблема зумовлює необхідність розробки нових композиційних матеріалів деталей машин для підвищення їх експлуатаційних параметрів.

Одним із перспективних методів, що дозволяють вирішити поставлене завдання – це створення композиційних матеріалів з використанням принципу багаторівневого модифікування полімерної матриці шляхом введення в політетрафторетилен суміші наповнювачів різного складу та дисперсності, а саме: вуглецевих волокон та наномодифікаторів [1].

В роботі [2] встановлено, що перспективними антифрикційними матеріалами є карбопластики типу флубон (Ф4ВВ20, Ф4К10ВВ10 – матеріали на основі політетрафторетилену і наповнювачів: вуглецевого волокна, що отримане за особливою технологією, модифіковане спеціальними добавками і коксом. Для покращення фізико-механічних та антифрикційних характеристик цих матеріалів використано принцип багаторівневого модифікування полімерної матриці. Реалізація даного принципу здійснюється шляхом введення в ПТФЕ суміші наповнювачів різного складу та дисперсності – вуглецевих волокон, коксу і нанодисперсних частинок, вибраних з групи оксидів цирконію [3].

Мета роботи полягала в тому, щоб, виходячи з аналізу умов роботи автомобільної газонаповнювальної компресорної станції, розробити метод підвищення зносостійкості поршневих кілець та перевірити на лабораторних установках працездатність антифрикційного полімерного матеріалу Ф4ВВ20 з різними наномодифікаторами.

Досліджено умови роботи пари поршневе ущільнення – циліндр компресора. Надані рекомендації по конструюванню поршневих кілець і експандерів. Освоєна технологія технічного обслуговування і поточного ремонту агрегату та вузла тертя поршневе ущільнення – циліндр компресора.

Розроблено технологію виготовлення поршневого ущільнення для компресора з наномодифікованих матеріалів Ф4ВВ20.

Досліджено зносостійкість наномодифікованих матеріалів Ф4ВВ20. Випробування на зносостійкість проведені на установці ХТІ-72 [5]. Антифрикційні дослідження виконувались за схемою контакту – «сфера - площина». Режим змінних граничних питомих навантажень при постійному нормальному навантаженні, зразки висотою $(10 \pm 0,1)$ мм і діаметром $(10 \pm 0,1)$ мм з кінцевою сферою радіусу 6,35 мм контактували сферою по площині металевого контртіла діаметром $(60 \pm 0,15)$ мм та висотою $(10 \pm 0,15)$ мм; металеве контртіло було виготовлено зі сталі 45 ($HV = 4,5 \pm 0,18$ ГПа) і оброблено до початкового середнього арифметичного відхилення профілю поверхні $R_{a0} = 0,2 \pm 0,03$ мкм.

За результатами цього експерименту розраховували чинник зношування (інтенсивність об'ємного зношування) для шляху тертя $\Delta S_1 = 0-3$ км і $\Delta S_2 = 3-23$ км за формулою:

$$I_i = \frac{\Delta V_i}{N_i \cdot \Delta S_i}; \quad (1)$$

де ΔV_i – зміна об'єму і-зразка на проміжку шляху тертя від 0 до 3 км (нелінійна залежність зношування від шляху тертя) і на проміжку шляху тертя від 3 до 23 км (лінійна залежність зношування від шляху тертя).

Нормальне навантаження на один зразок дорівнювало $N_i = 100$ Н, швидкість ковзання $v = 0,3$ м/с, температура, заміряна на відстані 0,5–1 мм від поверхні контртіла, $T = (323 \pm 2)$ К при випробуванні без мащення. Випробування проводилося на шляху тертя $S_1 = 0-3$ км, $S_2 = 3-23$ км.

Визначена оптимальна концентрація нанонаповнювачів $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($700^\circ C$) і $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($500^\circ C-2h$) – 2 мас. %, а $Zr(Y)O(OH)_2$ і фулерену C_{60} – 1 мас. %, максимальної структуруючої дії, перевищення якої приводить до утворення по границях сферолітів сітчастого розташування координаційно зв'язаних ультрадисперсних частинок. При введенні до складу Ф4ВВ20 1 мас. % фулерену C_{60} або 1 мас. % гідроксиду цирконію $Zr(Y)O(OH)_2$ зносостійкість композиту зростає відповідно в 1,55 та 2,08 разів.

Встановлено, що найбільш суттєвий вплив на зносостійкість фторопластового карбопластика Ф4ВВ20 спричиняє оксидний модифікатор $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($700^\circ C$): за зносостійкістю карбопластик модифікований 2 мас. % діоксиду цирконію $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($700^\circ C$) переважає матеріал Ф4ВВ20 в 3,42 рази.

За ефективністю впливу на зносостійкість матеріалу Ф4ВВ20 наномодифікатори можна розташувати в наступний ряд: $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($700^\circ C$) > $Zr(Y)O(OH)_2$ > Фулерен C_{60} > $ZrO_2 + 3\% Y_2O_3$ ($500^\circ C - 2h$).

Досліджено міцність на розтяг наномодифікованих матеріалів Ф4ВВ20. Механічні випробування фторполімерних композиційних матеріалів виконують на розтяг з застосуванням зразків, як плоских, трубчастих, так і кільцевих. Основним недоліком плоских зразків вважають достатні проблеми при кріпленні в захватах випробувального обладнання. Оскільки, ширина та довжина плоских зразків є невеликими, тому важко уникнути їх проковзування, або роздавлювання в захватах. Частково цей недолік ліквідовують методом наклеювання до смуги зразка або приварювання накладки з матеріалу. Ця накладка має на відміну від досліджуваного наномодифікованого матеріалу меншу жорсткість але більшу пластичність. Допускається в деяких випадках в якості накладок використовувати дерев'яний шпон. Досить часто, за результатами досліджень при осьовому розтягу плоских та трубчастих зразків, результати не співпадають. Основною причиною такої невідповідності результатів є

відмінність в технології одержання, а також у схемах напруженого стану зразків. Результати досліджень плоских та трубчастих зразків неможливо порівнювати через те, що у трубчастих зразках спостерігається концентрація напружень найбільшою мірою біля захватів, а розподілення напружень по довжині трубчастого зразка відрізняється від розподілу напружень у плоскому зразку. Специфічні характеристики антифрикційних композиційних матеріалів, а саме таких як: наявність внутрішніх напружень, ступінь натягу волокон, їх викривлення, враховуються за допомогою досліджень кільцевих зразків.

Для визначення межі розтягу зразків дослідні експерименти були виконані на розривній машині МР-05-1, за швидкості переміщення затискачів 15 мм/хв. Дослідження міцності на розтяг антифрикційних композиційних матеріалів виконували згідно ГОСТ 11262-80 при навантаженні жорстких напівдисків, на які одягається досліджуване кільце.

При цьому, межу міцності на розтяг (σ_p , МПа) визначали за формулою:

$$\sigma_p = \frac{P}{2h(R-r)}, \quad (2)$$

де P – розривне зусилля, Н; h – висота зразка, мм; R – зовнішній радіус кільця, мм; r – внутрішній радіус кільця, мм.

Цей результат не є істинною характеристикою і може бути використаний лише як порівняльний, так як біля роз'ємів напівдисків спостерігаються деформації розтягу та згину, в результаті зміни кривизни кільця. Співвідношення деформації розтягу та згину залежать від відношення товщини стінки кільця до його діаметру. У цьому випадку, вплив згину є більш вагомим, якщо співвідношення є більш відмінним, а значення анізотропії композитного матеріалу є вищим. Тому з кільцевими зразками отримували дослідження лише, як порівняльні.

Результати дослідження на розтяг наномодифікованих карбопластиків Ф4ВВ20 показали, що при введенні до складу композиційного матеріалу 2 мас. % ZrO_2 + 3% Y_2O_3 (700°C) межа міцності під час розтягу зростає на 38 відсотків.

Наведено механізм модифікуючої дії ультрадисперсних наповнювачів на структуру політетрафторетилену і з врахуванням характеристик електронного стану з'єднань.

Самими важливими характеристиками електронного стану з'єднань є потенціали іонізації, спорідненість до електрону та електровід'ємність (ЕВ). На даний час відомо, що специфіка електронного стану ультрадисперсного наповнювача визначається аномаліями кристалічної ґратки. Це ініціює усунування електронної системи усіма елементами з'єднань та делокалізацію електронної густини [4]. В подібному стані ультрадисперсні наповнювачі характеризуються як ємності електронної густини та є активними електронодонорами. Очевидно, свій вагомий вклад в міграцію електронів вносять поляризаційні ефекти іонів, які є складовими ультрадисперсних наповнювачів.

Зменшення електровід'ємності та потенціалів іонізації структуроутворюючих катіонів відповідно сприяє підвищенню делокалізації електронів у системі та збільшенню електронодонорних властивостей ультрадисперсних наповнювачів. В макромолекулі політетрафторетилену зв'язок С–F є поляризований, в результаті цього на атомі вуглецю має місце частковий позитивний заряд, і відповідно вуглець може виступати в якості центру для нуклеофільної атаки сильних електронодонорів. Згідно сучасних досліджень, донорно-акцепторна взаємодія активних центрів компонентів полімерного композиту в більшості випадків є домінуючою в процесах адсорбції та адгезії [4]. Взаємодія політетрафторетилену з ультра дисперсним наномодифікатором може відбуватись за донорно-акцепторним механізмом взаємодії, який зображений на рис.1.

Отже, міжмолекулярна взаємодія в матеріалах політетрафторетилен та наномодифікатор, що реалізується за донорно-акцепторним механізмом, формує адгезійний контакт полімер – наповнювач за рахунок молекулярних сил та підвищує інтенсивність адгезії в граничних зонах.

Таким чином, можна припустити, що першим фактором, який сприяє підсиленню активності ультрадисперсного наповнювача по відношенню до полімерного матеріалу є електронний стан структуроутворюючих атомів, які характеризуються електровід'ємністю та потенціалом іонізації. Наступним фактором, що підсилює електроннодонорні властивості ультрадисперсного наповнювача є структура кристалічної ґратки. Відомо [4,5], що для нанорозмірних частинок твердих тіл може мати місце дефектність кристалічної ґратки. Ця кристалічна ґратка пов'язана зі значною зміною валентних кутів та зв'язків, що приводить до коливальних збуджень атомів, в результаті електронного збудження та іонізації.

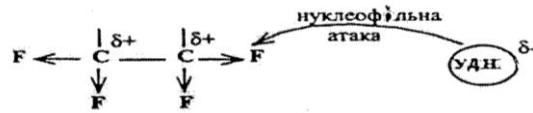


Рисунок 1 – Донорно-акцепторний механізм взаємодії в матеріалах ПТФЕ–УДН

Як правило, електронне збудження супроводжується переходом у квазіекзистантні стани, при яких відбувається висока рухомість та делокалізація електронів. В результаті цього, спостерігаємо кореляції між електронними властивостями, структурою кристалічної ґратки ультрадисперсного наповнювача з їх електроннодонорною активністю по відношенню до полімерного матеріалу. Для композиційних матеріалів, які модифіковані самими сильними електроннодонорами такими, як ультрадисперсні наповнювачі, характерне максимальне підвищення зносостійкості. Це, в свою чергу, може свідчити про ріст адгезійної міцності в міжфазних шарах.

Досить важливою характеристикою ультрадисперсних наповнювачів різного хімічного складу та технології отримання є їх висока хімічна та фізична активність в процесі структуроутворення при взаємодії з полімерним матеріалом [5]. Зазвичай, ефективність застосування ультрадисперсного наповнювача в якості модифікатора фторполімерного матеріалу зумовлена його енергетичними параметрами. Ця обставина надає широкі можливості для реалізації різних хімічних та фізичних процесів на міжфазних межах наповнювача та полімерного матеріалу. Відомо, що ультрадисперсні наповнювачі, такі як нітриди та оксиди перехідних металів, досить суттєво впливають на утворення сферолітної структури в об'ємі композиційного матеріалу. В даному випадку, відбувається значне підвищення зносостійкості при одночасному незначному зменшенні величини міцності композитів. Це не залежить від хімічної природи частинок наповнювача [4,5].

Таким чином, встановлено, що у відповідності з запропонованим механізмом структуроутворення, підвищення опору зношуванню та покращення термомеханічних характеристик композиційних фторполімерних матеріалів зумовлено додатковим структуроутворюючим впливом ультрадисперсних наповнювачів, а також їх здатністю до термодинамічної сумісності дисперсних частинок та полімерного матеріалу.

Список використаних джерел

1. Наукові основи розробки полімерних композиційних матеріалів триботехнічного призначення на основі політетрафторетилену : монографія / Х. В. Берладір, О. А. Будник, К. О. Дядюра [та ін.]; за заг. ред. К. О. Дядюри. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 176 с.
2. Константинова Т. Е. Получение нанодисперсных порошков диоксида циркония. От новации к инновации / Т. Е. Константинова, И. А. Даниленко, В. В. Токий [и др.] // Наука та інновації. – 2005. – т. 1, № 3. – С. 76–87.
3. Сіренко Г. О. Створення антифрикційних композитних матеріалів на основі порошків термотривких полімерів та вуглецевих волокон: Дис. доктора техн. наук. Ін-т матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАНУ / Сіренко Геннадій Олександрович, К., – 1997. – 431 с.
4. Polymers containing fullerene or carbon nanotube structures / C. Wang [a.o.] // Prog. Polym. Sci. – 2004. – V. 29. – P. 1079–1141.
5. Coleman, J. N. Small but strong: A review of the mechanical properties of carbon nanotube-polymer composites / J. N. Coleman [a.o.] // Carbon. – 2006. – V. 44, № 9. – P. 1624–1652.

УДК 621.867.2

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MODULAR SYSTEMS OF CONVEYORS FOR TRANSPORT AND WAREHOUSE OPERATIONS

Ю.Я. Вовк, доц., канд. техн. наук (Vovk)

Т.Р. Дживак, асп., (Dzhyvak)

Я.Ю. Вовк, ст. (Vovk)

Р.В. Худобей, асп. (Khudobei)

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

The logistics industry is undergoing a significant transformation, driven by the need for increased efficiency, speed, and adaptability in warehouse operations. Modular conveyor systems have emerged as a key innovation, offering flexible, scalable solutions that can be tailored to a wide range of applications. This paper explores the development prospects of modular conveyor systems for transport and warehouse operations, highlighting the integration of automation, artificial intelligence, and other technological advancements that are shaping the future of material handling.

The advent of Industry 4.0 has brought about a paradigm shift in how warehouse operations are conducted. The traditional conveyor systems are being replaced by modular, flexible solutions that can adapt to changing demands and technological advancements. Modular conveyor systems are particularly attractive due to their ability to be reconfigured and expanded with minimal disruption to existing operations. This paper examines the latest developments in modular conveyor systems and their potential to revolutionize transport and warehouse operations.

Development of Modular Conveyor Systems.

Modular conveyor systems are designed to be adaptable and scalable, allowing for quick modifications to meet the evolving needs of warehouse operations. The development of these systems has been influenced by several factors, including the need for energy efficiency, space optimization, and the integration of smart technologies.

Energy Efficiency and Sustainability.

Energy-saving transport-technological systems with screw working bodies have been developed to enhance the efficiency of bulk material transportation [1]. These systems are designed to reduce energy consumption and operational costs, contributing to the sustainability of warehouse operations.

Integration of Smart Technologies.

The integration of artificial intelligence and automation in warehouse operations has been a game-changer. Automated storage and retrieval systems, along with automated warehouse management systems, have significantly improved the efficiency of collecting, storing, and shipping processes [2]. Smart surveillance drones are also being utilized for inventory management and stock inspection, offering a high level of efficiency and accuracy [3].

Technological Innovations.

Recent innovations in mobile robotic manipulators have enabled autonomous warehouse operations, combining unmanned ground vehicles, mounted manipulators, and vision sensors for object detection and pose estimation [4]. Additionally, the use of capacitive sensors based on planar metamaterials for belt conveyor systems monitoring represents a novel approach to material transportation.

Challenges and Future Prospects.

While modular conveyor systems offer numerous advantages, there are challenges that need to be addressed. These include the complexity of integrating various technologies, the need for skilled personnel to manage and maintain these systems, and the initial investment costs.

Future Directions.

The future of modular conveyor systems lies in the further integration of advanced technologies such as the Internet of Things (IoT), machine learning, and robotics. The development of control algorithms for conveyor belt speed based on Time-Of-Use tariffs is an example of how optimization can lead to cost savings and increased efficiency [5]. Moreover, the implementation of mobile information systems is expected to enhance the industrial economy and logistics operations [6].

Modular conveyor systems represent a significant advancement in transport and warehouse operations. Their flexibility, scalability, and integration with cutting-edge technologies offer promising prospects for the future of logistics. As these systems continue to evolve, they will play a crucial role in meeting the demands of a rapidly changing industry.

References:

- [1] Tsvartazkii, I., Flonts, I. V., Grabar, A., & Shatrov, R. V. (2021). Synthesis of energy-saving transport-technological systems with screw working bodies. *Machinery & Energetics*, 12(4), 77-84. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.04.077>
- [2] Ylä-Autio, N. (2021). Optimizing warehouse operations using automation and artificial intelligence (Bachelor's thesis).
- [3] Bayas, O., Modhe, K., Kulkarni, A., Londhe, A., & Chaitanya, S. V. (2023). Smart Surveillance Drone – Warehouse Operations. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 3(5), 100-105. <https://doi.org/10.48175/IJARST-11618>
- [4] Øvsthus, Ø., Robsrud, D. N., Mugerud, L., Amendola, J., Cenkeramaddi, L. R., Tyapin, I., & Jha, A. (2023, November). Mobile Robotic Manipulator Based Autonomous Warehouse Operations. In *2023 11th International Conference on Control, Mechatronics and Automation (ICCMA)* (pp. 278-283). IEEE.
- [5] Pihnastyi, O., & Khodusov, V. (2020, November). Development of the controlling speed algorithm of the conveyor belt based on TOU-tariffs. In *Proceedings of the 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies & Embedded Systems, ICTES* (pp. 1613-0073).
- [6] Wang, Z. (2022). Development Prospects of Industrial Economics Based on Mobile Information Systems. *Mobile Information Systems*, 2022.

УДК 621.793.7

ASSESSMENT OF WEAR RESISTANCE OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES

S.A. Luzan, *prof., doctor of technical sciences,
National Technical University, "Kharkiv Polytechnic Institute"*

The development of machine designs is accompanied by a constant striving to increase their productivity, which is almost always accompanied by an increase in the mechanical and thermal stress of the moving joints of parts. At the same time, the goals are to achieve high reliability and durability of the machine, reduce its weight, and reduce the consumption of scarce materials. It is known that increasing the durability of a machine even to a small extent leads to significant metal savings, reducing the cost of producing spare parts; the number and volume of repairs are reduced, and therefore the number of machines actually in operation increases [1].

When choosing a design solution, it is necessary to take into account the future costs not only for the manufacture of the machine and its individual components, but also for maintenance and repair. The latter costs during long-term operation of the machine are many times higher than the cost of its manufacture.

The problem of increasing the service life of products and parts, especially in cases where their replacement or repair is impossible, is a pressing one.

When generalizing the types of wear and tear that occur in the operation of machines manufactured at different plants, characteristic defects inherent in machines for different purposes are identified. Failed machine parts exhibit abrasive wear, fatigue destruction of the surface layer, contact adhesion, crushing, and corrosion. Defects include cracks, chipping and pitting of teeth, broken teeth, and twisting of splines and shafts.

Abrasive wear prevails over all other types of wear: about 40% of parts have purely abrasive wear and 50% have abrasive wear in combination with other types of wear and surface layer damage.

When interacting with the soil, the working parts of tillage and planting machines are subject to intense abrasive wear. In addition, the working parts of agricultural machines are operated in a chemically abrasive environment, which is associated with the addition of various fertilizers to the soil and the presence of moisture in it. Taken together, these factors have such a strong impact on the working parts of agricultural machinery that they become unusable after just a few hours of intensive operation.

Currently in Ukraine, the following tillage tools are used for tillage in agriculture: plow shares, cultivator tines and one-way tines, various coulter designs, harrow disks, husker disks, rippers, etc. In the soil environment, working tools are subject to intense abrasive wear. Typical representatives of tillage tools with cutting elements are cultivator tines designed to loosen the soil, destroy weeds, and mix soil particles. Their shape (Fig. 1) depends on the type and type of crop being cultivated, the stage of its development, and soil condition, and the main parameters are specified in DSTU 7328:2013 and DSTU 7329:2013 [2].

For the most common KPS-4 cultivators, the tines are used with a working width of $B=270$ and 330 mm and a thickness of 5 or 6 mm.

Technical requirements stipulate that they are made of steel with physical and mechanical properties not lower than grade 65G (DSTU 3683-98). After heat treatment in the hardened zone, the hardness of the cutting edge of the tine made without surfacing should be 44...54 HRC and no more than 352 HB in the non-hardened zone.

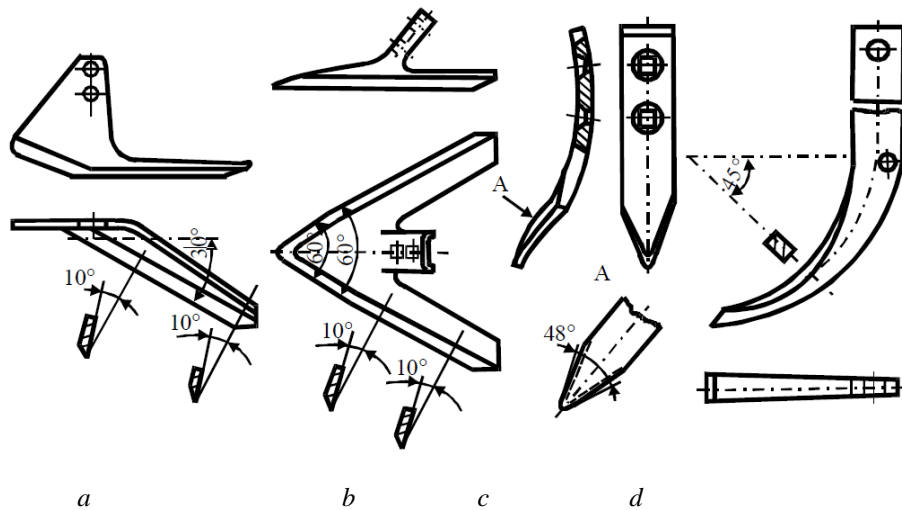


Figure 1 - Cultivator tines: *a* - one-sided flat-cutting tine; *b* - flat-cutting tine with shanks; *c* - loosening spear-shaped; *d* - loosening chisel-shaped

In the process of wear, the working bodies of tillage machines and their cutting elements (Fig. 2, *a*) change in size Δl , z and blunting is observed, which causes a change in the main parameters of the geometric shape of the cutting elements: the width of the back chamfer S_{zam} , the angle of the back chamfer δ_{zam} , the thickness of the cutting edge h_z at a distance z from its top.

Along line 1-2 of the front side of the cutting elements, contact is made with the cut off soil layer, at point 2 its detachment is observed, and line 2-3 defines the back chamfer, which moves along the bottom of the furrow. At the moment of tearing off the soil layer, each of the two zones, characterized by lines 1-2 and 2-3, comes into contact with approximately the same amount of abrasive particles and, in the process of moving the working bodies of tillage machines, its working surface wears out.

Studies [3] show that strengthening one of the working surfaces of a cutting element with a thin layer of hard alloy restrains the formation of a back chamfer and allows obtaining the effect of self-sharpening as a result of selective wear of local areas of the working surface. In this case, the following variants of the cutting element wear result are observed: normal self-sharpening (Fig. 2, *b*); over-sharpening with breaking out of exposed hard areas (Fig. 2, *c*); blunting and rounding of the cutting edge (Fig. 2, *d*).

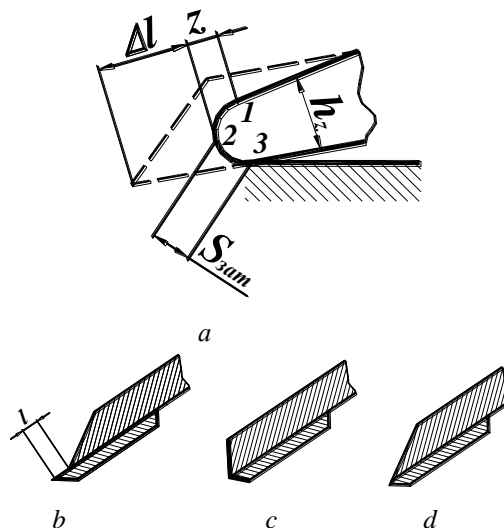


Figure 2 - Diagram of the wear pattern and changes in the shape parameters of a homogeneous cutting element (*a*) and variants of wear of bimetallitic cutting elements (*b-d*): 1-2 - front side; 2-3 - back side

During operation of tillage machines with cutting elements, the toe wears out the most (Fig.3).

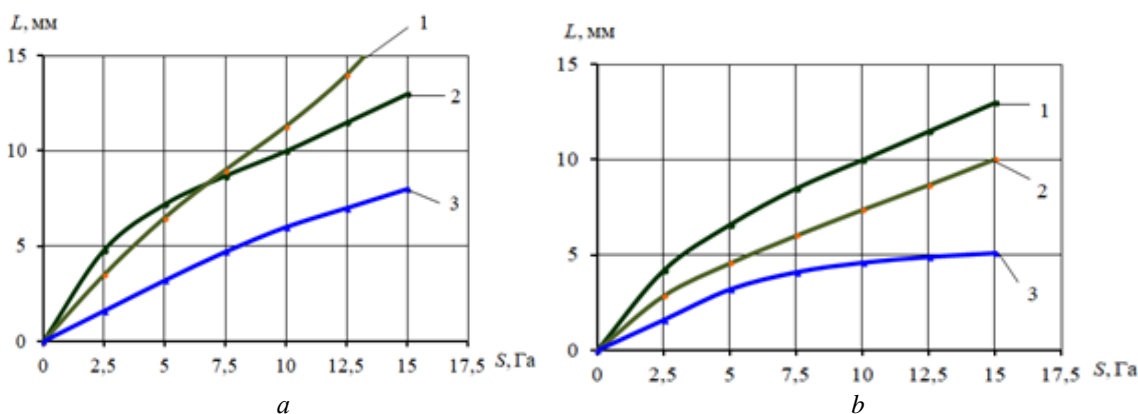


Figure 3 - Dependence of the wear of the toe (a) and the middle of the cutting part (b) of the cultivator's arrow tines on the operating time on different soils: 1 - sandy and gravelly; 2 - heavy loamy; 3 - medium loamy

The research results indicate that the intensity of wear of the toe (Fig. 3, a) of cultivator tines on different types of soils is 1.8...2.5 times higher than that of the middle of their cutting part (Fig. 3, b). Two conditional stages of wear processes are identified: the first one shows a curvilinear dependence of wear on operating time with a tendency to reduce its intensity, and the second one shows a linear dependence [4].

Wear of the cutting elements of working bodies in the abrasive environment of soil leads to a change in their profiles (Fig. 4).



Figure 4 - Changes in the profile of the cutting elements of the tines on different soils: a and b - loamy; c and d - clay (40 and 80 hectares of operation)

A comparative analysis of the profiles of the cutting elements of standard cultivator tines worn on different soils shows that in most cases they have a rounded shape. This can be explained by the fact that soil cultivation is carried out to a shallow depth of about 10...1 cm, and the impacts and sliding of its abrasive particles along the working surface cause blunting of the cutting elements of the tillage tools.

The analysis of methods and ways of restoring machine parts showed that the share of parts restored at agricultural enterprises by surfacing and gas-thermal spraying methods is more than 60% (34,4 and 26,1% respectively).

List of references used

1. Лузан С.О., Бантковський В.А. Оцінка номенклатури деталей машин, що визначають ресурс // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР. – Харків: 2022. – № 1. – С. 67-73.
2. Аулін В.В. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості деталей та робочих органів сільськогосподарської техніки: Дис. ... д-ра техн. наук / В.В. Аулін. – Кіровоград, 2014. – 447 с.
3. Sidorov S. A., Mironov D. A., Khoroshenkov V. K., Khlusova E. I.. Surfacing Methods for Increasing the Service Life of Rapidly Wearing Working Tools of Agricultural Machines. *Welding International*. 2016, vol. 30, iss. 10, pp. 808–812. DOI: 10.1080/09507116.2016.1148408.
4. Mudarisov S. G., Gabitov I. I., Lobachevsky Y. P. [et al.]. Modeling the Technological Process of Tillage. *Soil & Tillage Research*. 2019, vol. 190, pp. 70–77. DOI: 10.1016/j.still.2018.12.004.

УДК 681.3.06

ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

М.В. Красота, доц., канд. техн. наук,

Р.А. Осін, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Автомобільна промисловість постійно розвивається, ставлячи в пріоритети комфорт та безпеку водія та пасажирів, а також підвищення екологічних властивостей автомобіля.

Щоб досягти цих цілей, у автомобілі активно впроваджуються електронні системи, покликані полегшити та покращити їх експлуатацію. На відміну від механічних систем управління, сучасний транспорт з кожним днем оснащується дедалі більшою кількістю електроніки. Збій будь-якої системи може призвести до того, що повністю справний механічний автомобіль не заведеться, або не буде задовольняти норми економічності, екологічності та безпеки.

Будь-яка електронна система автомобіля в загальному випадку складається з датчиків для постійного контролю за параметрами його та навколишнього середовища, електронного блоку керування (ЕБК) на основі мікропроцесора та виконавчих пристроїв, за допомогою яких ЕБК управляє двигуном за закладеною в його пам'ять програмою та відповідно до інформації від датчиків [1].

Електронне управління необхідне для задоволення високих вимог щодо екологічності, паливної економічності, експлуатаційних характеристик, зручності обслуговування та діагностики, що пред'являються до сучасних автомобільних двигунів технічними регламентами та споживачами [2].

Електронні системи управління обладнанням автомобілів дають нові можливості для автомобілістів при отриманні даних про технічний стан систем та механізмів двигуна [1, 3].

Технічне діагностування забезпечує значну економію коштів на утримання автомобілів за рахунок скорочення їхньої витрати під час обслуговування та ремонту, виконання дійсно необхідних регульовальних та ремонтних операцій, скорочення споживання запасних частин та палива. Це досягається шляхом своєчасного виявлення та усунення незначних несправностей у системах запалювання, живлення, а також в агрегатах трансмісії та гальмівної системи.

Під діагностикою розуміють процес визначення причин несправності за ознаками. Зазначимо, що для сучасних автомобілів іноді важко зафіксувати сам факт наявності несправності. З одного боку, висока надійність сучасної автомобільної електроніки призвела до скорочення кількості простих дефектів, які легко виявляються техніками станцій техобслуговування. З іншого боку, якщо спостерігається несправність, неї можна зазначити багато можливих причин.

На початку 90-х років минулого століття кожен виробник електронних систем виготовляв ЕБК, які можливо було діагностувати на дилерських станціях технічного обслуговування з використанням відповідного дилерського обладнання. Це ускладнювало доступ фахівців до самих важливих систем електронних автомобіля і створювало додаткові перепони для проведення якісної діагностики.

З часом виробники почали приводити діагностичні можливості електронних систем до єдиних стандартів. На сьогодні використовуються різні діагностичні засоби для перевірки електронних систем [4, 5]. Умовно їх можна класифікувати на три типи:

1) Стационарні засоби діагностики. Це ті прилади які не підключаються до електронних систем автомобіля та його електронних блоків. Ці діагностичні прилади, як правило перевіряють системи паливоподачі, запалювання, до них, наприклад, відносять

мотор-тестери. На сьогодні з розвитком автомобільної електроніки існує потреба в розширенні функціональних можливостей стаціонарних приладів та стендів діагностики, тому що тепер необхідно перевіряти технічний стан системи управління двигуном, рульове керування й АВС, активну підвіску тощо.

2) Засоби бортової діагностики автомобілів, що мають можливість сигналізації про несправність шляхом запису в пам'ять кодів несправностей. Алгоритми, що записані в ЕБК містять операції, що виконують самотестування, які фіксують в пам'яті коди несправностей. При появі несправностей на панелі приладів автомобіля загорасться індикатор, що сигналізує про необхідність перевірки електронних систем. Ці коди несправностей можливо вважати та інтерпретувати за відповідними довідковими таблицями.

3) Засоби бортової діагностики, для доступу до якого необхідний спеціальний електронний діагностичний засіб, що дозволяє приєднатися комп'ютерній діагносту вальній техніці до системи керування автомобілем. Такими приладами є діагностичні сканери. Портативний діагностичний тестер (сканер) приєднується через спеціальний роз'єм на автомобілі біля неподалеку від водійського місця до і забезпечує зв'язок з усіма блоками керування автомобіля та всією електронною системою. Діагностичні дані та коди несправностей витягуються безпосередньо з ЕБК та досліджуються фахівцями сервісу.

З вищесказаного випливає, що своєчасна і якісна діагностика дозволить запобігти серйозним відмовам, мінімізувати витрати на ремонт і підтримувати техніку в готовності до використання за призначенням у тому числі і за допомогою використання способу відбору раціональної сукупності об'єктів, що підлягають діагностуванню.

Список використаних джерел

1. Мигаль, В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія / В. Д. Мигаль. Х.: Майдан, 2018. 262 с.
2. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія/Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; За заг. Ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005.-400 с.
3. Павленко В.М. Визначення можливості використання експертних систем при обслуговуванні автомобілів / В.М. Павленко, В.П. Кужель, Горшкова М.В., Погодін Я.К., Ханевський П.В // Матеріали X міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23–25 жовтня, 2017 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 187 – 189.
4. Кукурудзяк Ю.Ю. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном : монографія / Кукурудзяк Ю.Ю., Ребедайло В.М. - Вінниця: ВНТУ, 2010. – 144 с.
5. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортових діагностичних комплексів / В.П. Матейчик, В.П. Волков, П.Б. Комов та ін. // Науковий журнал: Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ, 2014. – Вип. 13. – с. 126 – 138.

УДК 656.073.23: 656.078.12

СКЛАДУВАННЯ КОНТЕЙНЕРІВ В ПУНКТІ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО І ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

М. М. Мороз, проф., д-р техн. наук,
В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук,
М. О. Сорокіна, ст. гр. ТТ 22-1,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук,
Україна

Розглянемо актуальне завдання визначення потрібної площі для зберігання контейнерів у пункті зв'язку залізничного та автомобільного транспорту, який також називається контейнерним терміналом. Припустимо, що контейнери доставляються на цей термінал залізницею. Після розформування композицій з контейнерами платформи з контейнерами безперервно рухаються на розвантаження протягом усієї доби. Контейнерний термінал обслуговується козловим краном. Розвантаження контейнерів відбувається за двома способами: через автомобільну платформу (прямий варіант) протягом певного часу T_n або через контейнерний майданчик.

Метою дослідження є використання методів теорії систем і управління для розробки загальної методики розрахунку необхідної площі для зберігання контейнерів під час перевантаження зі залізничного транспорту на автомобільний.

Пропонується наступна послідовність методики розрахунку згідно з рекомендаціями [1–3].

Кількість залізничних платформ з контейнерами, що подаються за добу на розвантаження:

$$N_{пл} = \frac{T_{с.зал} \cdot k_n}{N_{конт}^{пл} \cdot [\tau_{конт}^{н-р}]}, \quad (1)$$

де $T_{с.зал}$ – час роботи системи залізничного транспорту (за вихідними даними приймається рівним 24 годинам); k_n – коефіцієнт нерівномірності, що враховує час подачі та убирання вагонів; $N_{конт}^{пл}$ – кількість контейнерів, що розміщуються на одній залізничній платформі (розраховується на основі вихідних даних); $[\tau_{конт}^{н-р}]$ – норма часу на навантаження-розвантаження з платформи одного контейнера, годин.

Тоді загальна кількість контейнерів, що надходять під вантажні операції на контейнерний майданчик під час роботи системи залізничного транспорту:

$$N_{конт}^{заг} = N_{конт}^{пл} \cdot N_{пл} \quad (2)$$

Залежно від довжини та ширини підлоги кузова автомобіля, його вантажопідйомності, маси, довжини та ширини контейнера, визначається кількість $N_{конт}^{авт}$ контейнерів, що розміщуються на одному автомобілі.

Кількість їздок автомобілів за час роботи системи, використовуючи модель «малої системи»:

$$z_i^{заг} = \frac{T_n}{\frac{l_{i.в}}{\beta \cdot v_m} + t_{н-р}}, \quad (3)$$

де T_n – час роботи системи «залізнична платформа-автомобіль», годин; $l_{i.v}$ – довжина їздки з вантажем, км; β – коефіцієнт використання пробігу автомобіля без зворотного завантаження (приймаємо 0,5); v_T – розрахункова швидкість руху автомобіля, км/год (для практичних розрахунків приймаємо 37 км/год.); t_{n-p} – час простою автомобіля під навантаженням-розвантаженням за одну їздку, годин (визначається з урахуванням норм навантаження та розвантаження одного контейнера та кількості контейнерів на автомобілі).

Для практичних розрахунків можна прийняти $t_{n-p} = \left[\tau_{\text{конт}}^{n-p} \right]$.

Кількість контейнерів, що перевозяться автомобілями за час роботи системи:

$$N_{\Sigma \text{конт}}^{\text{авт}} = z_i^{\text{заг}} \cdot N_{\text{конт}}^{\text{авт}} \quad (4)$$

де $N_{\text{конт}}^{\text{авт}}$ – кількість контейнерів, що розміщуються на одному автомобілі, одиниць.

Кількість контейнерів, під яку потрібний складський контейнерний майданчик:

$$N_{\text{конт}}^{\text{скл}} = N_{\text{конт}}^{\text{заг}} - N_{\Sigma \text{конт}}^{\text{авт}} \quad (5)$$

Площа контейнерного майданчика, необхідного для зберігання контейнерів, що не вивозяться з контейнерного майданчика під час роботи системи:

$$S_{\text{конт}}^{\text{скл}} = \left(S_{\text{конт}} + (L_{\text{конт}} + B_{\text{конт}}) \cdot 0,1 \right) \cdot N_{\text{конт}}^{\text{скл}}, \quad (6)$$

де $S_{\text{конт}}$ – площа одного контейнера, м²; $L_{\text{конт}}$, $B_{\text{конт}}$ – відповідно його довжина та ширина, м.

Висновки. Визначено технічні характеристики залізничних платформ (розміри підлоги з відкритими бортами, вантажопідйомність), технічні параметри бортових автомобілів або автопоїздів з напівпричепом (внутрішні розміри, вантажопідйомність автомобіля/напівпричепа), характеристики контейнерів (маса брутто, зовнішні габарити, корисний об'єм, максимально допустима маса для завантаження), параметри крану та час простою автомобілів під час завантаження та розвантаження одного контейнера.

Список використаних джерел:

1. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем: монографія / В. В. Аулін, А. В. Гриньків, С. В. Лисенко та ін. Кропивницький: СПДФО Лисенко В. Ф., 2021. 503 с.
2. Савченко Л. В., Соловійова О. О. Взаємодія видів транспорту: навч. посіб. Київ: НТУ, 2010. 96 с.
3. Маркунтович Ф. Д., Сьомін Ю. Г., Кічка О. І. Взаємодія видів транспорту. Навчальний посібник. Луганськ: Видавництво Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, 2004. 125 с.
4. Мороз М.М. Підвищення ефективності технологічного процесу транспортного обслуговування м. Кременчук // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – № 43. – С. 103–109.
5. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system/ Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С.71-75.
6. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень /Вісник КДПУ. –2008. – Випуск1. –С.48.
7. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Випуск1 (11). – С. 44-50.
8. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. "Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб." – Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків: Друкарня Мадрид, 2015. – 270 с.
9. Мороз М.М. Перспективний напрям розвитку взаємодії залізнично-автомобільного сполучення // Науковий журнал: Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. Економічна серія.–Київ, 2009. Випуск 6. – С. 261-263.
10. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції

- "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
11. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasytkovska K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
 12. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
 13. Загорянський В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В., Цимбал О. В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 56-62. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-18-2-56-62>.

УДК 658.6:004

LAST-MILE DELIVERY ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ДОСТАВКИ

М. М. Мороз, ст. гр. ТТ-22-1,

І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук,

Д. В. Молоштан, доц., канд. техн. наук,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

Доставка останньої милі (last-mile delivery), яка включає транспортування товарів від центру дистрибуції до кінцевого споживача, представляє собою ключовий логістичний етап, який є одним з найбільш витратних і складних у логістичному ланцюжку, оскільки він вимагає гнучкості, ефективного використання ресурсів та екологічної відповідальності.

Традиційно last-mile delivery здійснюється за допомогою автотранспорту, включаючи доставку кур'єром, до поштових відділень або пунктів самовивозу. Ці методи мають свої переваги, такі як доступність, зручність і швидкість.

Однак традиційні методи last-mile delivery також мають свої недоліки, такі як високі витрати, затори на дорогах та негативний вплив на довкілля.

З метою подолання недоліків традиційних методів last-mile delivery в розробці та впровадженні альтернативних методів доставки беруть участь наступні:

- доставка пішки або на велосипеді: Це екологічно та економічно ефективний метод, особливо популярний у мегаполісах.
- доставка дронами: Інноваційний метод, який дозволяє швидко доставляти товари в важкодоступні місця.
- доставка до поштових скриньок: Зручний метод для доставки невеликих товарів.
- пункти самовивозу: Економний метод, який дозволяє споживачам забирати товари у зручний для них час.

Доставка "останньої милі" є критично важливим етапом в ланцюжку поставок електронної комерції, що може покращити або порушити взаємодію з клієнтами. З розвитком електронної комерції та зростанням попиту на швидші та ефективніші варіанти доставки, доставка "останньої милі" зазнала значних змін. Роздрібні мережі та інтернет-магазини досліджують різні способи виконання замовлень та організації доставки товарів, що призвело до появи альтернативних методів доставки.

Альтернативні методи доставки виникли як відповідь на виклики, що стоять перед традиційною доставкою "останньої милі". Ці методи включають:

- незалежні підрядники або окремі особи доставляють товари за допомогою власних транспортних засобів або інших засобів транспорту.
- доставка в камеру схову: Клієнти можуть забирати свої пакунки зі спеціально призначених камер схову, розташованих у громадських місцях.
- оставка безпілотником: Використання безпілотних літальних апаратів для доставки посилок клієнтам.

Ці альтернативні методи доставки мають потенціал для вирішення деяких проблем традиційної доставки "останньої милі", таких як мінімізація витрат і покращення інфраструктури. Вони також пропонують більшу гнучкість і зручність для клієнтів, дозволяючи їм отримувати свої пакунки в зручний для них час і місце.

Удосконалення технологій та автоматизації відіграли значну роль у розвитку доставки "останньої милі" та альтернативних методів доставки. Використання аналітики даних, штучного інтелекту та машинного навчання дозволило компаніям оптимізувати маршрути доставки, зменшити витрати та підвищити ефективність. Технології автоматизації, такі як робототехніка та автономні транспортні засоби, також досліджуються як потенційні рішення для вирішення проблем доставки "останньої милі". Ці технології можуть скоротити час

доставки, підвищити безпеку та збільшити пропускну здатність мереж доставки. Оскільки технології продовжують розвиватися, цілком імовірно, що з'являться ще більше інноваційних рішень для вирішення проблем доставки "останньої милі" та альтернативних методів доставки.

Альтернативні методи last-mile delivery, які спрямовані на економію коштів, зменшення забруднення довкілля та підвищення гнучкості для споживачів, стали важливим напрямком оптимізації логістичних процесів. Їх ефективне використання може призвести до значного зниження витрат, сприяти сталому розвитку та поліпшити споживчий досвід завдяки більшій гнучкості та зручності.

Проте, впровадження альтернативних методів супроводжується певними викликами та недоліками. Серед них можна виділити обмеження щодо розміру та ваги товару, які можуть обмежити застосування таких методів для певних товарів. Також потрібен розвиток відповідної інфраструктури та управління безпекою для забезпечення ефективності та безпеки використання альтернативних методів last-mile delivery.

Розвиток last-mile delivery та альтернативних методів доставки є важливим трендом у логістиці. Альтернативні методи мають ряд переваг перед традиційними, але також мають свої недоліки. Для подальшого розвитку last-mile delivery рекомендується проводити дослідження та розробляти нові, більш економічні та екологічні методи доставки; інвестувати в розвиток інфраструктури для альтернативних методів доставки; підвищувати обізнаність споживачів про альтернативні методи доставки.

Таким чином, еволюція доставки "останньої милі" та альтернативних методів доставки значно вплинула на галузь логістики. Впровадження доставки "останньої милі" забезпечило більш ефективний і рентабельний спосіб доставки товарів клієнтам. Поява альтернативних методів доставки, таких як дрони, роботи та автономні транспортні засоби, ще більше покращила процес доставки, зробивши його швидшим і надійнішим. Удосконалення технологій і автоматизації зіграли вирішальну роль у розвитку цих методів доставки, і очікується, що вони продовжуватимуть розвиватися в майбутньому. Оскільки попит на швидші та зручніші варіанти доставки зростає, логістичним компаніям важливо використовувати ці альтернативні методи доставки, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку.

Список використаних джерел:

1. Остання миля (транспорт). URL: <https://www.wikipedia.org/> (дата звернення 20.02.2024).
2. Last-Mile Delivery Logistics for Retailers Explained. URL: www.insiderintelligence.com (дата звернення 20.02.2024).
3. Riposte Track, Trace and Last-Mile Delivery - Escher Group. URL: www.eschergroup.com (дата звернення 20.02.2024).
4. V. Zahorianskyi, O. Zahorianska, M. Moroz and O. Moroz, "Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex," 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005635.
5. Мороз М. М.; Труніна І. М., Мороз О.В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства. Науковий вісник, 2021, с. 63.
6. Гайкова Т. В., Мороз О. В., Олексієнко С. Р. Аналіз перспектив розвитку проекту каршерінгу. Центральнотраїнський науковий вісник. Технічні науки. Кропивницький. 2023. Вип. 7(38). Ч. 1. С. 229–235. doi: 10.32515/2664-262X.2023.7(38).1.229-235.
7. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. –2008. – Випуск 1. –С.48.
8. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
9. Moroz M.M., Shramenko N. Yu., Moroz O.V., Solarov O.O. Transport and expedition service for the transportation of city small party cargo / Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes, 2022. - No. 3 (49) (2022): pp. 45-50 DOI: <https://doi.org/10.32845/msnau.2022.3.7>

УДК 658.6:004

ВПЛИВ ІНСТРУМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ І ОПЕРАЦІЙ НА ЛОГІСТИКУ

М. О. Сорокіна, *ст. гр. ТТ-22-1,*

Д. В. Молоштан, *доц., канд. техн. наук,*

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

Цифрова трансформація змінила логістику за допомогою автоматизації процесів і операцій. Інструменти автоматизації, такі як робототехніка та штучний інтелект, допомагають інтегрувати нові операції в існуючі бізнес-моделі для оптимізації робочих процесів. Це підвищує ефективність і зменшує витрати, оскільки для виконання завдань потрібно менше ресурсів. Однак успіх цифрової трансформації в логістиці залежить від прийняття змін як співробітниками, так і клієнтами. Залучаючи їх до процесу, компанії можуть забезпечити плавний перехід і максимізувати переваги цифрової трансформації.

Одним з найбільш значущих впливів цифрової трансформації на логістику є покращене відстеження та видимість в управлінні ланцюгом поставок. Завдяки інтеграції цифрових технологій логістичні підприємства тепер можуть відстежувати рух товарів від пункту відправлення до кінцевого пункту призначення в режимі реального часу. Це дозволяє компаніям оптимізувати управління ланцюгом постачання шляхом виявлення вузьких місць і неефективності, скорочення часу доставки та зниження витрат. Крім того, використання пристроїв Інтернету речей у логістиці призвело до ефективного наскрізного управління ланцюгом поставок із такими функціями, як відстеження та моніторинг запасів.

Цифрова трансформація в логістиці дійсно вносить суттєві зміни, підвищуючи ефективність та економічність, а також поліпшуючи відстеження та видимість в управлінні ланцюгом поставок. Однак це не лише нові можливості, а й виклики, які потребують уваги. Компанії мають інвестувати в правильні технології, навчати своїх співробітників та вирішувати потенційні проблеми кібербезпеки. Використання технології блокчейн також відкриває нові можливості у покращенні відстеження товарів.

Однією з ключових областей впливу цифрової трансформації є застосування технологій Інтернету речей (IoT). Це дозволяє збирати та аналізувати великі обсяги даних з різних точок у логістичному ланцюгу. Сенсори та зв'язок між об'єктами допомагають у реальному часі відстежувати рух товарів та умови їх зберігання та транспортування, що сприяє підвищенню точності та ефективності логістичних операцій.

Окрім того, цифрова трансформація включає в себе використання аналітики даних та штучного інтелекту для прогнозування попиту, оптимізації маршрутів та управління запасами. Автоматизація та інтеграція різних електронних систем сприяють зменшенню людського втручання та помилок, підвищуючи продуктивність та прискорюючи обробку інформації в логістичних операціях. Такі інновації дозволяють логістичним компаніям адаптуватися до змінних умов ринку та підтримувати високий рівень клієнтського обслуговування.

Цифрова трансформація в логістиці впроваджує концепції блокчейн-технологій для підвищення прозорості та безпеки у ланцюгах постачання. За допомогою блокчейну можна створити довірчий реєстр транзакцій, що дозволяє ефективно вирішувати питання відстеження походження товарів, управління контрактами та оптимізації процесів між учасниками логістичного ланцюгу.

Зростання електронної комерції також вносить свій вклад у цифрову трансформацію логістики, зумовлюючи зростання обсягів та різноманітності доставок. Розвиток ефективних систем управління останньою милею, таких як використання автономних транспортних засобів, дронів чи роботів-кур'єрів, стає важливим компонентом логістичної інфраструктури, сприяючи швидшому та ефективнішому виконанню доставок.

Забезпечення кібербезпеки логістичних систем є не менш важливим елементом цифрової трансформації. Зі збільшенням обсягів обробки та обміну даними важливо забезпечити захист інформації від потенційних кіберзагроз та забезпечити стійкість логістичних мереж до кібератак.

Підвищення ефективності операцій у логістиці можливе завдяки автоматизації рутинних завдань, таких як обробка замовлень, планування маршрутів та нагляд за транспортними операціями. Зменшення часу простою та підвищення обороту є важливими результатами цієї трансформації, а оптимізація маршрутів та усунення простоїв сприяють додатковому підвищенню продуктивності. Здатність краще прогнозувати попит та ефективно управляти запасами також є важливим аспектом, що сприяє підвищенню ефективності логістичних процесів.

Економічні вигоди цифрової трансформації для логістики обумовлені зменшенням витрат на різноманітні аспекти, включаючи паливо, транспортні засоби та оплату праці персоналу. Оптимізація складських операцій та покращене управління запасами допомагають раціоналізувати фінансові ресурси, що веде до зменшення загальних витрат логістичних підприємств.

Поглянувши на іншу сторону, цифрова трансформація в логістиці дійсно сприяє підвищенню прозорості в ланцюгах постачання. Це досягається за допомогою відстеження вантажів у режимі реального часу, моніторингу ключових показників ефективності та аналітики даних, що сприяє не тільки підвищенню продуктивності, але й поліпшенню комунікації з клієнтами.

Нарешті, цифрова трансформація відкриває нові перспективи для логістики, сприяючи розробці нових бізнес-моделей, таких як доставка за запитом, і впровадженню інноваційних технологій, таких як використання дронів та автономних транспортних засобів. Окрім того, персоналізація досвіду для клієнтів стає важливим аспектом в умовах цифрової трансформації логістичних послуг.

Отже, цифрова трансформація зробила революцію в галузі логістики шляхом автоматизації процесів і операцій, підвищення ефективності та економічності, а також покращення відстеження та видимості в управлінні ланцюгом поставок. Інтеграція технологій дозволила логістичним компаніям оптимізувати свою діяльність і надавати кращі послуги своїм клієнтам. Оскільки світ стає все більш цифровим, логістичним компаніям важливо продовжувати цифрову трансформацію, щоб залишатися конкурентоспроможними та задовольняти зростаючі потреби своїх клієнтів.

Список використаних джерел:

1. Основні напрями цифрової трансформації. URL: www.bdo.ua (дата звернення 19.02.2024).
2. IoT в логістиці. URL: www.mokosmart.com/uk/iot-in-logistics/ (дата звернення 20.02.2024).
3. Вплив цифровізації на доставку та логістику - Logos Logistics. URL: www.logos3pl.com (дата 20.02.2024).
4. O. Moroz, I. Trunina, M. Moroz, V. Zahorianskyi and K. Vasytkovska, "Digital Marketing Communications Transformation in Wartime," 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2023, pp. 1-6, doi: 10.1109/MEES61502.2023.10402369.
5. Білик М.Ю., Мороз О.В., Латишев К.О. Використання штучного інтелекту в маркетинговій діяльності підприємств. Ефективна економіка. № 1. 2024.
6. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. –2008. – Випуск 1. –С.48.
7. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
8. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
9. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб., Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків: Дркарня Мадрид, 2015. – 270 с.

УДК 620.266: 656.073.436: 632.95

ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

**І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук,
В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук,**

Г. С. Піскун, ст. гр. ТТ 22-1,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

Отруйні речовини, що перевозяться, дійсно можуть становити серйозну небезпеку для здоров'я людей та навколишнього середовища. Ці речовини, які відносяться до класу 6.1 за стандартами, мають потенційно шкідливий вплив на організми, а в деяких випадках навіть можуть призвести до смерті.

Особливість токсичності як виду небезпеки полягає в тому, що об'єктом впливу токсичних речовин є люди і жива природа, а не технічні засоби, на які ці речовини практично не спричиняють значних негативних впливів.

Відповідно до ДСТУ 4500-3.2008 Вантажі небезпечні. Класифікація, до *небезпечних вантажів класу 6.1* належать *токсичні речовини*, тобто речовини (включаючи суміші та розчини), які у разі потрапляння до дихальних шляхів, шлунка та/або на шкіру здатні спричинити отруєння, смерть, травму або заподіяти шкоду здоров'ю людини.

Віднесення речовин (включаючи суміші та розчини) до класу 6.1 здійснюється з урахуванням відомостей про отруєння людей у разі аварійних ситуацій, а також специфічних властивостей конкретних речовин, а саме: фізичного стану (рідина чи тверда речовина), леткості, здатності проникнення та біологічного впливу. Якщо відомостей про вплив речовини на людей немає, то класифікацію здійснюють за результатами експериментів на тваринах за критеріями токсичності згідно з ДСТУ 4500-3.2008 за такими показниками: а) середня смертельна (летальна) доза (ЛД₅₀) при прийманні всередину (пероральна токсичність); б) середня смертельна (летальна) доза (ЛД₅₀) при дії через шкіру (термальна токсичність); в) середня смертельна (летальна) концентрація при вдиханні пилу (ЛК₅₀) (інгаляційна токсичність).

Класифікація токсичних речовин проводиться з урахуванням їхньої токсичності та потенційного негативного впливу на організм людини. Отже, наявність інформації про отруєння людей у разі аварійних ситуацій або результати експериментів на тваринах є основними критеріями класифікації.

Транспортування таких небезпечних вантажів вимагає дотримання спеціальних правил та використання обладнання, яке забезпечує безпеку для перевізника, оточуючих та навколишнього середовища. Це включає в себе використання спеціального автотранспорту з озброєною охороною та паспортизацією санітарно-епідеміологічними службами.

Додаткові заходи безпеки передбачають обмеження швидкості руху транспорту, обов'язкове використання сигнальних засобів та застосування заходів протипожежної безпеки.

Також важливо правильно зберігати та розфасовувати отруйні речовини для запобігання небажаному розповсюдженню в навколишньому середовищі та ненавмисному контакту з ними.

З урахуванням серйозної небезпеки, яку становлять отруйні речовини, важливо дотримуватися всіх вимог та процедур їх транспортування та обробки, щоб запобігти можливим негативним наслідкам для здоров'я та довкілля.

Швидкість руху транспорту під час перевезення пестицидів повинна бути не більше 40 км/год., а під час дощу, туману і снігопаду не більш 20 км/год. Забороняється перевозити пестициди при обмеженій видимості (до 300 м).

Під час перевезення вогнебезпечних пестицидів здійснюють додаткові заходи

протипожежної безпеки. Балони з фумігантами транспортуються у відповідності з вимогами діючих інструкцій. Забороняється перевезення пестицидів в ушкодженій тарі. У випадку порушення пакування необхідно негайно вжити заходів до нерозповсюдження препарату в навколишньому середовищі, (роздування вітром, розмивання дощем тощо).

Зберігання пестицидів допускається тільки в спеціально призначених для цього складах, які відповідають вимогам.

Список використаних джерел:

1. Перевезення небезпечних вантажів залізничним транспортом: підручник / М. І. Данько та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2019. 428 с.
2. Посібник для курсу спеціального навчання з питань перевезень небезпечних вантажів на залізничному транспорті. Ч. 1. Базовий курс : посібник / Ю. В. Зеленько, І. Л. Журавель, А. М. О कोरोков, О. М. Патласов, А. М. Бойченко, Г. І. Нестеренко. Дніпропетровськ: Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. 140 с.
3. Транспортівання, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві: Державні санітарні правила ДСанПіН 8.8.1.2.001-98. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/moz7860?an=199> (дата звернення: 16.02.2024).
4. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. "Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб." – Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків: Друкарня Мадрид, 2015. – 270 с.
5. Moroz O., Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Vasylykova K. Digital Marketing Communications Transformation in Wartime / 2023 IEEE 5th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). – pp. 1-6. DOI: 10.1109/MEES61502.2023.10402369
6. Гайкова Т. В., Мороз М. М., Загорянський В. Г., Буренніков Ю. Ю. Проектний аналіз цифрових технологій в управлінні ланцюгом постачань / Вісник машинобудування та транспорту ISSN 2415-3486. - №2(18), 2023. – С. 17-22. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2023-17-1-17-22>.
7. Zahorianskyi V., Zahorianska O., Moroz M. and Moroz O. Development of a Model for Minimizing the Energy Costs of the Transport and Technological Complex, 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022, pp. 1-5.
8. Moroz M.M., Shramenko N. Yu., Moroz O.V., Solarov O.O. Transport and expedition service for the transportation of city small party cargo / Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes, 2022. - No. 3 (49) (2022): pp. 45-50.
9. Солонець А., Кузев І., Мороз М., Бешляг І. Використання на автомобільному транспорті супутникових технологій навігації та зв'язку / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 26-29.
10. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
11. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. – 2008. – Випуск 1. – С. 48.
12. Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Zahorianskaya O., Moroz O. Management of the Logistics Component of the Grain Harvesting Process with Consideration of the Choice of Automobile Transport Technology Based on the Energetic Criterion / IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). – 2021. – P. 1-5.
13. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб., Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків: Друкарня Мадрид, 2015. – 270 с.
14. Мороз М.М. Організація перевезення гірничої маси на ПАТ Кременчуцьке кар'єроуправління Кварц / Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Випуск 2. – КрНУ, 2014 С.171–180.
15. Мороз М. М., Труніна І. М., Мороз О. В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства / Науковий вісник Одеського національного економічного університету. - Збірник наукових праць №3-4 (280-281), 2021. – С. 63-69.
16. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
17. Загорянський В.Г., Мороз М.М., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.

УДК 629.356: 662.75

ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук,
В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук,

В. В. Журавель, ст. гр. ТТ-21-1,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна

Нафта, скраплений газ і нафтопродукти (бензин, газ, дизельне паливо, мазут, мастила, нафтобітуми тощо) становлять основну масу (більше 90%) наливних вантажів.

Нафтопродукти поділяють на світлі (бензин, газ, бензол, дизельне і моторне паливо (легкі сорти), скраплений газ), темні (мазут, нафтобітум, важкі сорти моторного палива), одержувані шляхом перегонки нафти рідкі мастила.

Клас небезпеки всіх рідких нафтопродуктів – 3, а газів – 2.

Транспортування нафтопродуктів відбувається за допомогою різноманітних засобів та контейнерів, спеціально призначених для перевезення рідких і газоподібних речовин. Автомобільний транспорт є основним засобом доставки, особливо в труднодоступних місцях, де інші види транспорту не можуть дістатися. Автоцистерни, причепи-цистерни, автопаливозаправники та інші типи автомобільного транспорту дозволяють ефективно перевозити нафтопродукти від базових нафтобаз до кінцевих споживачів.

Автомобільні цистерни, зокрема, мають спеціальне обладнання та структуру, яка забезпечує безпечну та ефективну перевозку рідких вантажів. Їх використання дозволяє зменшити ризики ударних хвиль рідини під час транспортування. Крім того, автопаливозаправники забезпечують заправку автотранспорту та інших машин на місці, що є зручним та практичним.

Спосіб розвантаження (опорожнення) цистерни вибирається в залежності від властивостей вантажу, що перевозиться. Рідини зливають з цистерн самопливом (під дією гравітаційних сил), за допомогою насосів або самоскидним розвантаженням. Стиснуті або рідкі гази зливаються з цистерни під дією власного тиску.

Автомаслозаправники призначені для транспортування мастил з нафтобаз і заправлення транспортних засобів мастилом в стаціонарних та польових умовах. Вони обладнані спеціальним підігрівачем для нагрівання мастила. Автомаслозаправник складається з шасі автомобіля та змонтованого на ньому обладнання.

Мастило підігрівається в котлі-цистерні за допомогою форсунок. Висока температура мастила зберігається тривалий час завдяки теплоізоляції котла. Щоб уникнути підгоряння мастила в трубчатці (змійовику) у процесі підігріву, мастило циркулюється за допомогою насоса зі швидкістю не менше 2 м/с.

Контейнери, бочки та бідони також використовуються для перевезення нафтопродуктів, особливо в разі потреби в невеликих обсягах. Вони можуть бути використані для доставки товарів безпосередньо до споживача, не потребуючи перекачування до стаціонарних сховищ. Контейнери особливо зручні для віддалених районів та пересувних складів.

Контейнерні перевезення дуже зручні для віддалених районів і при організації польових пересувних складів.

Як контейнери використовують металеві або еластичні гумотканинні ємності обсягом 2,5 і 4 м³. Заповнюють їх безпосередньо в кузові автомобіля.

Контейнерні ємності не закріплюються за автомашиною і поперемінно можуть бути транспортною ємністю та тимчасовим сховищем. Контейнери завантажують з машин за допомогою кранів.

З дрібної тари найбільш поширені бочки та бідони.

Розрізняють два основні види бочок – металеві для транспортування рідкого палива (бензину, гасу тощо) і фанерні (штамповані), які використовуються в основному для консистентних мастил [4]. Металеві бочки бувають об'ємом 50-500 л, а фанерні – 50 л.

Бідони застосовують двох типів: металеві та металофанерні.

Металеві бідони виготовляють із білої жерсті прямокутної та циліндричної форми об'ємом 5-62 л.

Для перевезення рідких нафтобітумів, а також мастил застосовують металеві гофровані барабани або мішки з обгортувального паперу. Все більше застосовується поліетиленова тара.

Такий різноманітний підхід до транспортування нафтопродуктів дозволяє ефективно задовольняти потреби ринку та забезпечувати безпеку та надійність у перевезенні рідких і газоподібних вантажів.

Список використаних джерел:

1. Забезпечення вдосконалення профілактичних заходів під час перевезень небезпечних вантажів / І. Я. Переста та ін. URL: <https://crust.ust.edu.ua/server/api/core/bitstreams/81d675cc-0189-44ff-8041-e65bc060a801/content> (дата звернення: 25.02.2024).
2. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л. Н. Ширін та ін. Дніпро: Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка», 2019. 203 с.
3. Основи нафтогазової справи / В. С. Білецький, В. М. Орловський, В. І. Дмитренко, А. М. Похилко. Полтава: ПолтНТУ, Київ: ФОП Халіков Р. Х., 2017. 312 с.
4. Нафта і нафтопродукти. Маркування, пакування, транспортування та зберігання: ДСТУ 4454:2005. [Чинний від 2005-09-16]. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. Ч. IV. 32 с.
5. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system/ Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С.71-75.
6. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. – 2008. – Випуск 1. – С.48.
7. Мороз М., Загорянський В., Гайкова Т., Кузев І. Використання методів дослідження операцій для оптимізації автомобільних перевезень масових вантажів в агропромисловому комплексі / Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. – Випуск 1 (11). – С. 44-50.
8. Шраменко Н.Ю., Мороз М.М. Формування раціональної технології транспортно-експедиційного обслуговування вантажовласників у міському сполученні // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2015. – Вип. 2/2015 (91). – С. 69–73.
9. Мороз М.М., Король С.О., Бугайов А.А., Кантемирова Е. Р. Привод вала топливного насоса транспортного дизеля / Вісник Кременчуцького національного університету імені М.В. Остроградського. Вип. 6/2019 (119) – С.118 – 125.
10. Загорянський В.Г., Мороз М.М., Король С.О., Кузев І.О. Визначення оптимальної кількості автомобілів для збирання врожаю зернових на прикладі господарства Полтавської області / Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. ХНТУСГ. – 2019. № 18. С. 6-16.
11. Кір'янов О. Ф., Мороз М. М., Бойко Ю. О. Інформаційні технології на автомобільному транспорті: навч. посіб., Кременчуцький нац. ун-т ім. Михайла Остроградського. Харків: Дркарня Мадрид, 2015. – 270 с.
12. Мороз М.М. Організація перевезення гірничої маси на ПАТ Кременчуцьке кар'єроуправління Кварц / Сучасні ресурсоенергозберігаючі технології гірничого виробництва. – Випуск 2. – КрНУ, 2014 С.171–180.
13. Мороз М. М., Труніна І. М., Мороз О. В. Оптимізація логістичної діяльності переробного підприємства / Науковий вісник Одеського національного економічного університету. - Збірник наукових праць №3-4 (280-281), 2021. – С. 63-69.
14. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
15. Кір'янов О.Ф., Мороз М.М., Чаплінський В.С. Впровадження інформаційних технологій в організацію міських перевезень / Вісник КДПУ. – 2008. – Випуск 1. – С. 48.
16. Trunina I., Moroz M., Zahorianskyi V., Zahorianskaya O., Moroz O. Management of the Logistics Component of the Grain Harvesting Process with Consideration of the Choice of Automobile Transport Technology Based on the Energetic Criterion / IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES). – 2021. – P. 1-5.
17. Загорянський В.Г., Мороз М.М., Гайкова Т.В., Цимбал О.В. Удосконалення методики проектування контейнерного терміналу / Вісник машинобудування та транспорту. - №2(18), 2023 – С.56-62.

УДК:681.3

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА

Д.В. Грушаков, доц., канд. техн. наук,
 М.О. Федотова, канд. техн. наук,
 О.А. Козловський, доц., канд. техн. наук,
 Р.В. Телюта, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна

Мікропроцесорні системи, включаючи персональні комп'ютери (ПК), мають складну комбіновану структуру. При виборі комп'ютера основну увагу приділяють апаратній частині та програмному забезпеченню компютера.

Однак, при цьому важливою складовою є також і надійність роботи комп'ютера. Для виконання розрахунку надійності комп'ютера спочатку будуємо його спрощену типову структурну схему РС, що представлена на рис. 1.

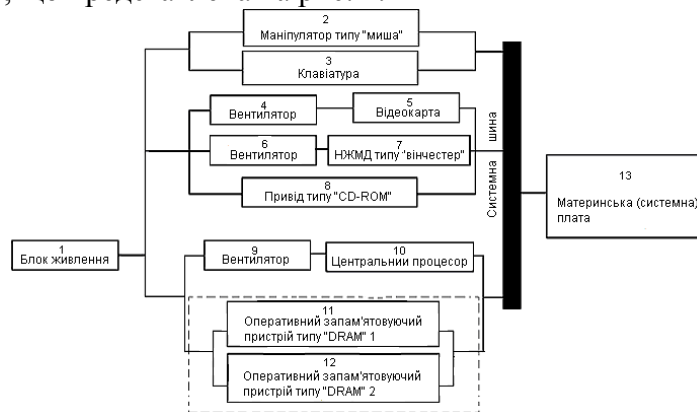


Рисунок 1 – Спрощена типова структурна схема ПК

Далі для розрахунку будуємо таблицю показників надійності елементів ПК (табл. 1), при цьому дані надійності окремих елементів РС беремо з довідкової літератури [1].

Таблиця 1 - Показники надійності елементів ПК.

№	Елемент (модуль)	Кількість, m_j , штук	Інтенсивність відмов, $\lambda_j \cdot 10^{-5}$, 1/годину	Середній наробіток, $T_j \cdot 10^5$, годин
1	Системна плата	1	5.0	0.2
2	Центральний процесор	1	0.1	6.6
3	ОЗП типу „DRAM”	2	0.5	2.0
4	Відеокарта	1	2.6	0.375
5	НЖМД	1	1.0	1.0
6	CD-ROM	1	5.0	0.2
7	Клавіатура	1	5.0	0.2
8	Маніпулятор „миша”	1	5.0	0.2
9	Блок живлення	1	2.6	0.375
10	Вентилятор	3	0.76	1.3

При розрахунку надійності спрощеної типової структурної схеми ПК за допомогою лямбда-методу (експоненціального розподілу) приймаються наступні припущення:

- відмови елементів (модулів) незалежні;
- відмова будь-якого модуля призводить до відмови ПК;
- вихідними даними для розрахунку показників безвідмовності ПК є інтенсивності

відмов λ_j модулів;

- коефіцієнт варіації напрацювання до відмови модулів $v=1$;

- закон розподілу напрацювання до відмови ПК описують експоненціальним розподілом вигляду:

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

де λ - загальна інтенсивність відмов всіх модулів ПК.

$$\lambda = \sum_{j=1}^n m_j \lambda_j, \quad (2)$$

де m_j - кількість однотипних модулів ПК; λ_j - інтенсивність відмов модуля j -го типу.

Середнє напрацювання до відмови ПК визначене виразом:

$$T_{cp}^e = 1 / \lambda \quad (3)$$

Розрахунок надійності за даним методом, використовуючи характеристики модулів ПК що приведені в табл. 1, виконуємо у наступній послідовності [4]:

- визначаємо середній наробіток до відмови ПК:

$$T_{cp}^e = \left(\sum_{j=1}^n m_j \lambda_j \right)^{-1} = (29.6 \cdot 10^{-5})^{-1} = 3381 \text{ година} \quad (4)$$

- знаходимо гамма-відсотковий наробіток ПК ($\gamma=0,9$):

$$T_{\gamma}^e = -T_{cp}^e \cdot \ln \gamma = 3381 \cdot 0.1054 = 356 \text{ годин} \quad (5)$$

- розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи ПК протягом заданого наробітку $t=1500$ годин:

$$P^e(t) = e^{-\lambda t} = 0.64 \quad (6)$$

Розраховуємо ймовірність безвідмовної роботи спрощеної типової структурної схеми ПК (рис. 2) з врахуванням послідовного та паралельного з'єднання елементів (модулів) враховуючи, що:

- ймовірність безвідмовної роботи двох послідовно з'єднаних елементів

$$P = P_1 \cdot P_2; \quad (7)$$

- ймовірність безвідмовної роботи двох паралельно з'єднаних елементів

$$P = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2); \quad (8)$$

- елементи 4 і 5, 6 і 7, 9 і 10, утворюють послідовне з'єднання; замінюємо їх квазіелементами В, С, D відповідно;

- елементи 2 і 3, 11 і 12, утворюють паралельне з'єднання; замінюємо їх квазіелементами А, Е відповідно;

- елементи В, С, 8 утворюють паралельне з'єднання; замінюємо їх квазіелементом F;

- елементи D і Е утворюють паралельне з'єднання; замінюємо їх квазіелементом G;

- елементи А, F і G утворюють паралельне з'єднання; замінюємо їх квазіелементом H;

- елементи 1, H і 13 утворюють послідовне з'єднання; отримуємо загальне рівняння для визначення ймовірності безвідмовної роботи системи структурної схеми ПК

$$P_{\gamma} = P_1 \cdot P_H \cdot P_{13}; \quad (9)$$

- знаходимо елемент з найменшою ймовірністю безвідмовної роботи серед P_1 , P_H та P_{13} (елемент 13);

- визначаємо бажану ймовірність безвідмовної роботи елемента 13

$$P'_{13} = \frac{P_{\gamma}}{P_1 \cdot P_H} = \frac{0.9}{0.9189 \cdot 0.9998} = \frac{0.9}{0.9188} = 0.9795 \quad (10)$$

- знаходимо значення інтенсивності відмов елемента 13

$$\lambda'_{13} = -\frac{\ln(P'_{13})}{T} = -\frac{\ln(0.9795)}{0.041} = \frac{0.0207}{0.041} \approx 0.51 \quad (11)$$

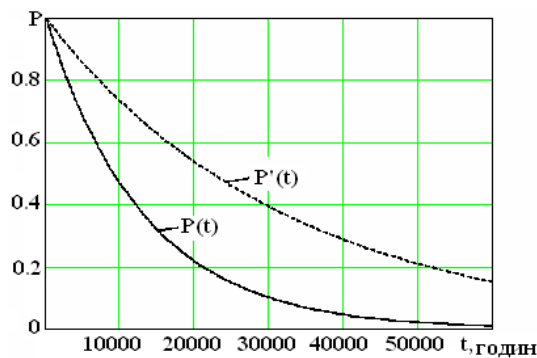
- отримуємо значення ймовірності безвідмовної роботи системи з підвищеним наробітком та зменшеною інтенсивністю відмов:

$$P' = P_1 \cdot P_H \cdot P_{13}' \quad (12)$$

На підставі отриманих результатів розрахунків показників надійності ПК за допомогою лямбда-методу, що наведені в табл. 2 за допомогою відповідного програмного забезпечення будуються графіки ймовірностей безвідмовної роботи ПК, які зображені на рис.3.

Таблиця 2 - Результати розрахунків показників надійності ПК

Елементи	Інтенсивність відмов, $\lambda \times 10^{-5}$, 1/годину	Наробіток $\times 10^5$, годин					
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
1,5	2.6	0.7711	0.5945	0.4584	0.3535	0.2725	0.2101
2,3,8,13	5.0	0.6065	0.3679	0.2231	0.1353	0.0821	0.0498
4,6,9	0.76	0.9268	0.8590	0.7961	0.7379	0.6839	0.6338
7	1.0	0.9048	0.8187	0.7408	0.6703	0.6065	0.5488
10	0.1	0.9900	0.9802	0.9704	0.9608	0.9512	0.9418
11,12	0.5	0.9512	0.9048	0.8607	0.8187	0.7788	0.7408
A	-	0.8452	0.6004	0.3965	0.2524	0.1574	0.0971
B	-	0.7146	0.5107	0.3649	0.2608	0.1864	0.1332
C	-	0.8386	0.7033	0.5898	0.4946	0.4148	0.3478
D	-	0.9176	0.8420	0.7726	0.7089	0.6505	0.5969
E	-	0.9976	0.9909	0.9806	0.9671	0.9511	0.9328
F	-	0.9819	0.9082	0.7976	0.6770	0.5629	0.4628
G	-	0.9998	0.9986	0.9956	0.9904	0.9829	0.9729
H	-	0.9999	0.9998	0.9995	0.9977	0.9937	0.9869
P	-	0.4677	0.2187	0.1022	0.0477	0.0222	0.0103
13'	0.51	0.9612	0.9048	0.8607	0.8187	0.7788	0.7408
P'	-	0.7334	0.5379	0.3943	0.2887	0.2109	0.1536



P(t) - ймовірність безвідмовної роботи ПК при початкових даних
 P'(t) - ймовірність безвідмовної роботи ПК в результаті зменшення інтенсивності відмов
 Рисунок 3 - Графік ймовірності безвідмовної роботи ПК

Список використаних джерел

1. Азарсков В.Н., Стрельников В.П. Надежность систем управления и автоматики: учеб. пособие / В.Н. Азарсков, В.П. Стрельников. – К.: НАУ, 2004. – 164 с.
2. Надійність приладів і систем автоматики. / Методичні вказівки для виконання практичних робіт з елементами кредитно-модульної системи організації навчального процесу спеціалістами та магістрами з напрямку підготовки 6.050201 “Системна інженерія” спеціалістами та магістрами спеціальності 7.05020101, 8.05020101 “Комп’ютеризовані системи управління та автоматика”. Укладач: Трушаков Д.В. – Кіровоград: РВЛ КНТУ. – 2013. – 44 с.
3. Основи надійності цифрових систем: підручник для студ. вищ. навч. закл. Що навч. за напрям. «Комп’ютерна інженерія» / за ред. В.С. Харченко, В.Я. Жихарева. – Х: Нац. аерокосм. ун-т «ХАІ», 2004 – 573 с.

UDK 622.73:621.926:678:026

LOW-DISCRETE REINFORCEMENT OF THE RUBBER LINING OF THE DRUM MILL WITH METAL ELEMENTS

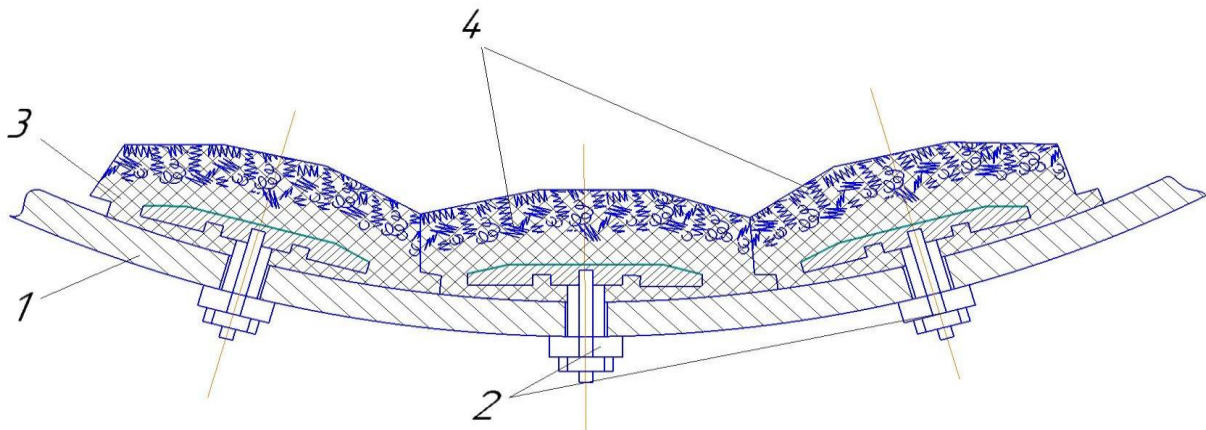
V.A. Nastoiaschchy, *Prof., candidate technical sciences,*
S.O. Karpushyn, *associate professor, candidate technical sciences,*
O.M. Antoniuk, *st. hr. ГМ22М-2,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

Rubber linings have found wide practical application for lining the inner surface of mill drums when grinding mineral materials [1, 2, 3] in mining, chemical, construction, etc. Industries.

In production, metal and rubber linings of drum mills are used, which include sets of lining plates and lifters of various shapes and schemes of fastening to the drum. The combination of different profiles of these elements makes it possible to create a wavy inner surface of the drum [1], which increases the grinding efficiency due to more effective capture, raising the material itself and the crushing elements - metal balls - to a greater height, and using the potential energy of the fall to achieve a greater degree of grinding. However, at the same time, the degree of wear of the working, rubber surface of the lining increases, which occurs mainly as a result of "scratching" of the rubber working surface during the descent from its convex elements of abrasive material that is crushed (poly-deformation process with the formation of short scratches). This necessitates the combination of light elastic damping elements and, accordingly, metal wear-resistant and at the same time shock-resistant elements in the lining. The question of a successful combination has been relevant for a long time, which indicates the absence of an optimal practical solution.

One of the interesting attempts to increase the wear resistance of rubber lining elements is the creation of a discrete-celled working surface of rubber lining plates for self-fixation (stuck) of crushing metal balls in the conical cells [1]. The main disadvantage is the "high degree of discreteness" of self-fixed metal inclusions. This drawback is inherent in almost all technical solutions, such as: "metal heels", "spikes", and discrete rods [1, 2] installed in the body of the rubber lining. Also, the concentration of tensile stresses around individual "highly discrete" metal elements in the body of the rubber lining determines the low reliability of the adhesive connection of the metal rods with the elastic material of the lining elements, which is explained by the rectilinear shape of the rods and the possibility of the rods, or their parts, falling out of the elastic body of the plates. A separate disadvantage is the technological complexity of the production of lining plates, which will be reflected in their cost price, in particular, the need for mutual positioning of a certain number of relatively short (from 100 to 160 mm) vertically and horizontally located reinforcing rods, or so-called "heels", "spikes".

In order to increase wear resistance, the authors proposed a lining plate of a drum mill made of elastic material [3], which is reinforced with discrete steel elements that have a twisted, spiral, cylindrical and closed shape and are placed in the upper layers of the working surface of the plates in a chaotic order, and the ratio of the diameter to the length of the reinforcing element is equal to 1.0 and is 0.25 of the thickness of the lining plate with the total thickness of the reinforced zone up to 0.6 of the thickness of the lining plate (Fig. 1). Moreover, steel discrete elements are made of medium carbon steel and have a grooved outer surface (Fig. 2).



1 – metal drum; 2 – screw fastening of lining plates; 3 – lining plate made of elastic material; 4 – discrete steel elements

Figure 1 – Fragment of a section of a ball mill drum with proposed lining plates [3]

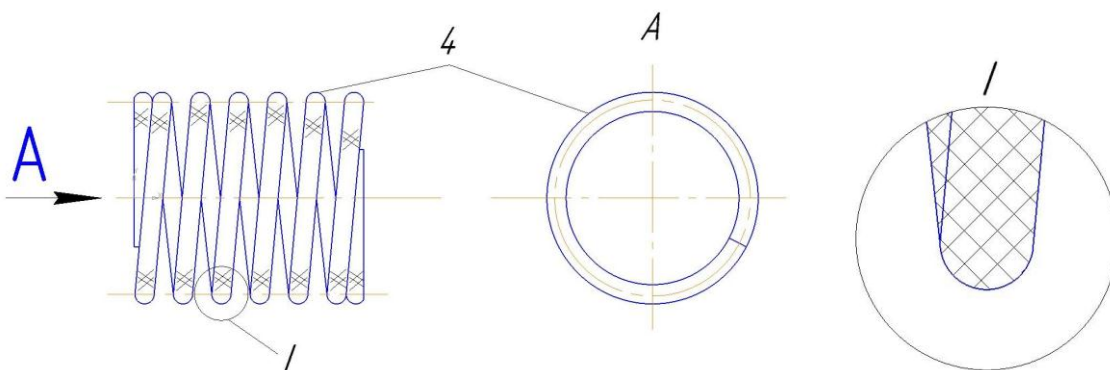


Figure 2 – Steel discrete element

The process of functioning of the proposed drum mill lining is as follows. After loading into the mill carbon steel crushing balls with a diameter of 15 to 125 mm and raw material for grinding in the recommended proportions, the drum 1 starts to rotate. Depending on the frequency of rotation of drum 1 in the mill, up to five regimes can be observed (patterns of movement of balls and crushed material). The most unfavorable for rubber lining is the cascade mode (non-cataract), which is characterized by a low speed of rotation of drum 1, in which the ball mass together with the crushing material is displaced in the drum by a certain angle, in the direction of rotation of drum 1. The value of this conditional angle is determined by frictional forces between the material being crushed and the working surface of lining plates 3, which are reinforced with discrete steel elements 4, having twisted, spiral, cylindrical, and closed forms. Partially steel discrete elements 4 are exposed from the rubber of the lining plate as a result of the poly-deformation process of cutting or tearing off the rubber under conditions of low angles of attack of the abrasive particles and enter the friction process. The chaotic arrangement and twisted, spiral, cylindrical, and closed form of discrete steel elements 4 in the body of the rubber lining plate 3 allow the creation of a large number of metal surfaces for contact interaction with the abrasive medium.

When the rotation frequency of drum 1 increases, waterfall (cataract) and mixed (cascade-waterfall) regimes are observed, which are characterized by additional impact loads on the material crushed by falling metal balls. The intensity of crushing increases, while shock loads from the falling balls are transmitted through the crushed material to the working surface of the lining plates 3. The steel elements 4, which are vulcanized into the elastic rubber plate 3, create a surface of various stiffnesses, which contributes to more intense crushing. Impact impulses from falling balls are transmitted to the metal structure of the drum 1 through the damping, non-reinforced part of the lining plates 3. The thickness of the reinforcement of the lining plate 3 is equal to the permissible amount of wear before the plate is rejected.

A further increase in the rotation frequency of drum 1 will lead to the "centrifuge" and "flywheel" modes, where the features of the lining design will not have any effect on the grinding processes.

The chaotic arrangement, twisted, spiral, cylindrical and closed form of discrete steel elements 4 and their corrugated surface, in contrast to the existing reinforcing elements in the form of: "heels", "rods", and "spikes", ensures a "low-discreteness rate" of wear-resistant inclusions in the working surfaces of the rubber lining 3. At the same time, with a large number of wear-resistant surfaces and their areas, the effect of good self-fixation of these reinforcing elements 4 in the elastic material of the lining 3 is achieved. It is also worth noting the possibility of effective work of the elastic material in combination with discrete steel elements 4, twisted, spiral, cylindrical, and closed form shape under shock loads. A separate advantage of this type of reinforcement is also its economic cheapness [4]. No additional special devices, fasteners, positioners, etc. are required for the manufacture of lining plates, the manufacturing process is classic. Twisted, spiral elements can be made by hand from inexpensive materials, including recycled materials.

References

1. Franchuk V.P., Nastoishchyi V.A., Markelov A.E., Chyzhyk Ye.F. *Robochi poverkhni i futerovky barabannykh i vibratsiinykh mlyniv: Monohrafiia.* – Kremenchuk: Vyd-vo Shcherbatykh A.V., 2008. – 384 s.
2. Patent na korysnu model № 2546881C2 Futerovka barabannoho mlyna, MPK V02S 17/22. Nikitin A.Iu., Shynkorenko S.F. Zaiavl. 17.08.2012, biul. № 43 ot 10.04.2015.
3. Patent na korysnu model №154731 (Ukraina) FUTEROVKA BARABANNOHO MLYNA. Avtory: Nastoishchyi V.A., Aulin V.V., Karpushyn S.O. Patent opublikovano 13.12.2023, biul. № 50/2023. <https://is.gd/XsgwNC>
4. Patent na korysnu model №154801 (Ukraina) SPOSIB VYHOTOVLENNIA FUTEROVALNOI PLYTY BARABANNOHO MLYNA. Avtory: Karpushyn S.O., Nastoishchyi V.A., Aulin V.V., Pashynskyi M.V., Kuzyk O.V., Panteleienko V.I., Tykhyi A.A. Patent opublikovano 20.12.2023, biul. № 51/2023. <https://is.gd/mcgOs5>

УДК 631.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ, НАНЕСЕНИХ ГАЗОПОЛУМ'ЯНИМ НАПЛАВЛЕННЯМ

І. Василенко, доц., канд. техн. наук,
І. Шепеленко, проф., д-р техн. наук,
М. Красота, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Понад два роки Україна живе в умовах повномасштабної війни. Воєнні дії країни-агресора пошкодили або знищили значну частину української енергетичної інфраструктури. У зв'язку з енергетичною кризою, спричиненою війною, актуальними стають методи обробки деталей, які споживають невелику кількість електроенергії. Газополум'яне наплавлення, яке використовується для нанесення композиційних покриттів (КП) на деталі для підвищення їх довговічності, характеризується низьким енергоспоживанням.

Цей вид наплавлення є одним з найпростіших і ефективніших методів нанесення покриттів [1]. Джерелом тепла при цьому методі слугує полум'я, яке утворюється в результаті горіння суміші окислювача та горючого газу. Як горючі гази використовуються ацетилен, метан, пропан, бутан, водень та інші [2].

Найвищу температуру полум'я дають ацетиленово-кисневі суміші. Тому для наплавлення та напилення найчастіше використовують технічний ацетилен. Як присадний матеріал при газовому наплавленні використовуються дріт, прутки або порошки [3].

Для формування матриці КП можна використовувати залізний порошок, а у якості наповнювача – карбід хрому або карбід хрому плакований нікелем [3]. Проведені дослідження показали, що найвищу зносостійкість мали КП з плакованими нікелем частинками карбіду хрому [1].

Важливою характеристикою зносостійких покриттів є їхня мікротвердість. Для її оцінки застосовували метод показника кількості відбитків певної величини мікротвердості у відсотках до загального числа відбитків.

Результати вимірювання мікротвердості наплавлених КП (рис. 1) показують, що значення H_c можна розділити на три зони:

- твердість наповнювача (карбідів) - $(13-25) \cdot 10^3$ МПа;
- Твердість матриці (на основі заліза) - $(5-7) \cdot 10^3$ МПа;
- Твердість продуктів взаємодії основних компонентів - $(7-13) \cdot 10^3$ МПа.

Варто зазначити, що у випадку використання плакованих нікелем карбідів хрому (рис. 1, а) в одержаному покритті вміст продуктів взаємодії менше, а вільних карбідів більше, ніж у випадку використання «голих» карбідів (рис. 1, б). Це пояснюється меншою розчинністю плакованих карбідів у матриці.

Отже, дослідження мікротвердості показують, що доцільнішим є використання плакованих нікелем частинок карбіду хрому, оскільки в цьому випадку повніше розкриваються переваги композиційного покриття. Ці дані узгоджуються з результатами раніше проведених досліджень [1].

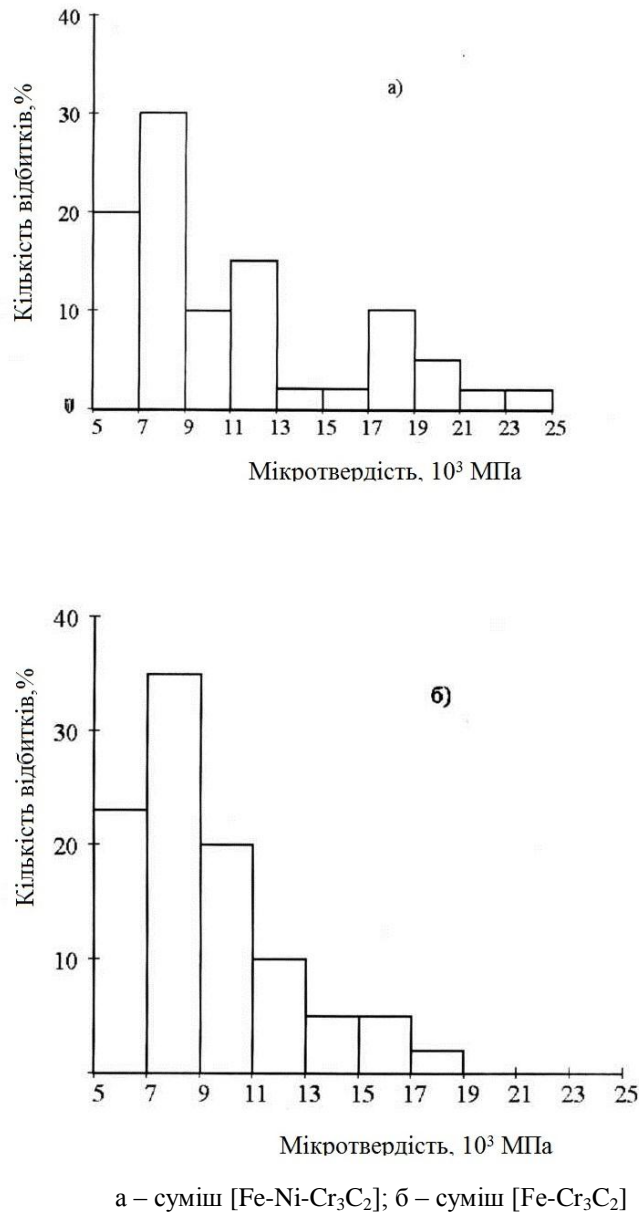


Рисунок 1 – Мікротвердість КП (вміст наповнювача 40%)

Список використаних джерел

1. Василенко І., Шепеленко І., Красота М., Колісник С. Дослідження зносотійкості покриттів для деталей сільськогосподарської техніки, нанесених газополуменим наплавленням. *Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С238-239.
2. Горгуль М. С. Застосування газопорошкового наплавлення для отримання кераміко-металевих покриттів. *Матеріали XVII-го Міжнародного форуму молоді "Молодь і сільськогосподарська техніка у XXI сторіччі". м. Харків, 25-26 березня 2021 р.* Харків: ХНТУСГ. 2021. С. 120
3. Василенко І.Ф. Вибір матеріалів порошкових дротів для нанесення композиційних покриттів. *Збірник наукових праць КНТУ «Техніка в с/г виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація»*. Кіровоград: КНТУ. 2015. Вип. 28. С. 154-159.

УДК:621.891:631.31

АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЕКСКАВАТОРІВ

О.Ф. Риженков, асп.,

А.Є. Боровік, асп.,

В.В. Пята, магістр,

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Ковші гідравлічних екскаваторів зазвичай експлуатуються у важких умовах, постійно перебуваючи під дією абразивного зношування і високих навантажень, в тому числі за рівнем динамічності, що позначається на терміні їх служби. Зазвичай користувачі періодично проводять ремонтні роботи для відновлення робочих властивостей ковшів, витрати на які стають істотними. Ковші, піддані відновленню, незважаючи на часткову втрату властивостей, залишаються працездатними. [1]. Високий рівень якісних показників ковшів вдається відновити, але ненадовго, так як після ремонту процес зношування може відбуватися з більшою інтенсивністю. Хоча ремонт ковшів дозволяє на деякий час збільшити їх зносостійкість, але не вирішує проблему кардинально. Для істотного підвищення терміну служби ковшів потрібна розробка нових зносостійких конструкцій відповідно до побажань споживачів обладнання. Нові конструкції екскаваторних ковшів призначені для установки на екскаваторах класу 6-40 т і в даний час поставляються на ринок.

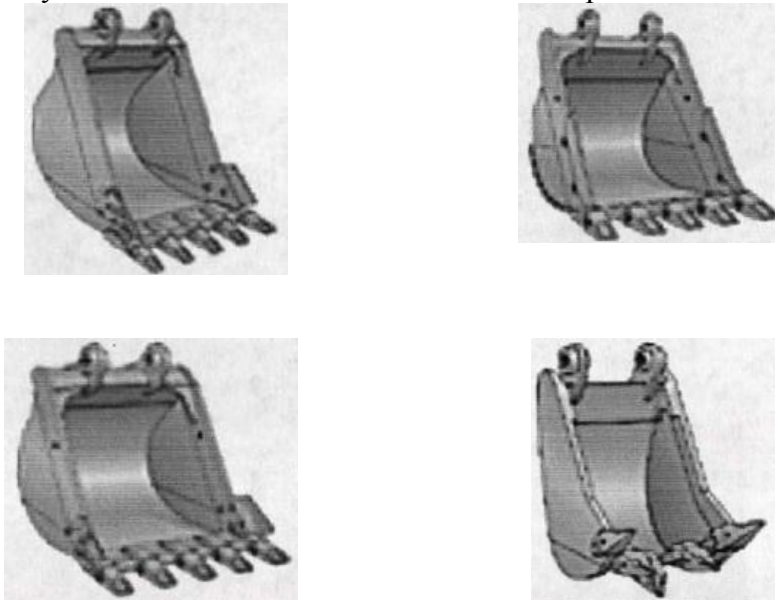


Рисунок 1 – Ковші екскаваторів, призначені для важких видів робіт

Оскільки екскаваторні ковші при проведенні робіт постійно знаходяться під впливом ґрунту, що розробляється і високих навантажень, для їх виготовлення застосовуються зносостійкі матеріали (сталі). Зношування відбувається в основному по тильній стороні ковша, тому її бажано виготовляти з матеріалу підвищеної зносостійкості, частковий знос спостерігається по ріжучої крайці, тобто процес зношування – нерівномірний [2,3]. Це свідчить про те, що ремонту слід піддавати лише деякі частини поверхні ковша і його робочих елементів, при цьому відбувається зміна його форми в зв'язку з нерівномірним

зносом окремих частин. Мета розробки е-ковша - найбільш повне блокування зносу всіх його поверхонь, а також підвищення терміну служби завдяки застосуванню більш міцних і зносостійких матеріалів.

Ковші, розроблені фірмою "Комацу", завдяки зміні форми і конструкції робочих елементів ефективні не тільки при розробці ґрунтів (покращене впровадження в ґрунт), але і при навантаженні самоскидів. Істотним фактором зниження фінансових витрат на ремонт ковшів є проведення цих робіт з урахуванням таких особливостей: використання більш дешевих, але зносостійких матеріалів, а також технологій ремонту, які не вимагають великого обсягу ручної праці і трудовитрат в цілому.

Зміна форми донної частини ковша з метою запобігання підвищеного зносу зони різальних крайок. При експлуатації звичайних екскаваторних ковшів найбільш активну зношування відбувається по передній і задній крайки частинам, які представляють собою прямі лінії, і зовнішньої криволінійної поверхні донної частини, менш активне зношування - по плоским бічним стінкам (рис.1.). Причина цього полягає в тому, що основні зусилля прикладаються до ковша тільки в обмежених по площі зонах, і процес зношування активізується там, де мають місце різка зміна кривизни зовнішньої поверхні ковша.

У конструкції е-ковшів змінена форма поверхні ковша: кривизна тильної частини виконана з двома перехідними радіусами. Це виключає різкий перепад діючих зусиль при копанні, забезпечує оптимальний розподіл навантажень, що діють на ківш з боку ґрунту, що сприяє розширенню зони додатки цих зусиль, а значить, зниження питомої силового впливу на цю поверхню ковша і, отже, зменшення його зносу в цілому. Показана ступінь зносу звичайних ковшів і е-ковшів, на якому видно, що зношування е-ковшів, відбувається більш рівномірно, тобто виключається швидке руйнування матеріалу донної частини від зносу в найбільш навантажених зонах (площа зносу звичайних ковшів приблизно в 1,8 рази менше, ніж у е-ковшів).

Загалом, підвищення товщини матеріалу ковшів має на меті запобігання надмірного зносу. Зокрема, використання для бічних стінок матеріалу більшої товщини забезпечує збільшення їх жорсткості і оптимізацію форми для ефективного розподілу діючих зусиль по площі донної частини. Завдяки більшому перекритті бічних стінок ковша поряд з підвищенням зносостійкості можна запобігти і надмірному деформуванню.

Список використаних джерел

1. Aulin V., Derkach, O., Makarenko, D., Pankov, A., Tykhyi, A. Analysis of tribological efficiency of movable junctions polymeric-composite materials – steel Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, 4(12-100), стр. 6–15
2. Аулін В.В., Тихий А.А., Карпушин С.О. Самозагострювання різальних елементів ґрунтообробних і землерийних машин в умовах зміцнення їх робочих поверхонь. *Сб. науч. трудов "Вестник Харьковского нац. автомобильно-дорожного университета"*. Харьков: ХНАДУ. 2012. вып. 57. С. 188-194.
3. Аулін В.В., Настоящий В.А., Тихий А.А. Вибіркове зношування робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин як відображення стохастичної природи їх взаємодії з частинками ґрунту. *Зб. наук. праць Укр. держ. академії заліз. транспорту*. 2014. Вип. 148. С.25-33.

УДК:621.891:631.31

ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН З АБРАЗИВНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

О.Ф. Риженков, асп.,

А.Є. Боровік, асп.

В.В. Пята, магістр,

ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет», Україна

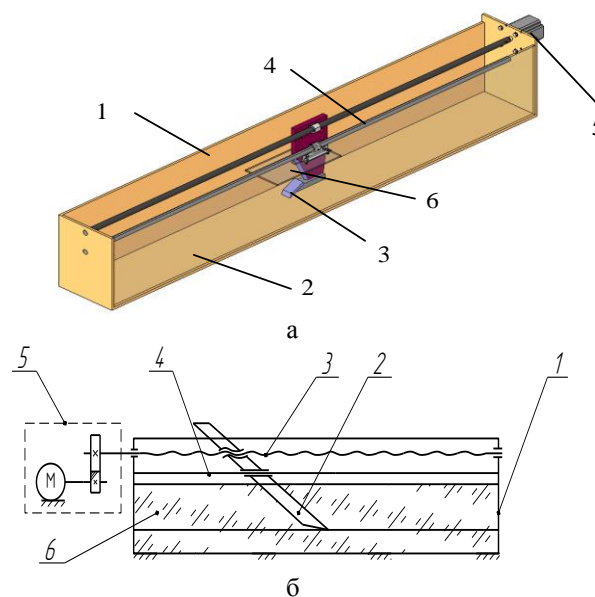
Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна

Методичні принципи, що базуються на комплексному підході дозволили виявити і дослідити основні процеси взаємодії РЕ з абразивним технологічним середовищем, відтворити процеси абразивного зношування в лабораторних умовах адекватно умовам експлуатації і встановити взаємозв'язок між триботехнічними, структурними, фізико-хімічними та фізико-механічними характеристиками процесу тертя.

Для дослідження механізмів абразивного зношування і поверхневого руйнування використовуються сучасні методи фізичного експерименту та імітаційного моделювання. Особлива увага приділяється дослідженню кінетики структури, елементного складу, напружено-деформованого стану поверхонь тертя при абразивному зношуванні, процесу самогострювання РЕ.

Процес вивчення характеру руху частинок абразивного середовища і їх взаємодії з різальними елементами (РЕ) є одним з найважливіших етапів дослідження природи абразивного зносу РЕ. Виявлення закономірностей динаміки абразивного зношування дає можливість обґрунтувати, визначити ефект самогострювання і уточнити умови його виникнення.

Найбільш наочним для вивчення характеру взаємодії частинок абразивного середовища з робочою поверхнею деталі та їх руху є спосіб візуального спостереження крізь прозору бічну стінку, який дає можливість фіксувати і досліджувати процес в динаміці цифрою фото- і відеотехнікою.



1 – смінь; 2 – абразивне середовище; 3 – досліджувальний зразок; 4 – напрямна; 5 – привод; 6 – прозорий екран.

Рисунок 1 – Загальний вид (а) та схема (б) установки для дослідження взаємодії потоків ґрунту у вертикальній та горизонтальній площинах з РЕ РОГМ [3]

Відносну зношувальну здатність середовища ґрунту, вплив швидкості руху на інтенсивність зношування зміцнених і незміцнених зразків РЕ робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин (РОГЗМ) визначають порівняльними випробуваннями в ідентичних умовах на лабораторній установці, загальний вид і схема якої представлена на рис. 1 [1,4].

Для вивчення процесів взаємодії в трибо технічній системі [2, 3] доцільно мати фізичну модель ґрунту, яка з достатньою мірою точності, математичної і фізичної коректності описувала б явища, що протікають в ньому. Модель повинна з єдиних позицій розглядати напружено-деформований стан (НДС) в об'ємі малих локальних областей, переходячи від них до НДС всієї області взаємодії, структуру, характеристики та властивості ґрунту й на її основі отримувати рівняння його стану. Саме структурна складова, стан і співвідношення фаз ґрунту визначають фізичну сутність процесів тертя та зношування РОГЗМ і прояв властивостей ґрунту як властивостей в'язких, пружних та крихких матеріалів. Через змінність характеристик та властивостей ґрунту для ефективної взаємодії з РОГЗМ необхідне його сприйнятливий НДС [3, 4].

Список використаних джерел

1. Aulin V., Derkach, O., Makarenko, D., Pankov, A., Tykhyi, A. Analysis of tribological efficiency of movable junctions polymeric-composite materials – steel Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2019, 4(12-100), стр. 6–15
2. Aulin V., Lyashuk O., Tykhyi A., Karpushyn S., Denysiuk N. Influence of rheological properties of a soil layer adjacent to the working body cutting element on the mechanism of soil cultivation Acta Technologica Agriculturae 4 Nitra, Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2018. pp. 153-159. <https://doi.org/10.2478/ata-2018-0028>
3. Аулін В.В., Тихий А.А. Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: монографія, Кропивницький: Вид. Лисенко В.Ф. 2017. 279 с.
4. Аулін В.В., Настоящий В.А., Тихий А.А. Вибіркове зношування робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин як відображення стохастичної природи їх взаємодії з частинками ґрунту. *Зб. наук. праць Укр. держ. академії залізн. транспорту*. 2014. Вип. 148. С.25-33.

УДК 621.787.4

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ

Я.Б. Немировський, *д-р техн. наук,*

Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

І.В. Шепеленко, *проф., д-р техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

В.В. Отаманський, *ст. викл.,*

Державний університет «Житомирська політехніка», м. Житомир, Україна

Як відомо, обробка деталей пластичним деформуванням (ПД) використовується в ремонтному виробництві при відновленні [1]:

- розмірів зношених поверхонь деталей;
- геометричної форми деформованих деталей;
- механічних характеристик матеріалу деталей.

Загальну схему технологічного процесу відновлення деталей з використанням ПД можна представити наступним чином (рис. 1).

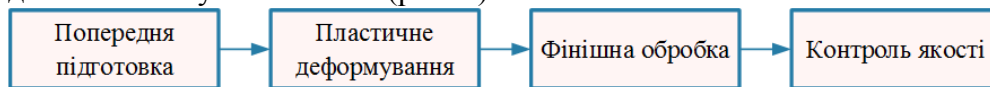


Рис. 1. Схема технологічного процесу відновлення деталей ПД

На наш погляд, створення сучасних технологій відновлення зношених деталей з використанням ПД має базуватися на вивченні механіки пластичного деформування оброблюваного матеріалу. Це дасть змогу створити необхідний напружено-деформований стан (НДС) і забезпечити пластичну течію матеріалу в напрямку до зношених ділянок, що компенсує величину зносу та створить необхідний припуск на подальшу механічну обробку.

Для доведення цього твердження розглянемо процес обробки осесиметричних деталей типу втулок, де для відновлення зношеного отвору може бути використано деформуюче протягування [2].

Моделювання НДС осесиметричної заготовки із сталі 12ХН3А при її деформуванні здійснювали за методикою [3] з використанням програмного комплексу Deform за наступною схемою (рис. 2).

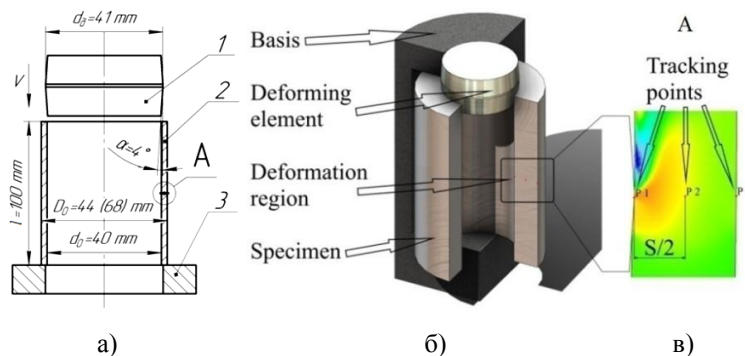


Рис. 2. Побудова моделі: а) схема обробки: 1 – деформуючий елемент; 2 – осесиметрична заготовка; 3 – основа; б) моделювання деформуючого протягування; в) графічна картина НДС фрагменту обробленої поверхні

Дані моделювання дали змогу встановити зв'язок між окружною деформацією e_φ і товстостінністю заготовки t_0 / d_0 (рис. 3).

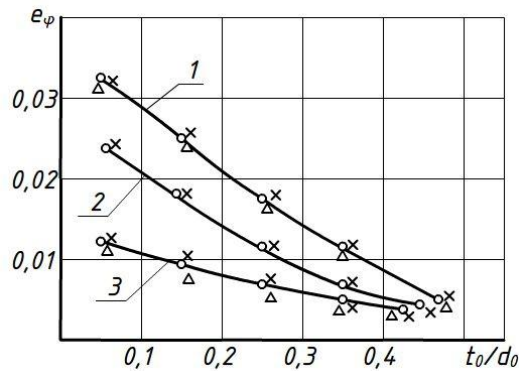


Рис. 3. Залежність окружної деформації e_φ від товстостінності заготовки t_0 / d_0 при обробці з натягом на елемент a / d_0 : 1 – 0,0375; 2 – 0,025; 3 – 0,0125 з різними кутами \square :
 \circ – 4° ; \times – 8° ; Δ – 2°

Проведені дослідження дозволили побудувати алгоритм технологічного управління формоутворенням заготовки (рис. 4), який може бути використаний при відновленні деталей деформуючим протягуванням.

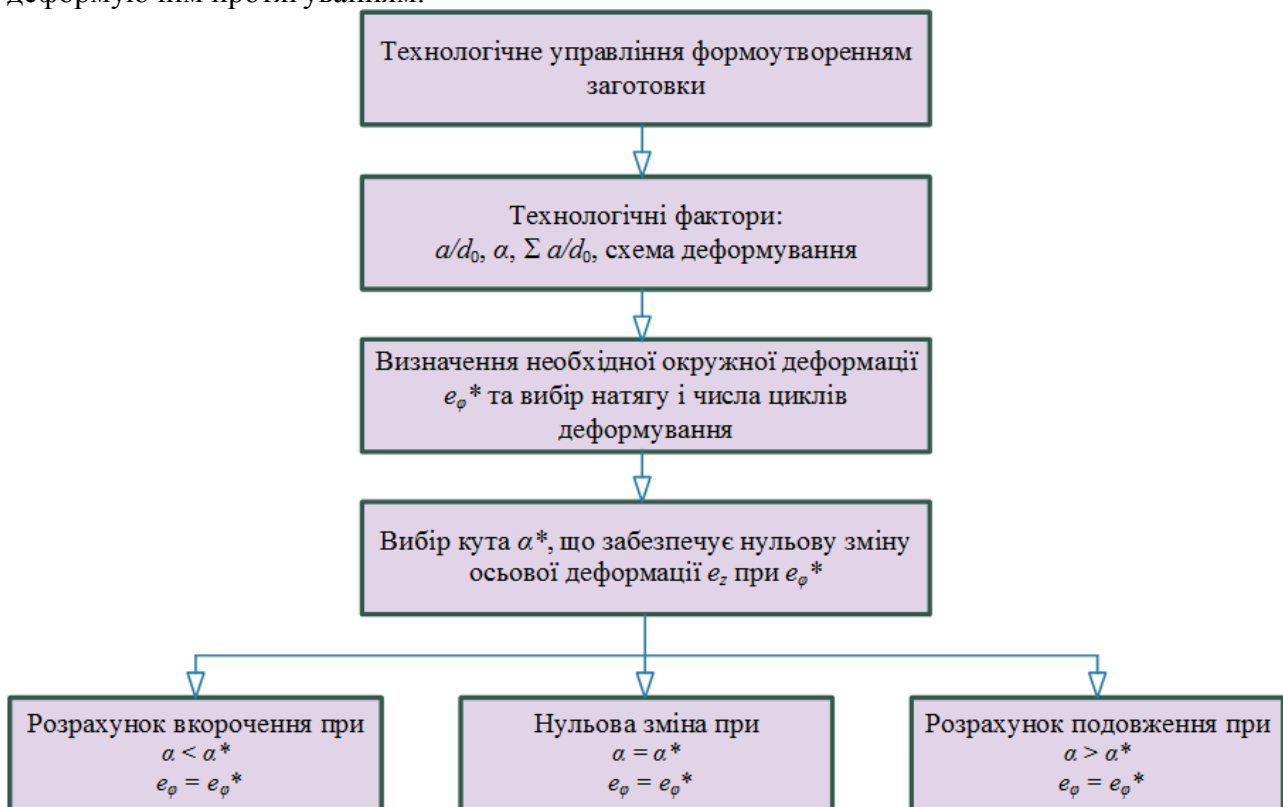


Рис. 4. Управління формоутворенням заготовки при деформуючому протягуванні

Схема управління формоутворенням деталі при деформуючому протягуванні (рис. 4) апробована під час побудови технологічних процесів відновлення наступних деталей [4]:

- поршневі пальці А01 і Д37. У цьому випадку, відповідно до рис. 4, забезпечується нульова зміна довжини, тобто довжина пальця після збільшення зовнішнього діаметра не змінюється;

- хрестовин карданного шарніра. Під час роздавання зношених шипів хрестовин відбувається одночасне збільшення зовнішнього діаметра і вихідного осьового розміру h до

h_1 (рис. 5), що дало змогу здійснити фінішну обробку зношених торців до необхідного розміру.

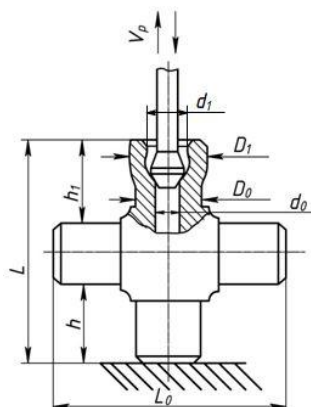


Рис. 5. Схема роздавання зношеної хрестовини

Таким чином, запропонована методика управління формоутворенням деталей під час обробки їх деформуючим протягуванням дозволяє досягати необхідних розмірів за рахунок вибору режимів протягування та геометрії інструменту. Отримані закономірності можуть бути використані при відновленні деталей автотракторної техніки з використанням способів пластичного деформування.

Список використаних джерел

1. Дудніков, А.А., Дудник, В.В., Бурлака, О.А., Канівець, О.В., & Кривонос, С.М. (2020). Відновлення деталей поверхневим пластичним деформуванням. *Scientific Progress & Innovations*, (4), 251-258.
2. Посвятенко Е.К. Протягування та протяжний інструмент: монографія / Е.К. Посвятенко, Я.Б. Немировський, І.В. Шепеленко. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2020. – 298 с.
3. Nemyrovskiy, Y., Shepelenko, I., Storchak M. Plasticity Resource of Cast Iron at Deforming Broaching. *Metals* 2023, 13(3), 551. <https://doi.org/10.3390/met13030551>.
4. Посвятенко Е.К. Інженерія деталей, оброблених протягуванням: монографія/ Е.К. Посвятенко, Я.Б. Немировський, С.Е. Шейкін, І.В. Шепеленко, О.В. Чернявський. Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 466 с.

УДК:621.891

УРАВЛІННЯ ТРИБОЛОГІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**А.Б. Гупка, доц., канд. техн. наук.,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

За обсягом перевезень вантажів та пасажирів у транспортній системі України провідне місце належить автомобільному транспорту на який припадає приблизно 80% усіх вантажів господарського комплексу держави. Це свідчить про надзвичайну важливість розвитку цього виду транспорту, як невідомого елемента єдиної транспортної системи.

Впродовж терміну експлуатації вантажного автомобіля в матеріалах деталей, вузлах та механізмах відбувається закономірні (природні або патологічні) руйнівні процеси, які призводять до погіршення початкових експлуатаційних властивостей. Знижуються показники надійності про, що свідчать часті виходи з ладу по технічних причинах деталей важкоавантажених спряжень вузлів та агрегатів. У важких умовах, під час експлуатації автомобіля працюють деталі спряжень циліндро-поршневої, шатунної груп, колінчастий вал з корінними та шатунними підшипниками, коробки переми швидкостей, редуктори, гальмівні механізми, механізми рульового керування та інші. Експлуатаційна надійність транспортних засобів суттєво залежить від технічного стану даних вузлів та агрегатів і визначається їх трибологічною ефективністю. Підвищити експлуатаційну надійність важкоавантажених спряжень транспортного засобу можна за рахунок вдосконалення його конструкції, вибору прогресивних технологій механічної обробки та зміцнюючих технологій робочих поверхонь тертя, ефективних мастильних матеріалів. Рішення цієї проблеми лежить у сфері комплексних інженерно-технічних заходів в галузях технології обробки, зміцнюючих технологій, матеріалознавства, триботехніки, паливо мастильних матеріалів, питань екології та інших.

Встановлення загальних закономірностей тертя та зношування, їх головного механізму зумовлено утворенням, трансформацією та руйнуванням дисипативних вторинних структур (ДВС). Виявлення головних структурно-енергетичних ефектів - прогресивний підхід в розробці методів управління трибологічною ефективністю важкоавантажених спряжень деталей транспортних засобів. Мета управління - розширення діапазону нормального тертя та зношування з пониженням рівня значень основних триботехнічних показників (інтенсивність зношування I , коефіцієнт тертя μ , температура T) та звуження діапазону їх розсіювання. З метою розширення діапазону нормальних процесів тертя та зношування необхідно зменшувати початкову енергію, для утворення гами ДВС і відповідно збільшувати енергію для їх руйнування. Одним з головних регуляторів при цьому являється використання мастил з відповідними присадками до них, за рахунок яких можна управляти пасивацією активованих поверхонь трибоспряжень з утворенням відповідних ДВС і з комплексом необхідних властивостей.

До експлуатаційних факторів, які впливають на зносостійкість спряжень деталей відносяться: режими експлуатації і силові параметри навантаження (швидкість переміщення, питоме навантаження, режими пуск-зупинка, реверсивність руху), температура на поверхнях тертя, зовнішнє середовище, умови мащення. Найбільш простим і дійовим засобом управління процесами в зоні фрикційного контакту є підбір оптимального мастильного матеріалу. Експлуатаційні шляхи та засоби розширення діапазону нормального тертя та зношування показані на рисунку 1.

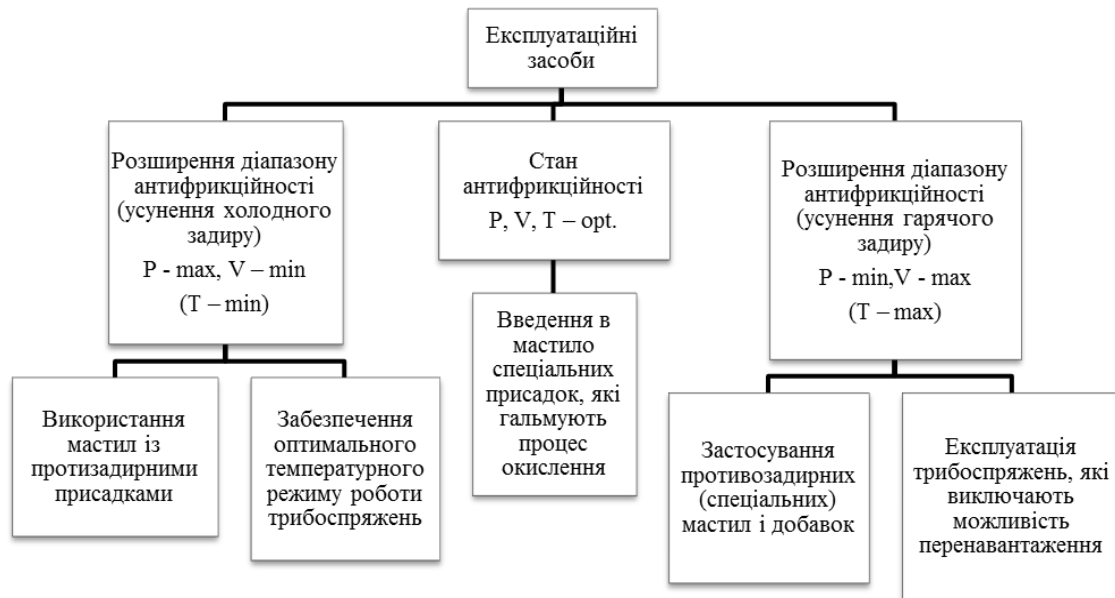


Рисунок 1 – Експлуатаційні засоби підвищення зносостійкості важко навантажених трибоспряжень

Необхідною умовою для реалізації режиму оптимального тертя та зношування являється розділення металічних поверхонь деталей мастильними шарами. В більшості випадків нормальне тертя та зношування забезпечується існуванням в зоні фрикційного контакту - поряд із мастильними шарами відповідних ДВС. Головною функцією мастильного середовища, при нормальному терті та зношуванні, являється деконцентрація напружень, оптимізація пластичної деформації поверхневих шарів, умови утворення, трансформації та руйнування ДВС. Для розширення діапазону і пониження рівня нормального механо-хімічного процесу тертя та зношування (по основних триботехнічних показниках) в роботі досліджено можливість застосування синтезатора металів «FORSAN» для важконавантажених спряжень деталей.

В роботі проведені дослідження по впливу синтезатора металів «FORSAN» на зносостійкість важконавантажених спряжень деталей з використанням спеціального трибометра (рис. 2).

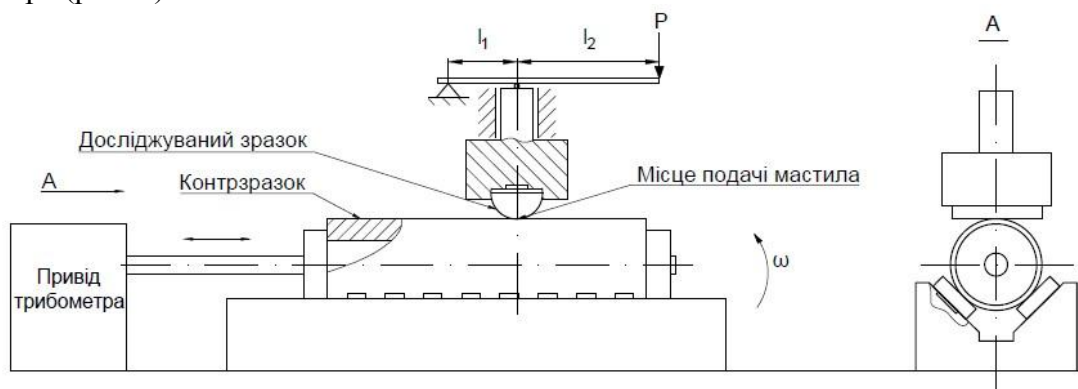


Рисунок 2 – Схема конструкції вузла тертя та механізму навантаження трибометра

Конструкція механізму навантаження дозволяє забезпечувати необхідні високі (екстремальні) значення питомого навантаження на трибоспряження при відповідних швидкостях ковзання. Схема контакту – точкова (пересічення циліндрів). В якості матеріала для досліджуваного зразка вибрана сталь 45 (HRC 35...38, Ra – 0.32), матеріал контрзразка – сталь ХВГ (HRC 46...48, Ra – 0.64). В процесі дослідження питома навантаження на зразок змінювалось в діапазоні 10...100 МПа, при постійній швидкості ковзання – 4 м/с. В зону фрикційного контакту трибоспряження подавався відповідний мастильний матеріал із синтезатором металів «FORSAN».

Як показали проведенні дослідження (рис. 3) при змінні питомого навантаження P в діапазоні 10...100 МПа наявність в мастилі - носії синтезатора металів «FORSAN» не впливає на значення коефіцієнта тертя та швидкість зношування. Це свідчить про те, що в процесі тертя та зношування мастило – носій не втримує частинки «FORSAN» на робочих поверхнях досліджуваних зразків. При використанні в якості мастильного матеріалу - «ЛИТОЛ» відмічено незначний вплив синтезатора металів «FORSAN» на основні триботехнічні параметри спряження деталей, а саме пониження коефіцієнта тертя і швидкості зношування в 1,2 ... 1,3 рази.

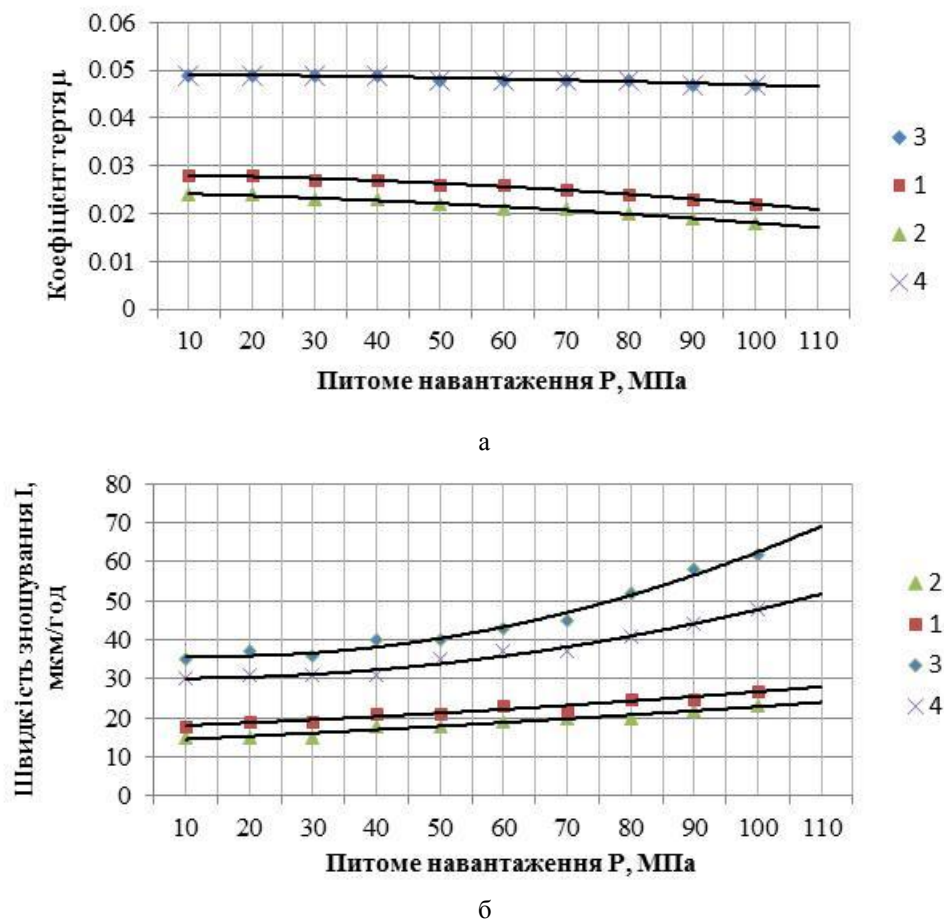


Рисунок 3 – Графічні залежності коефіцієнта тертя μ (а) та швидкості зношування I (б) від питомого навантаження P в трибоспряженні при терті в мастилі-носії (1), мастилі-носії із синтезатором металів «FORSAN» (2), в мастильному матеріалі «ЛИТОЛ» (3) і в «ЛИТОЛІ» з «FORSAN» (4)

Дослідження по підбору ефективних мастильних матеріалів в комплексі із конструкторським і технологічними засобами є актуальними і направленні на вирішенні проблеми підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів управлінням трибологічною ефективністю важконавантажених спряжень деталей, систем та агрегатів.

Список використаних джерел

1. Aulin, V., Gupka, A., Liashuk, O., Stukhlyak, P., & Hrynkiv, A. (2024). A comprehensive method of researching the tribological efficiency of couplings of parts of nodes, systems and aggregates of cars. *Problems of Tribology*, 29(1/111), 75–83. <https://doi.org/10.31891/2079-1372-2024-111-1-75-83>
2. Gupka A. The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria / O. Lyashuk, Y. Pyndus, V. Gupka, M. Sibravska, M. Stashkiv // ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine. R. - 231-237. <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3387620>

ДОЗАТОР НАСІННЯ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ

М.С. Філіппов, магістр,

П.С. Попик, доц., канд. техн. наук,

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

Основними вимогами до висівних апаратів сіялок точного висіву є забезпечення заданого розподілу насінин при мінімальній витраті посівного матеріалу. В основному апарати можуть бути поділені на дві групи: механічні і пневмомеханічні.

Механічні висівні апарати простіші в конструктивному виконанні, але якісний висів можуть забезпечувати лише після передпосівного обробітку ґрунту. Вони також потребують ретельних регулювань та задовільно працюють лише на малих швидкостях висіву.

Пневматичні висівні апарати більш універсальні і менш пошкоджують насіння в порівнянні з механічними, але по конструкції складніші.

Відомий висівний апарат, який використовується у сіялках точного висіву СТВТ-12/8М, що складається з корпусу в який входять насіннева та вакуумна камери, бункер для насіння, висівний диск і ворушилка.

Недоліком аналогу є порушення технологічного процесу дозування насіння стосовно пропусків або одночасного захоплення декількох насінин. В серійному висівному апараті основним дозуючим елементом залишається висівний диск з отворами, в яких вектор сили присмоктування не співпадає з вектором обертання висівного диску. У результаті спостерігається не заповнення присмоктуючих отворів насіннєвим матеріалом (пропуски), що оцінюється як технологічна відмова висівного апарата.

Науково-практичною задачею є підвищення точності виконання технологічного процесу висіву шляхом зміни конструкції висівного диска. Запропонована конструкція дозатора насіння представлена на рис. 1.(а, б).

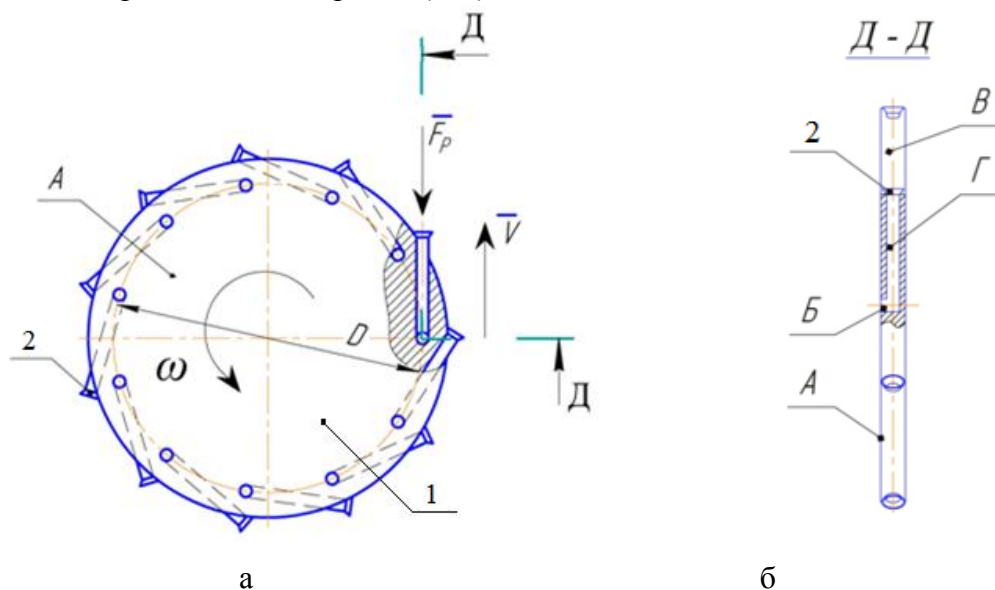


Рис. 1. Дозатор насіння направленої дії

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що дозатор 1 виконано у вигляді пластини, товщина якої не менше діаметру використовуваного посівного матеріалу. В площині А диска по діаметру D виконано не наскрізні свердлення Б.

По дотичній до кола діаметром D в площині B диска виконані свердлення Γ , кінці яких співпадають з осьовими не наскрізними свердленнями B . Свердлення мають конічні комірки 2.

Напрямок вектора \vec{V} лінійної швидкості обертання висівного диска співпадає з напрямком свердлень Γ . Вектор V лежить в одній площині з вектором присмоктувальної сили F_p , тобто є колінеарними.

Таким чином направлена дія присмоктувальної сили F_p і напрям лінійної швидкості \vec{V} обертання висівного диска, сприяють кращим умовам захвату насіння із насінневої камери, а конусоподібна форма сопла забезпечує краще утримання однієї насінини і погіршує захват зайвих.

Доопрацювання передбачають лише встановлення в конструкцію висівного апарата сівалки СТВТ-12/8М дозатора направленої дії. Для цього достатньо замінити серійний висівний диск з периферійними комірками у вигляді отворів необхідного діаметра і форми, на дозатор з комірками направленої дії. Заміна серійного висівного диска на експериментальний не потребує змін в конструкції висівного апарата.

Дослідженнями встановлено, що пневмомеханічний висівний апарат з дозатором направленої дії забезпечує кращі умови для захвату, утримання та виносу з маси насіння однієї насінини і транспортування її до насіннепроводу, навіть при незначному розрідженні у вакуумній камері. У результаті підвищується точність технологічного процесу висіву та зменшуються енергозатрати висівного агрегату при сівбі технічних культур.

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. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свірень М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. – К., 2003. – 206 с.
3. Voiko A., Popuk 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.
4. Патент на корисну модель № 84210 Україна, МПК А01С 7/04, А01С 17/00, А01С 19/00. Пневмомеханічний висівний апарат / А.І. Бойко, П.С. Попик // - № у 2013 05473; Заяв. 26.04.2013; Опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.
5. Патент на корисну модель № 90890 Україна, МПК А01С 7/04, А01С 17/00, А01С 19/00. Пневмомеханічний висівний апарат з поворотною коміркою висівного диска / А.І. Бойко, П.С. Попик, О.О. Банний // № у 2014 00807; Заяв. 29.01.2014; Опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11.

УДК 621.432.3

ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯМИ

**А.А. Радько, магістр,
В.А. Сиволапов, ст. викл.,**

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

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, застосований метод ремонту пов'язані 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 карбідотворюючими 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 карбідотворюючий 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 сталевих 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...130А, 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.

Один із шляхів підвищення довговічності гільз - хромування їхньої внутрішньої поверхні, що підвищує зносостійкість більш ніж на 50%. Однак використання цього способу стримується високою вартістю і відносно низькою адгезією товстих шарів хрому. Доцільніше відновлювати гільзи осталуванням. Це високопродуктивний процес, що дозволяє отримати досить товсті зносостійкі покриття великої твердості. Експлуатаційні випробування показали, що відновлені осталуванням гільзи забезпечують зносостійкість пари поршень — циліндр, рівним 80% від зносостійкості того ж сполучення з новою загартованою гільзою, і 140% незагартованою гільзою.

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.

Наприклад, розроблений у Харківському інституті механізації та електрифікації сільського господарства (ХІМЕСГ) електроліт дозволяє отримувати залізо-фосфорні покриття завтовшки до 1 мм зі швидкістю осадження 0,25...0,35 мм/год. Зміст фосфору в металі становить 7...10%, а мікротвердість їх у вихідному стані 70... 80 МПа. Сплави заліза з фосфором представляють інтерес для відновлення гільз циліндрів тому, що при нагріванні їх до температури більше 250°C мікротвердість покриттів не знижується, а, навпаки, підвищується за рахунок утворення фосфідів заліза, в результаті чого різко збільшується зносостійкість, а також покращується адгезія з основним металом. Після термообробки таких покриттів при 400°C протягом 1 год їх мікротвердість досягає 160 Н/мм², а зносостійкість більш ніж в 2 рази перевищує зносостійкість загартованої сталі 45 і більш ніж в 10 разів зносостійкість звичайного електролітичного заліза.

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,2017.212с.

УДК: 681.2; 615.831

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ВОДІЇВ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

В.В. Щепін, *ст. гр. ЕЕ-21,*

Д.В. Трушаков, *доц., канд. техн. наук,*

О.А. Козловський, *доц., канд. техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна

Психоемоційний стан водіїв має велике значення для безпеки транспортних перевезень – це важливо, як для перевезень на пасажирському транспорті, так і для вантажних. Емоційний стан водія може впливати на рівень уваги та швидкість реакції на дорожні події. Стрес, роздратованість або втома можуть призвести до зниження пильності, що підвищує ризик аварій. Крім того, психоемоційний стан може впливати на поведінку водія при виникненні несподіваних та конфліктних ситуацій в дорозі.

Нами було розроблено та створено діючий макет пристрою для покращення психоемоційного стану людини [1]. Цей пристрій випромінює світлові потоки різного кольору та інтенсивності, імітуючи при цьому гру світла та кольорів природніх явищ, що впливає на біоритми головного мозку людини, та може призвести до покращення психоемоційного стану людини. Даний пристрій пропонуємо встановити в кабіні транспортного засобу. Під час стоянки водій може їм користуватися - покращити власний психоемоційний стан. Крім того за допомогою цього пристрою можливо керувати кондиціонером та зволожувачем повітря для створення комфортних умов у кабіні водія.

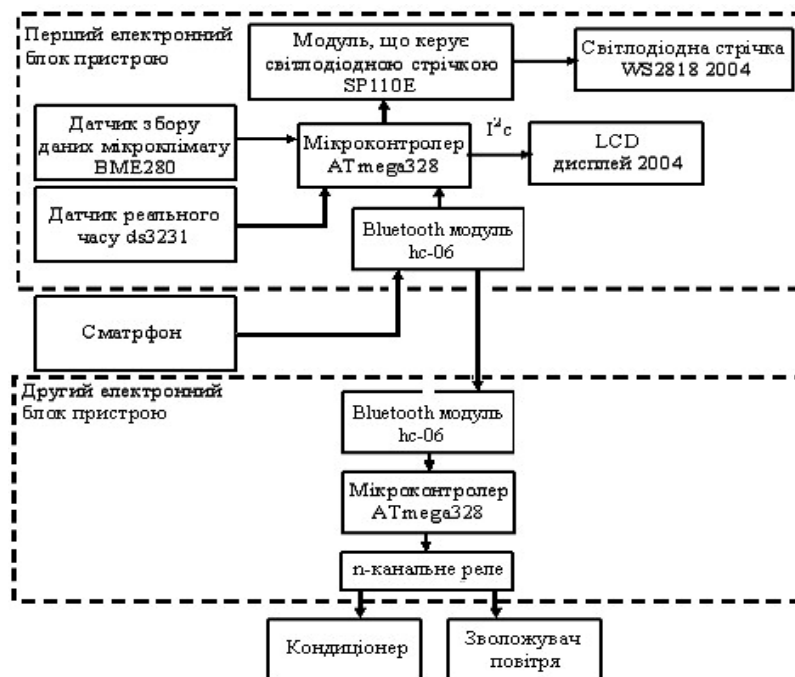


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою для корекції психоемоційного стану людини

При цьому постає питання економічної ефективності впровадження пристрою. Повну собівартість пристрою розраховуємо за статтями калькуляції [2]:

$$C_{\text{пов}} = M_o + M_d + K_{\text{кв}} + T_v + Z_{\text{ор}} + Z_{\text{др}} + B_c + B_o + B_{\text{цех}} + B_z + B_{\text{ін}} + B_{\text{пв}}, \quad (1)$$

де M_o – витрати на основні матеріали та покупні комплектуючі, грн; M_d – витрати на додаткові матеріали, грн.; T_b – транспортно-заготівельні витрати, грн.; Z_{op} – основна заробітна плата виробничих робітників, грн; Z_{dp} – додаткова заробітна плата виробничих робітників, грн.; B_c – єдиний соціальний внесок, грн.; B_o – витрати на утримання та експлуатацію обладнання, грн.; $B_{цех}$ – цехові витрати, грн.; B_z – загальнозаводські витрати, грн.; $B_{ін}$ – інші виробничі витрати, грн.; $B_{пв}$ – позавиробничі витрати, грн.

Розрахунок інших статей калькуляції, а також повної собівартості пристрою та його оптової ціни зведено до табл. 1.

Таблиця 1 – Повна собівартість та оптова ціна пристрою/

№ п.п.	Стаття калькуляції	Позначення	Метод розрахунку, джерело інформації	Результат, сума, грн
1.	Матеріали основні	M_o	табл. 2	2398,0
2.	Матеріали допоміжні	M_d	4% від M_o	95,92
3.	Покупні комплектуючі вироби	$П_н$	табл. 3	2382,0
4.	Зворотні відходи (віднімаються)	$-B_{zv}$	6% від M_o	-143,88
5.	Транспортно-заготівельні витрати	T_b	5% від $(M_o + M_d + П_н)$	292,56
6.	Паливо та енергія на технологічні цілі	$П_{тек.}$, $E_{тек.}$	78,8% від Z_{op}	116,31
7.	Всього матеріальні витрати			5140,91
8.	Основна заробітна плата виробничих робітників	Z_{op}	табл. 4	106,8
9.	Додаткова заробітна плата виробничих робітників	Z_{dp}	10% від Z_{op}	10,68
10.	Єдиний соціальний внесок	B_c	22,0% від $(Z_{op} + Z_{dp})$	25,84
12.	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	B_o	табл. 3	223,54
13.	Цехові витрати	$B_{цех}$	табл. 3	147,6
14.	Загальнозаводські витрати	$K_{зав}$	220% від Z_{op}	234,96
15.	Інші виробничі витрати	$B_{ін}$	1,43% від Z_{op}	1,53
16.	Виробнича собівартість	$C_{вир}$	Σст. (7 ÷ 15)	5891,86
17.	Позавиробничі витрати	$K_{пв}$	1% від $C_{вир}$	58,92
18.	Повна собівартість	$C_{пов}$	$C_{вир} + K_{пв}$	5950,78
19.	Прибуток	$П_н$	20% від $C_{пов}$	1190,16
20.	Оптова ціна	$Ц_{опт}$	$C_{пов} + П_н$	7140,94

Розраховуємо оптову ціну пристрою [2]:

$$C_{опт} = C_{пов} \cdot \left[1 + \frac{П_{пн}}{100} \right] = 5950,78 \left[1 + \frac{20}{100} \right] = 7140,94 \text{ грн.}, \quad (2)$$

де $C_{пов}$ – повна собівартість пристрою, грн.

$П_{пн}$ – процент нормативного прибутку (рентабельність пристрою), %.

Визначаємо точки беззбитковості для підприємства, що буде виробляти прилад [2]:

$$T_{беззб} = \frac{B_{пост}}{C_{опт}^1 - B_{змін}}, \quad T_{беззб} = \frac{22074}{7140,94 - 5509,3} = 13,5 \approx 14 \text{ шт.} \quad (3)$$

де $B_{пост}$, $B_{змін}$ – постійні та змінні витрати.

Визначаємо величину прибутку за рік для виробника [2]:

$$П_6 = (N_6 - T_{беззб})(C - B_{зм}) - B_{пост} = (50 - 14)(7140,94 - 509,3) - 22074 = 216665 \text{ грн.}, \quad (4)$$

де N_6 – кількість приладів за рік, штук.

Список використаних джерел

- В.В. Щепін, Д.В. Трушаков, О.І. Сіріков. Пристрій для корекції психоемоційного стану людини. Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2021. Вип. 4(35). - С.100-110.
URL: [https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/4\(35\)/4\(35\)_2021.pdf](https://mapiea.kntu.kr.ua/pdf/4(35)/4(35)_2021.pdf)
- Сідун, В.А.; Пономарьова, Ю.В. Економіка підприємства. К.: Центр навчальної літератури, 2003 – 436с.

УДК 631.358:62

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН

В.В. Коновал, маг.,

В.А. Сиволапов, ст. викл.,

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

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.

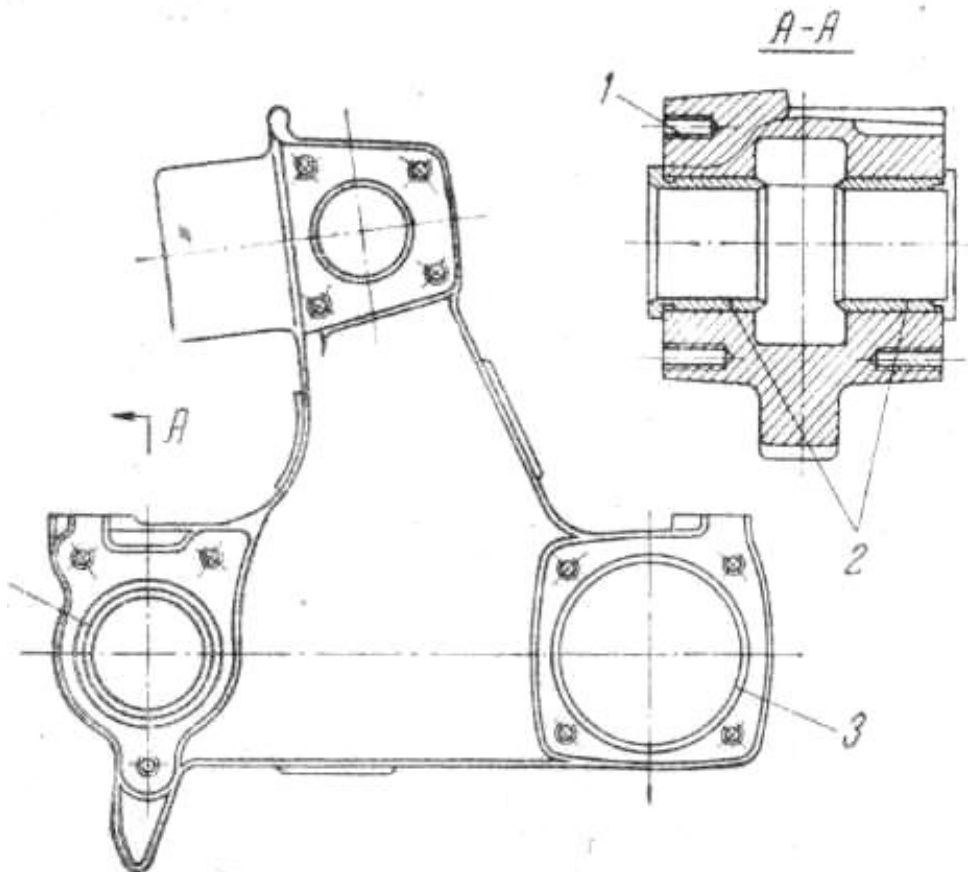


Рисунок 1 – Балансир 150.31.021-1. Схема дефектів

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	$60^{+0,60}_{+0,40}$	60,80	61,20	Штангенциркуль	Відновлювати
3	Знос поверхні під роликотідшипник	$100^{+0,02}_{-0,01}$	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 роликотідшипник 7909К).

Результати заносимо в таблицю .

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідуєчий

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 669:620.18

СТАЛІ З БОРОМ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Г.М. Похиленко, ст. викл.,

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

В Європі, аграрні машинобудівники використовують низьколеговані борвмісні сталі (наприклад, Вогон 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). До того ж, після гартування і відпуску, деталі з цієї сталі набувають підвищену експлуатаційну стійкість – їх ресурс в два-три рази вище в порівнянні з продукцією зі сталі 65Г, яка використовується для аналогічних деталей. Інша борсталь, яка випускається в Україні і Європі (Італія), з підвищеними міцністю і жароміцністю - 38MnB5, а також низьковуглецева 27MnCrB5 з кращою прогартовуваністю, більш високою міцністю і покращеною зварюваністю.

Інша 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.

Загальне застосування сталі 15B30 включає в себе інструменти для роботи на землі та деталі для сільськогосподарських машин, такі як диски, фрези, підмітальні машини та шипи. 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.

Для підвищення надійності і довговічності деталей, які працюють в умовах складних навантажень, є доцільним введення в сталі бору і комплексів в які входить бор, які сприяють підвищенню прогартовуваності, твердості, подрібненню структури сталі (бор); міцності, в'язкості, опору втомлюваності і зносостійкості (ванадій), зменшенню зерна, а також дозволяє отримати сталь із заздалегідь заданою зернистістю (цирконій) . Виходячи з цих позицій на основі відомої 30ХГС розроблена комплекснолегована сталь (Патент на винахід №76664. Сталь. Бюл. №8 від 15.08.2006 р.).

Відзначимо, що введення бору в сталь 30ХГС дозволило збільшити межу текучості на 100 – 150 МПа, а межу міцності на 200 МПа після низького і середнього відпуску, тоді як при високому відпуску ці показники практично не змінилися. Введення в сталь комплексу бор – ванадій дозволило не лише підвищити межу міцності і межу текучості на 100 МПа після низького і середнього відпуску, але й збільшити в 1.5 рази ударну в'язкість.

УДК 621.791.001

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

**С.М.Герук, доц., ст.наук співробітник, канд. техн. наук,
Житомирський агротехнічний фаховий коледж, м. Житомир, Україна**

На протязі третього тисячоліття зварювання являється одним із ведучих технологічних процесів створення матеріальної основи сучасної цивілізації. Поза сумнівом зварювання і на далі буде інтенсивно розвиватися, оскільки є ключовою технологією для багатьох галузей виробництва. Зварювання і споріднені технології нині постійно і стабільно розвиваються. З їх застосуванням промислово розвинені країни світу виробляють більше половини свого валового національного продукту. Впевнено рухаючись вперед, зварювання увійшло в усі сфери життя людини. Воно широко використовується не тільки в промисловості та будівництві, а також в інших галузях народного господарства. В даний час в промисловості використовується дуже багато різноманітних способів зварювання, які дають можливість отримувати високоякісні зварні конструкції різної геометричної форми і розмірів.

Аналіз тенденцій розвитку глобального ринку зварювальної техніки свідчить, що і надалі технології зварювання будуть найбільш поширені. Значно зростатимуть потреби в енергозберігаючих технологіях зварювання, що базуються на використанні висококонцентрованої енергії — плазмової, лазерної, електронно-променевої, а також гібридних джерел енергії. Автоматизація та роботизація процесів зварювання поширюватиметься і стане у нагоді там, де вона найбільш ефективна. Застосування нових конструктивних форм дозволить удосконалити зварні конструкції, а зниження їх металоемності забезпечить використання сталей і сплавів більш високої міцності. Проте не треба забувати про вимоги надійності, довговічності та якості зварних конструкцій.

Значний внесок в розвиток зварювального виробництва вносить ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України. Перспективними, з урахуванням тенденцій розвитку сучасних напрямків зварювальної науки і техніки, є плазма як висококонцентроване джерело енергії. В Інституті електрозварювання (ІЕЗ) здійснено ряд розробок, які дали гарні результати.

Підвищити технологічні і техніко-економічні показники процесу зварювання товстого металу дозволила розроблена технологія швидкісного плазмового зварювання сплавів товщиною до 12 мм за один прохід. Обладнання забезпечує можливість роботи з різнополярними імпульсами струму з заданою формою хвилі, з плавним регулюванням і дискретним регулюванням тривалості імпульсів та пауз між ними в широкому діапазоні, а також можливість роботи на постійному та імпульсному струмі прямої та зворотної полярності. У порівнянні з традиційним процесом дугового ТП зварювання шов, отриманий плазмовим зварюванням, має на 40 % меншу ширину та масу металу, що наплавляється, а також більш дрібнодисперсну та однорідну структуру зони сплавлення. При цьому величина погонної енергії зменшується в 2,5...3,0 рази, а зона знеміцнення – в 1,5.

Збільшення товщини металів, що зварюються, і тенденції до підвищення швидкості зварювання призводять до необхідності дослідження технології та режимів зварювання у вуглекислому газі у вузьку щілинну обробку, а також під флюсом складеним електродом. У ході виконаних в Інституті електрозварювання ім. О.О. Патона досліджень встановлено, що швидкість електрошлакового зварювання можна збільшити у 4-5 разів і тим самим зменшити перегрів металу. При цьому відпадає необхідність проведення наступної термічної обробки виробів для отримання комплексу експлуатаційних характеристик. Ефект досягається завдяки інтенсифікації гідродинамічних явищ, що відбуваються у зварювальній ванні.

Значним досягненням останніх років є створення гібридного плазмово-дугового зварювання, де живлення забезпечує більшу глибину проплавлення основного металу. Розроблена технологія зварювання сталей та алюмінієвих сплавів завтовшки 5...12 мм дозволяє у порівнянні з імпульсно-дуговим зварюванням плавким електродом збільшити швидкість зварювання на 25...40 %, зменшити витрати зварювального дроту на 40 %. Для реалізації цієї технології створено плазмотрон оригінальної конструкції та базові технологічні процеси. Забезпечити високі фізико-механічні властивості зварних швів алюмінієвих сплавів дозволяє створена технологія точкового плазмового зварювання зі спеціальною формою імпульсу та стабілізацією його довжини і обладнання для її реалізації.

У порівнянні з точковим контактним зварюванням тиском ця технологія може використовуватись при односторонньому доступі до місця зварювання. Катодне очищення зварюваних поверхонь алюмінієвих сплавів, висока продуктивність, менші енерговитрати дозволяють інтегрувати її у роботизовані зварювальні лінії. Із застосуванням плазмових джерел енергії в Інституті створено процес високопродуктивного надзвукового плазмового напilenня покриттів з порошків металу, сплавів, керамічних матеріалів та їх сумішей.

Традиційно в Інституті продовжуються дослідження і розробки з використанням лазерних та електронно-променевих джерел живлення. На основі сучасних волоконних дискових та діодних лазерів високої надійності створено технологію і автоматизоване обладнання для лазерного зварювання високоміцних та нержавіючих сталей, алюмінієвих та титанових сплавів, які використовуються для виготовлення цілої гама виробів.

Інститут має успішний великий досвід створення електронно-променевого обладнання та технологій космічного призначення. Проведені роботи щодо створення нового покоління електронно-променевого інструмента для зварювання при виконанні монтажних та ремонтно-відновлювальних робіт у відкритому космосі.

Важливою проблемою є застосування зварювальних технологій в космічному просторі, де перспективним способом вважається електронно-променево, лазерна зварка. Інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона разом з НВО «Енергія» проведено експерименти електронно-променевого зварювання, різання, пайки і нанесення покриття у відкритому космосі, при яких були вивчені особливості отримання зварних з'єднань в умовах вакууму і мікрогравітації, оцінені можливості людини в скафандрі виконувати функції зварника. Льотчики-космонавти Г. Шонін і В. Кубасов на борту космічного корабля «Союз-6» вперше в світі здійснили зварювання в умовах космічного вакууму і невагомості. Космонавтами В. Джанібековим і С. Савицькою під час польоту станції «Союз-7» у відкритому космосі протягом 3 годин проводилося зварювання, різання та паяння металів, що довело можливість виконання різних робіт космічних апаратів.

Розширюються області застосування лазерних технологій, в тому числі потужних діодних зварювальних лазерів з високим ККД. Широкі можливості використання електроннопроменевого зварювання, яким за один прохід можна зварювати метали товщиною до 200-300 мм. Перш за все слід зазначити твердотілі лазери з діодним накачуванням. Основними перевагами цього типу лазерів є тривалий термін служби діодів (більше 10000 годин), більш високий ККД перетворення електричної енергії в лазерне випромінювання і високу якість випромінювання. Іншим напрямком розвитку обладнання є використання активних елементів на основі волоконної оптики з діодним накачуванням. Цей тип обладнання забезпечує високу якість променя, ККД перетворення електроенергії - до 20%, можливість розробки надійної і компактної конструкції лазера за рахунок виключення потребують юстирування оптичних пристроїв. Виробники цієї апаратури досить швидко збільшують потужність волоконних лазерів, яка в даний час складає близько 6,5 кВт, а найближчою метою розробників є досягнення 25 кВт. Оскільки волоконні лазери працюють на довжині хвилі, що співставима з довжиною хвилі твердотільних лазерів, вони мають всі переваги своїх прототипів, що особливо проявляється при зварюванні легких сплавів. У перспективі можливе ефективне використання для зварювання потужних діодних лазерів,

перевагами яких, порівняно з газорозрядними і звичайними твердотільними, є більш високий ККД (до 30%) і компактність конструкції, що дозволяє легко вбудовувати їх в автоматизовані промислові комплекси. Фокусна пляма потужних діодних лазерів зазвичай являє собою прямокутник з довжиною сторони в кілька міліметрів.

Розвиток контактного зварювання оплавленням пов'язано з подальшим вдосконаленням систем автоматичного управління і живлення потужних машин. Це дозволить вирішити багато технічних проблем, особливо при зварюванні виробів з великим поперечним перерізом з різних металевих матеріалів. Зокрема, представляється можливим в 2-3 рази зменшити час зварювання, знизити втрати металу і споживану потужність. При цьому досягається високотемпературний нагрів металу, необхідний при зварюванні високоміцних сталей і сплавів. Зазначені системи забезпечують не тільки багатофакторне управління процесом зварювання, а й одночасне діагностування якості з'єднань. Буде розвиватися контактна шовне зварювання для з'єднання рулонірованих смуг щодо малої товщини і великої ширини. Велика увага буде приділена розробкам серійного високопродуктивного обладнання для контактного зварювання на основі уніфікованих, модульних блоків, оснащеного засобами

Впровадження нових технологій потребує розробки і впровадження нового обладнання та матеріалів. Актуальною залишається проблема зварювання нових матеріалів на основі заліза, міді, нікелю, алюмінію, титану та ін. В Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона знайшли нове рішення поліпшення зварюваності перспективних сплавів алюмінію і титану. Створені нові технології, які дають можливість отримання зварних з'єднань товщиною 0,5-1000 мм. Для отримання нероз'ємних з'єднань з різнорідних матеріалів (сталь - титан, мідь - алюміній, сталь - алюміній і ін.) Перспективними є такі процеси: зварювання магнітно-імпульсна, зварювання вибухом, дифузійної зварювання, пайки, склеювання, механічні (штепсельні з'єднання). У виробництво впроваджено нові технології для зварювання полімерів і композитів на їх основі, зварювання труб з термопластів, які використовуються при будівництві газу - і водопроводів та інших комунікацій. Перспективними є з'єднання цих матеріалів за допомогою ультразвукового зварювання, зварювання тертям і струмами високої частоти. Значно розширилися можливості підводного зварювання і різання, які використовуються на глибині декількох десятків метрів. Для цього використовують зварювання плавкими і не плавляться електродами, лазерне випромінювання. Розробляються нові механізовані способи зварювання і різання, а також обладнання, які були б придатні для використання на кілометровій глибині для прокладки газу - і нафтопроводів по дну океанів.

Список використаних джерел

1. Герук С.М. Відновлення деталей сільськогосподарських машин зварюванням і наплавленням: становлення і розвиток. Монографія /С.М.Герук, О.М.Сукманюк //К.,2011.-198 с.
2. Шалимов М. П. Сварка вчера, сегодня, завтра.. (введение в специальность) : учебное пособие / М.П. Шалимов, В. И. Панов. - Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2006.:226 С.
4. Пупань Л.И., Кононенко В.И. Перспективные технологии получения и обработки материалов: Учеб. пособие / Л.И. Пупань, В.И. Кононенко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2008. – 261 с.
5. Герук С.Н. Зарождение теоретических основ технологического процесса сварки и наплавки при восстановлении деталей машин [Текст] /С.Н.Герук, Е.Н.Сукманюк// Научнотехнический прогресс в сельскохозяйственном производстве: матер. Междунар. Науч.техн. конф. в 3т.Т.1-Минск:НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского х-ва, 2014.-С.230-237.
6. Сучасні дослідження та розробки ІЕЗ ім. Є. О. Патона в галузі зварювання та споріднених технологій / Б.Є. Патон // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. — 2018. — № 4. — С. 5-18.
7. Герук С.Н. Перспективи розвитку зварювального виробництва//С.М. Герук, Е.Н. Сукманюк, А.Н. Калнагуз// ВІСНИК СНАУ.- НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ.- СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів» ВИПУСК 10 (32), 2017.-С.11-16.

УДК 656.1

МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У СУЧАСНИХ МІСЬКИХ УМОВАХ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

Д.П. Косякевич, асп.,

С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,

В.А. Побива, ст. гр. ТТ-21СКЗ,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Відомо, що відповідно до функцій, які виконують учасники транспортного процесу, на практиці виділяють дві форми організації перевезень вантажів у містах: централізована та децентралізована.

При централізованих перевезеннях (ЦП) відправи вантажів (ВВ) укладає договір на перевезення вантажів, у т.ч. на централізоване перевезення вантажів, подає заявку на перевезення, виконує навантаження вантажу. Автотранспортне підприємство (АТП) визначає кількість та типи рухомого складу (РС), організує перевезення вантажу та його експедирування, вантажоодержувач (ВО) - розвантаження. Сутність централізованих перевезень полягає у тому, що ВО бере участь у його перевезенні, лише відповідає у виконанні розвантажувальних робіт. Організація перевезень здійснюється через єдиний центр - АТП, незалежно від їх відомчої належності, а також, згідно з єдиним комплексним планом організації роботи автомобілів, ВВ та ВО з чітким розмежуванням обов'язків учасників) це є перший варіант визначення терміна – централізовані перевезення.

При децентралізованих перевезеннях (ДП) кожен вантажоодержувач самостійно організує перевезення вантажу, в тому числі: шукає РС, забезпечує навантаження вантажу, його експедирування та розвантаження. Для цього кожен ВО повинен прибути на пункт навантаження до ВВ зі своїми вантажниками або вантажними механізмами, експедиторами, своїми або замовленими транспортними засобами (ТЗ). Оскільки децентралізовані перевезення організовуються кожним ВО і незалежно один від одного, то такій формі організації перевезень властиві недоліки: великі прості рухомого складу (РС) під навантаженням та розвантаженням, значна кількість вантажників та експедиторів, великі непродуктивні витрати, висока вартість перевезень та ін..

Слід зазначити, що у торгово-транспортній практиці, як у міжнародній та і в українській, вантажі перевозяться за умов офіційних правил тлумачення торговельних термінів Міжнародної торговельної палати "ІНКОТЕРМС", на сьогодні - "ІНКОТЕРМС-2020". Сфера дії "ІНКОТЕРМС" поширюється на права та обов'язки сторін за договором "купівлі-продажу" щодо поставки товарів. Принциповою відмінністю термінів "ІНКОТЕРМС-2010" від "ІНКОТЕРМС-2020" немає. Оскільки "ІНКОТЕРМС" враховує умови, на підставі яких забезпечується юридична та комерційна основа взаємовідносин між сторонами, що беруть участь в перевезеннях. Можна співвіднести їх з кожною формою організації перевезень вантажів автотранспортними засобами (АТЗ) у містах.

Питання організації перевезень вантажу обумовлені рішеннями у договорах "купівлі-продажу" товару. Централізовані вантажні автомобільні перевезення у містах можливі за умови здійснення торгових угод на умовах: СРТ (перевезення оплачено до), СІР (перевезення та страхування оплачено до), ДАР (постачання у місці призначення), ДАТ (постачання на терміналі). Децентралізована форма організації вантажних автомобільних перевезень є наслідком укладання торгових угод.

Вивчення практичного досвіду перевезень будівельних вантажів до 1991 року показало, що з переходом планової економіки на ринкову спостерігаються істотні зміни у

організації перевезень. Особливо це стосується централізованих перевезень. Централізовані перевезення в цей період є основною формою організації перевезень. Так здійснювалися перевезення вантажів для промислових підприємств, постачальницьких, торгівельних та транспортно-експедиційних організацій, підприємств промисловості будівельних матеріалів. У міських умовах експлуатації централізовано перевозилися: цегла, цегляні блоки, будівельні розчини, цемент, пісок, залізобетонні вироби (ЗБВ), панелі та інші будівельні вантажі, нафтопродукти (бензин, дизельне паливо, мастильні матеріали), тверде паливо, вугілля, метал, вантажі у торговельну мережу та підприємства комунального харчування (хліб, молоко, напівфабрикати).

Найбільшу частку в міських умовах серед масових перевезень займають перевезення будівельних вантажів. Серед них переважну частину ваги займають: ґрунт (31-38 %), інертні матеріали до 25 %, бетон-розчин до 22 %, залізобетонні вироби до 16 %, цегла (1,2-6,9%). Високу рентабельність централізованих перевезень досягали при перевезеннях саме будівельних вантажів. Постачальниками та споживачами будівельних вантажів є фізичні та юридичні особи, заводи ЗБВ і цегли, дорожні та будівельні організації.

Зазначене свідчить, що доцільно розглядати практику організації централізованих перевезень масових вантажів. Централізовані перевезення у міських умовах мають певні особливості:

- застосовується спеціалізований рухомий склад;
- невелика відстань перевезення;
- переважно односторонній напрямок вантажопотоків (з місць виробництва на об'єкти, склади тощо). Зміна структури вантажопотоків у різні періоди виконання робіт або у зв'язку із закінченням або замороженням окремих об'єктів;
- можливість здійснення кількох їздок за зміну;
- єдиний транспортний цикл основного обсягу перевезень від місця виробництва до місця споживання, тривалість та трудомісткість транспортного циклу збігається з циклом перевезення;
- обмеження у дорожньому русі заборона руху центральними магістралями, наявність вулиць з одностороннім рухом, ділянок доріг з обмеженням допустимого навантаження на вісь, а також зниження пропускної спроможності доріг у певні дні, час доби та інші фактори;
- можливість застосування економіко-математичних методів планування перевезень та додаткові операції для штучних вантажів:
- велика, порівняно з насипними вантажами, тривалість часу навантаження-розвантаження;
- необхідність у додаткових операціях під час здійснення вантажних робіт (строповка, ув'язування вантажів, відкриття-закриття бортів);
- необхідність складських приоб'єктних майданчиків або у разі "монтажу з коліс" розробки точних графіків перевезень вантажів.

В сучасних міських умовах, на прикладі будівельних вантажів, спостерігаються чотири можливі варіанти їх централізованих перевезень.

Перший варіант. Перевезення будівельних вантажів організується підприємством-виробником їх власним коштом, власними АТЗ для власних будівельних майданчиків. Договір перевезення вантажів не укладається.

Другий варіант. Перевезення будівельних вантажів організується ВВ, власним коштом, власними АТЗ для різних самостійних власників вантажоодержувачів. У цьому випадку відмінність полягає в тому, що при вирішенні завдання оперативного планування перевезень вантажів необхідно враховувати організацію роботи розвантажувальних майданчиків, види механізмів розвантаження. В результаті час розвантаження не буде однаковим, матиме різні значення, як у першому варіанті, оскільки в різні дні у ВВ є безліч клієнтів, різні місця розвантаження, кожне з яких має свої особливості.

Третій варіант, схожий на другий, але ВВ організує перевезення будівельних вантажів

у цьому випадку найманими АТЗ, що орендуються у власників АТЗ за погодинними тарифами.

Четвертий варіант. Різні ВО, власник виробництва, ВВ організує перевезення і власними, і найманими АТЗ, тобто, четвертий варіант є синтез другого та третього варіантів.

У всьому різноманітті перерахованої вище варіантів ВВ є організатором перевезень, незалежно від власності АТЗ і ВО, договір на перевезення вантажів не укладається. Перший варіант централізованих перевезень будівельних вантажів у містах автомобільним транспортом підприємств та організацій є найскладнішим. Інші варіанти відрізняються від першого, але їх відмінності незначні.

В даний час багато вчених і практиків відзначають, що учасники перевізного процесу стикаються з труднощами у вирішенні проблем організації перевезень будівельних вантажів. Перевізні системи мають недостатню ефективність, оскільки їм не вдається зв'язати частини або етапи (функції) в єдиний механізм. Внаслідок чого розвиток вантажного автотранспортного ринку йде екстенсивним шляхом. Це пов'язано, перш за все, з економічними перетвореннями в країні, які виявились у падінні виробництва та появі безлічі підприємств різних форм власності, що призвело до неузгодженості інтересів учасників перевізного процесу.

В умовах перебудови господарського механізму суттєво змінюються економічні взаємовідносини між учасниками перевізного процесу. Особливо це стосується проблем транспортного забезпечення. Існуюча раніше жорстка договірна система зазнає змін. Відбувається диференціація АТП, що обслуговують будівельні організації, змінюються форми їхньої власності та відповідно принципи взаємовідносин із замовниками будівельних вантажоперевезень. В результаті аналізу транспортних процесів можливе ствердження, що від існуючої, досить налагодженої централізованої системи прийшли, в цілому, до децентралізованої системи перевезень.

Цілком природно, що договірні принципи, що існували раніше, методи взаємовідносин і взаєморозрахунків стають неприйнятними в сьогоdnішніх умовах. Потрібно обґрунтування принципів взаємовідносин учасників транспортно-технологічного процесу у різних умовах своєї діяльності, методів розрахунку витрат кожної зі сторін та його обліку в договірній ціні, і навіть структури організацій та правил їх взаємної діяльності.

Існуюча система організації перевізного процесу є роздробленою і недосконалою з погляду цілей, що стоять перед підрозділами, що виконують перевезення. Кожен учасник транспортного процесу також прагне досягти поставлених перед ним цілей, вирішуючи свої завдання підвищення показників діяльності окремо.

В даний час будівельникам цікаво виконати роботи з найменшими витратами з дотриманням термінів здачі об'єктів в експлуатацію. Перевізникам вигідно зробити максимум мото-годин, оскільки погодинна оплата, поширена останніми роками, стимулює лише до збільшення виробітку в годинах. Виробники ж зацікавлені у реалізації максимального обсягу виробленої продукції. Актуальним стає питання якісного обслуговування клієнтів із мінімальними витратами.

Сучасні уявлення перевізників-практиків полягають у тому, що на території міста перевезення транспортно-однорідних будівельних вантажів помашинними відправками та здійснюються по маятникових маршрутах із зворотним не навантаженим пробігом або радіальними маршрутами, що, згідно з положеннями теорії вантажних автомобільних перевезень, ідентифікується з роботою автомобілів у мікро, малих та середніх автотранспортних системах перевезень вантажів.

Будівельні вантажі перевозяться в містах по радіальному маршруту з виробничих або складських об'єктів (залізобетонні, цегляні заводи та склади) на приоб'єктні склади (будівлі) та інші місця (проміжні склади тощо), що потребують матеріалів. Насправді, крім радіальних маршрутів, перевезення будівельних вантажів автомобільним транспортом підприємств і закупівельних організацій можуть виконуватися від одного ВВ на кількох маятникових

маршрутах із зворотним не навантаженим пробігом, на кожному з яких ізольовано працює один чи група АТЗ.

В інших джерелах вказані різні схеми організації перевезень будівельних вантажів, у тому числі перевезення "один до багатьох", проте централізований спосіб перевезень вважається найкращим.

За матеріалами спостережень перевезень будівельних вантажів на підприємствах, що виробляють будівельну продукцію, у сучасній практиці перевезень вантажів переважає така форма організації, як самовивіз. Також спостерігаються підприємства-вантажовідправники (ВВ), які організують перевезення товарів, що продаються, власними або залученими АТЗ (організація перевезень власними силами), що нагадує відправний метод організації централізованих перевезень вантажів. Це дозволяє ув'язати інтереси виробництва, транспорту та будівництва воедино та створює передумови для розробки методів та способів комплексного управління всіма транспортно-технологічними процесами в системі "виробництво-транспорт-будівництво".

Під час підготовки централізованих перевезень необхідно виконати такі дії:

- провести обстеження вантажопотоків та виявити серед них найбільш стабільні;
- укласти договори на перевезення вантажів та транспортно-експедиційні послуги;
- вибрати метод виконання централізованих перевезень;
- розробити типові маршрути перевезення вантажів;
- перевірити відповідність навантажувально-розвантажувальних машин і механізмів (НРММ) оброблюваним вантажопотокам та умови виконання вантажно-розвантажувальних робіт вимогам охорони праці. Розробити суміщені графіки роботи РС та НРММ;
- вибрати тип та розрахувати необхідну кількість АТЗ і за необхідності укласти договори використання РС з іншими АТП;
- вибрати методи контролю роботи РС і за потреби спільно з вантажовласниками організувати лінійні диспетчерські пункти;
- вибрати форму та встановити порядок розрахунків за перевезення.

Вищевикладене застосовується для транспортного методу організації централізованих перевезень різних вантажів, в т.ч. і будівельних вантажів.

УДК 656.1

ОРГАНІЗАЦІЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,
С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,
А.О. Головатий, асист., канд. техн. наук,
С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Дослідження організації централізованих перевезень вантажів виконували, виходячи з наступних положень:

В основу централізованих перевезень покладено наукову концепцію розвитку теорії вантажних автомобільних перевезень: системний підхід, класифікація вантажних перевезень, дискретність транспортного процесу.

Перевезення вантажів у містах помашинними відправками більш ефективно виконувати централізовано. Централізовані перевезення будівельних штучних транспортно-однорідних вантажів, цегли та каменю на палетах автомобільним транспортом підприємств та організацій у містах є найбільш поширеними на практиці.

Можливими маршрутами перевезень будівельних штучних транспортно-однорідних вантажів у містах є маятникові зі зворотним не навантаженим пробігом та радіальні, окрема гілка яких нагадує маятниковий із зворотним не навантаженим пробігом, і на кожному з яких може працювати як одиниця і група АТЗ.

В якості математичного апарату можливо застосувати моделі опису функціонування вантажних перевезень АТЗ. Дослідження виконуються "від простого до складного", з урахуванням схеми організації перевізного процесу "один до багатьох".

В якості методу аналізу прийmemo однофакторний - приймом "ланцюгових підстановок", який отримав найбільше поширення на автомобільному транспорті. При цьому всі фактори, крім одного, приймаються умовно постійними, а один - змінним.

Організатор перевезень - ВВ (перевезення вантажів організується підприємством-виробником свого будівельного вантажу власним коштом АТЗ підприємств і закупівельних організацій). Що стосується наявності власного автотранспорту у межах підрозділу підприємства ВВ, тобто транспортний процес є допоміжним стосовно основного виробництва, тоді однією з показників його є виробнича собівартість.

Дослідження здійснювали на прикладі підлягають перевезення будівельних вантажів у оперативному режимі. Для перевезень будівельних штучних транспортно-однорідних вантажів застосовували АТЗ, що забезпечують і збереження вантажів на АТЗ з кузовами типу бортова (безбортова) платформа, а для вантажно-розвантажувальних робіт - мостовий і козловий, баштові крани, автокрани, авто- та електронавантажувачі. Кількість АТЗ, що підлягають розгляду, обмежували десятима одиницями, тобто найпоширенішою розмірністю автотранспортного підрозділу підприємства.

Спираючись на класифікацію АТП, приймали, що мінімальною за складністю рухомого складу є ситуація, коли автотранспортний підрозділ ВВ складається з рухомого складу АТЗ однієї марки та призначення.

Приймали до уваги умову, що у кожному пункті навантаження кілька постів, а у кожному пункті розвантаження – один пост. Умовою експлуатації є місто. Організаційно-правовою власністю підприємств ВВ є товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ).

Тривалість функціонування автотранспортних вантажних перевезень відповідає режиму роботи ВВ, як організатора перевезень. Відповідно до практики, виявлено найбільш

поширений однозмінний режим роботи, який оперативно не змінюється. Тривалість роботи становить 8 годин, а також 5-денний робочий тиждень.

Сучасна практика централізованих перевезень вантажів полягає в наступному.

Замовлення від клієнтів надходить до відділу продажу через телефон, факс, електронну пошту або через офіційний сайт у режимі on-line. Менеджер відділу продажів приймає замовлення та погоджує з клієнтом обсяги, терміни та вартість вантажу, а також спосіб перевезення: самовивіз або власними силами.

Менеджер відділу продажів погоджує з виробничим відділом наявність обсягу товару, з відділом постачання та вартість транспортних послуг (якщо таке завдання потрібне). Як правило, при великих обсягах замовлення товар заздалегідь узгоджують і виготовляють спеціально для клієнта. Кожне замовлення розглядається відносно можливості виконання. При цьому враховується наявність справного і вільного АТЗ, відповідність АТЗ вантажу, можливість вкласти у терміни перевезення. Також враховується і доцільність перевезень (співвідношення доходу від виконання перевезення та можливих витрат). Після чого замовлення оформляється. Замовлення наступного дня приймається до 17.00 години щодня.

В результаті між підприємством та його клієнтами укладаються договори, виходячи з економічних (вартість матеріалів, способи та умови оплати), технічних (номенклатура та якість матеріалів), транспортних (відстань, час доставки, тривалість вантажних операцій), суб'єктивних (родинні, дружні зв'язки) та інших передумов. Договори на довгостроковій основі укладаються у вигляді договорів поставки, при разовому замовленні укладається договір купівлі-продажу. У процесі організації перевезень оформляється документація (у стандартній формі): товарно-транспортна накладна (ТТН) у чотирьох примірниках, колійний лист, рахунок-фактура, сертифікат якості вантажу. Договір на перевезення вантажу відсутній.

Водій після отримання необхідної дорожньої документації та виконавши регламентовані операції (передрейсову підготовку) подає АТЗ до пункту навантаження. У пункті навантаження водій зазначається у диспетчера заводу, потім за дорученням стропальника ставить АТЗ на навантаження. Головний майстер стежить за здійсненням навантаження, він же розподіляє стропальників за постами навантаження відповідно до їх завантаженості. В першу чергу навантаження вантажів здійснюється за завданням, заздалегідь узгодженим до певного часу, що перевозяться своїм автотранспортом. Далі завантажуються прибулі АТЗ при варіанті "самовивозу" (очікування становить згідно з опитуванням близько 20-30 хвилин), з яких 15% припадає на очікування навантаження. На території заводу також є власні козлові крани, автокрани, автонавантажувачі. Також застосовується нічне навантаження власного автотранспорту.

Найбільша кількість автомобілів у пункт навантаження прибуває в інтервалі часу з 8.00 до 10.00 години, це призводить до збільшення простою в очікуванні навантаження.

Виконується перевезення вантажів. Перевезення ВВ здійснює своїм РС, повністю взявши відповідальність за збереження вантажу. При цьому в договорі поставки окремим рядком вказується вартість автопослуг. Щодо надання автопослуг здійснюється у межах міста, то вони здійснюються на порейсовій оплаті (рейс – до 3 годин, наступна година – доплата).

Завод залізобетонних виробів може наймати додатковий автотранспорт у різних підприємств, які мають у наявності АТЗ на підставі договору оренди. Оплата найманого АТЗ здійснюється згідно з розцінками транспортних компаній та підприємств. Оплата за годинним тарифом, передбачається оплата за годину роботи АТЗ, причому неповна година округляється у велику сторону з кроком 30 хвилин. Постійної співпраці з певною транспортною компанією не ведеться, пріоритет при її виборі встановлюється за віддаленістю та вартістю оренди. Завод для перевезення продукції використовує спеціалізований РС: автопоїзди у складі сідельного тягача з напівпричепом, бортові автомобілі з причепом, автомобілі-самонавантажувачі, автобетонозмішувачі.

Виконується розвантаження, перевірка безпеки перевезеного вантажу, і навіть оформлення дорожньої документації. Завдання на перевезення вважається виконаним з часу фактичної передачі вантажу одержувачу, зазначеному в ТТН. Якщо час дозволяє виконати ще одну їздку, диспетчер направляє водія на завод для повторного навантаження.

Розрахунок за перевезення вантажу здійснюється клієнтом на підставі рахунку заводу. Підставою для виписки рахунки за виконане перевезення є ТТН. На довгостроковій основі, за договорів поставки, застосовується 100% передоплата, причому клієнт вправі проводити часткові платежі. Відвантаження проводиться у сумі проведеної передоплати. При самовивозі, за договором купівлі-продажу, оплата товару здійснюється клієнтом повністю.

О 16.00 год. фахівці з відділу продажу та відділу реалізації зустрічаються для складання почерговості обслуговування клієнтів наступного дня, враховуючи замовлення, що надійшли, і вже наявні (як правило, на тиждень). Планування перевезень розрахунковим шляхом не ведеться, визначення відстані виконується відповідно до схеми руху з усіма обмеженнями вантажного транспорту в межах міста.

Вивчення практики організації перевезень будівельних вантажів у місті Кропивницький показало, що планування та організація роботи АТЗ здійснюється на основі інтуїції, знань, досвіду персоналу. Виходячи із спостережень практики, в сучасних умовах вищезазначені методи організації централізованих перевезень вантажів у містах відсутні, спостерігаються лише деякі ознаки відправного методу. Для встановлення причин становища на практиці знадобився огляд стану теорії вантажних автомобільних перевезень у містах.

УДК 656

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.М. Зайцев, асп.,

С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,

С.Г. Чаплигін, ст.гр. ТТ-22МБ,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

У процесі агропромислового виробництва (АПВ) постійно виникає потреба в доставці машин, обладнання, пального та інших експлуатаційних матеріалів на поле для обробки землі, посіву, догляду за посівами, збору врожаю і транспортування його до місць зберігання або переробки. Також на поле доставляються гній, добрива, отрутохімікати, гербіциди, насіння та інші матеріали. Крім того, здійснюється перевезення найрізноманітніших вантажів: сіна, соломи, будівельних матеріалів, сільськогосподарських продуктів, довгомірної деревини, добрив, гною, штучних вантажів, молока, яєць, худоби тощо. Номенклатура вантажів, які перевозяться сільськогосподарськими підприємствами, нараховує до 300 видів. Деякі вантажі перевозяться у невеликих кількостях, але регулярно, тоді як під час збирання вантажу можуть перевозитися великі обсяги вантажів протягом короткого періоду часу.

Віднесення транспортних робіт у АПВ до допоміжних є неправомірним. Справедливо стверджувати, що транспорт у АПВ - важлива складова частина органічно єдиного процесу суспільного виробництва, один з найважливіших факторів успішного розвитку виробництва, його раціонального розміщення та спеціалізації.

Технічний прогрес у АПВ за останні роки все більше призводить до об'єднання транспортних засобів (ТЗ) та інших сільськогосподарських машин у єдиний виробничий процес. Чим вище рівень розвитку, тим більше можливостей для розробки та впровадження досконалих машин та знарядь праці, а отже, і для підвищення ефективності АПВ.

Процес виробництва сільськогосподарської продукції протікає в різних природно-економічних умовах, що впливають на технологію та організацію виробництва. Все це викликає необхідність мати в АПВ кілька різноманітних систем машин, до однієї з них належить вантажний автотранспорт.

Вантажний автотранспорт, як і багато сільськогосподарських машин і знаряддя, зайнятий у процесі виробництва порівняно невеликий період часу, враховуючи, що терміни виконання більшості видів сільськогосподарських робіт обмежені і, як правило, не можуть бути перенесені на інший час.

Своєчасне проведення всього комплексу робіт надає вирішальний вплив на врожай і вимагає того, щоб господарство мало великий запас ТЗ, що значно перевищує їхню середню потребу. Треба пам'ятати, що більшість з них працює просто неба, а це також істотно впливає на конструктивні особливості та експлуатаційні показники ТЗ.

У землеробстві при виконанні сільськогосподарських робіт вантажні автомашини пересуваються земельною ділянкою, предмети ж праці залишаються на місці до збирання врожаю та перевезення його в сховище. Процес виробництва займає великі території і потребує додаткових витрат за пересування машин і транспортування продукції.

Транспортні процеси пронизують усі стадії відтворення. У сучасному агропромисловому підприємстві роль транспортних робіт у забезпеченні нормального перебігу виробничого процесу постійно зростає. Удосконалення технології АПВ йде як з лінії розчленування процесів обробки предметів праці на ряд операцій, виконуваних з

допомогою спеціалізованих машин, і по лінії виконання низки таких операцій спеціальними комбінованими машинами і поєднання процесів транспортування зі своїм виконанням. Тепер транспортні операції відносно процесу виробництва є не зовнішньою, а внутрішньою складовою. Ряд часткових виробничих процесів (наприклад, обробіток ґрунту з одночасним внесенням добрив, а особливо посів, збирання, внесення добрив) є поєднанням основного технологічного процесу з транспортуванням.

Головне завдання транспортних засобів забезпечити ритмічність єдиного виробничого процесу, швидкий та планомірний рух предметів праці та робочої сили. Без них процес виробництва паралізується та зупиняється. Особливо це стосується безперервних процесів виробництва, де потрібно суворо регламентований рух предметів праці. Так, якщо вийдуть з ладу ТЗ, які перевозять зерно від комбайна на тік, та припиняється процес збирання.

Специфіка технології обробітку сільськогосподарських культур та виробництва тваринницької продукції не дозволяє повністю, в ідеальній формі, здійснити принцип одночасності та безперервності виробництва продукції. У сільському господарстві мають місце перерви, під час яких (так само, як і в період виконання окремих робіт) протікають природні процеси – хімічні, фізичні та фізіологічні, зумовлені зростанням та розвитком сільськогосподарських культур та тварин. У зв'язку з цією особливістю потокову технологію проведення робіт у сільському господарстві можна здійснити тільки на окремих щаблях процесу виробництва.

Зокрема, хороші результати досягаються на збиранні сільськогосподарських культур, що включає кілька робочих процесів, які виконуються ланцюгом різнорідних, але взаємно доповнюють один одного робочих машин (трактори, жниварки, комбайни, автомобілі та ін.). При цьому дуже важливо уникнути зайвої перевалки продукції, встановити правильні кількісні співвідношення між основними та обслуговуваними машинами, забезпечити їхню узгоджену та ритмічну роботу. Тільки в цьому випадку можна усунути простої машин, значно підвищити продуктивність праці робітників, зайнятих у складному технологічному процесі в АПВ.

Безперервність виробництва значною мірою здійснюється завдяки використанню сучасних ТЗ. При поточній формі організації виробничого процесу транспортні операції забезпечують дотримання встановленого ритму та темпу роботи, суттєво впливають на продуктивність поточної лінії.

Перспективні технології включають значну частку транспортних операцій. Так, наприклад, у загальному процесі виробництва пшениці озимої їх витрати праці становлять 37%, кукурудзи на зерно - 36%, кукурудзи на силос - 35%. Більше того, виробництво кукурудзи на силос та зерно відрізняється високою щільністю транспортних робіт: відповідно 155,4 та 96,3 т на гектар.

На організацію транспортного процесу в цілому та на організацію праці на транспортних роботах насамперед впливають специфічні особливості робочих місць, їх умови та поєднання (стики) з робочими місцями інших підрозділів (на вантажно-розвантажувальних роботах, у русі, обслуговуванні тощо).

Затрати на транспорт становлять значну частину загальних виробничих витрат і витрат на працю. Тому оптимізація транспортного господарства є так само важливим завданням, як і оптимізація виробництва, праці та управління.

Основні показники роботи автомобілів, включаючи їх продуктивність і собівартість перевезень, в значній мірі залежать від умов їх експлуатації. Ці умови визначаються комплексом факторів, які обумовлюють режим роботи і ставлять вимоги до типу, конструкції та вантажопідйомності транспортних засобів.

Умови експлуатації транспорту АПВ мають особливості і залежить від багатьох факторів, зокрема і природних. До найважливіших факторів експлуатації транспорту в АПВ слід віднести: фізико-механічні та агробіологічні властивості вантажів, що перевозяться; відстань перевезень; дорожні умови; обсяги перевезень та їх сезонні коливання; ступінь

механізації вантажно-розвантажувальних робіт; форми організації транспортних підрозділів та підприємств; кваліфікацію водіїв.

Величина перших чотирьох факторів обумовлена спеціалізацією та розміром підприємств, що склалося розміщенням об'єктів виробничого призначення, складів, сховищ, ґрунтово-кліматичними умовами, агротехнічними термінами проведення сільськогосподарських робіт та ін. Тому вона мало залежить від організації транспорту. Три останні фактори змінюються з покращенням організації та використання транспорту.

Розглянемо тут вплив перших чотирьох факторів на вантажообіг сільськогосподарських підприємств.

Фізико-механічні та агробіологічні особливості сільськогосподарських вантажів, а також збереження їх якості та споживчих властивостей при транспортуванні визначають вимоги до типу кузова ТЗ, а в ряді випадків - до способу перевезення. Властивості вантажів впливають на ступінь використання вантажопідйомності ТЗ та їх простої під вантажно-розвантажувальними операціями. Крім того, деякі вантажі, наприклад мінеральні добрива, через високу хімічну активність суттєво впливають на термін служби кузовів, на потребу їх у ремонті, а також викликають необхідність ретельного очищення кузовів автомобілів, що використовуються для перевезення інших вантажів. Усе це зрештою відбивається на продуктивності ТЗ і собівартості перевезень.

Структура вантажів та співвідношення кількості вантажів із різними властивостями визначають вимоги до складу транспортного парку. За своїм складом транспортний парк господарства може більшою чи меншою мірою відповідати кількості і характеру вантажів, що перевозяться. Від цього залежить продуктивність і економічність його роботи.

За вимогами до типу кузова, способу перевезення, а також вантажопідйомності рухомого складу всі сільськогосподарські вантажі ділять на наступні групи: насипні та навалочні, затарені, штучні, неподільні, наливні, що вимагають перевезення у спеціалізованих кузовах, дрібнопартійні. Залежно від зональних особливостей, виробничої спеціалізації та інших факторів, структура вантажів в окремих господарствах може значно відрізнятися (табл. 1).

Таблиця 1 – Структура сільськогосподарських вантажів за способом їх перевезення у Кіровоградській області за 2023 рік

Спосіб перевезення вантажу	Обсяг перевезень, % до підсумку
Навалом або насипом, всього	81
У тому числі у спеціалізованих кузовах	28
У різній тарі, пакетами, стосами, тюками, всього	11
У тому числі у спеціалізованих кузовах	8
Дрібними партіями (вага одноразового відправлення до 2 т)	3
Наливом у кузовах-цистернах	5
Усього	100

Від способів навантаження, вивантаження та транспортування значною мірою залежать якість багатьох сільськогосподарських продуктів та їх втрати. Встановлено, що при транспортуванні картоплі навалом кількість бульб, що отримали механічні пошкодження при завантаженні та вивантаженні, становило 46%, а відходи після семи місяців зберігання – 15 – 18%. При транспортуванні картоплі в контейнерах кількість пошкоджених бульб та відходи відповідно дорівнювали 0,5-0,8 та 3-5 %.

При перевезенні сільськогосподарських продуктів навалом повинні дотримуватися заходів щодо їх збереження, зокрема висота скидання не повинна перевищувати встановленої норми.

Відмінною рисою АПВ є те, що дуже багато вантажів перевозиться з малою об'ємною вагою. При транспортуванні легковажних вантажів не повністю використовується вантажопідйомність ТЗ з кузовами загального призначення. В результаті знижується їхня

продуктивність і збільшуються витрати на перевезення.

Підвищення транспортабельності легковажних сільськогосподарських вантажів може бути досягнуто пресуванням або брикетуванням. Пресування сіна, наприклад, дає можливість збільшити його об'ємну вагу в 2,53 рази і значно підвищити завантаження ТЗ. Крім того, природне зменшення пресованого сіна при перевезенні в результаті вивітрювання в 3 рази менше, ніж непресованого.

Високу питому вагу в АПВ займають вантажі, що потребують спеціалізованого рухомого складу. Вони дуже різноманітні за своїми властивостями, їх 58 % посідає насипні і навалочні вантажі. Сюди ж відносяться продукти, що швидко псуються, і вантажі, що вимагають термінової доставки. Такої великої потреби у різноманітному спеціалізованому рухомому складі немає жодна галузь народного господарства, крім будівництва. Доречно зазначити, що у зв'язку з виробничим та житлово-побутовим будівництвом на селі транспортування будівельних матеріалів у загальному обсязі сільськогосподарських перевезень має значну питому вагу.

При виконанні деяких технологічних перевезень (доставка на поля та внесення мінеральних та органічних добрив, підвезення насіння до посівних та посадкових агрегатів та їх завантаження, доставка на тваринницькі ферми різних видів кормів та інші) пред'являються особливі вимоги до конструкції ТЗ.

Дуже специфічні вимоги до ТЗ і до умов їх роботи при перевезеннях продуктів, що швидко псуються. Це ті продукти, якість яких у процесі транспортування може погіршитися під впливом температури, вологості, світла, тряски і т.д. У АПВ - це молоко та молочні продукти, фрукти, овочі, яйця, м'ясо та ін. Обсяг перевезень таких продуктів у більшості господарств відносно невеликий, проте дохід від їх реалізації в оптимальні терміни і при високій якості становить помітну частку в загальній сумі доходів сільськогосподарських підприємств.

Особливо сильно впливають на збереження продуктів, що швидко псуються, вологість і температура як самого продукту, так і навколишнього середовища. Наприклад, при підвищенні температури на 5 градусів термін збереження багатьох харчових продуктів скорочується в 46 разів. Щоб збільшити збереження продуктів, що швидко псуються в дорозі, перед відправкою або в процесі перевезення в рефрижераторі їх охолоджують. Залежно від ступеня охолодження перед відправкою продукти, діляться на п'ять груп: термічно не оброблені; охолоджені до температури навколишнього повітря; охолоджені до 0, +8 градусів; заморожені до -8, -18 градусів; швидкозаморожені до температури нижче -18 градусів.

Ступінь охолодження продуктів визначає вимоги до умов їх перевезення. Так, продукти перших трьох груп значно меншою мірою ні, ніж продукти четвертої і п'ятої груп, захищені від механічних ушкоджень і допускають як підвищення, а й зниження температури в кузові. Тому для них потрібна міцніша тара, а відхилення температури в кузові від номінальної не повинні бути більшими.

У тих випадках, коли температура навколишнього повітря значно відрізняється від температури продукту, за більших термінів доставки його необхідно перевозити в рефрижераторах. Якщо продукт у дорозі буде недовго, можна використовувати автомобілі з ізоітермічними кузовами.

Дуже специфічною за своїми властивостями групою сільськогосподарських вантажів є худоба та птиця. Доставка худоби на м'ясопереробні підприємства здійснюється перегонном, залізничним та автомобільним транспортом. При цьому на частку останнього у Кіровоградській області припадає понад 50% загальної кількості худоби, що транспортується. Під час транспортування найважливішим завданням є максимальне збереження ваги тварин та якості м'яса. На втрату ваги впливають тривалість перебування у дорозі, температурні умови, якість дороги, режим годування, погодні умови.

Конструкція автомобілів-скотовозів повинна забезпечувати максимальне наближення

умов перевезення до тих, до яких звикли тварини. Під час перевезення худобу необхідно захищати від низької та високої температури та атмосферних опадів.

Помітну частку в сільському господарстві займають перевезення вантажів дрібними партіями, коли вантажопідйомність автомобілів суттєво недовикористовується. Номенклатура дрібнопартійних вантажів в АПВ широка. Це завезення запасних частин у господарство і підвезення їх на поля до машин і агрегатів, що зупинилися через поломки, підвезення на поля насіння, доставка в торгові точки овочів, фруктів і ягід, перевезення окремих тварин, доставка продуктів харчування та обідів на польові стани, перевезення працівників господарства та ін.

У зв'язку з тим, що в АПВ не вистачає малотоннажних автомобілів вантажопідйомністю 0,5 - 1 т, перевозити дрібні партії вантажів припадає на автомобілях середньої та великої вантажопідйомності - 5 - 12 т, знімаючи їх з перевезень масових вантажів, де вони використовуються з максимальним ефектом. Економічні збитки від використання для дрібнотоннажних перевезень автомобілів середнього та великого тоннажу збільшуються відповідно до зростання їх вантажопідйомності та збільшення відстані перевезення.

Відстань перевезень та дорожні умови впливають на середню технічну швидкість руху, витрату палива, знос рухомого складу, його продуктивність та собівартість перевезень. Зі збільшенням відстані перевезень середня технічна швидкість ТЗ зростає, а експлуатаційні витрати на 1 км пробігу, зокрема витрати палива, знижуються. Пояснюється це тим, що при перевезенні вантажів на короткі відстані велика питома вага в загальному пробігу припадає на розгін на початку шляху та гальмування в кінці шляху, при яких швидкість значно нижча за максимальну. Крім того, на ділянці розгону суттєво зростає витрата палива, а багато деталей двигуна, трансмісії та ходової частини зазнають підвищених навантажень та інтенсивно зношуються.

При обслуговуванні сільськогосподарських машин (комбайнів, посівних агрегатів та ін.) ТЗ найчастіше здійснюють великі пробіги по полю, ґрунтовим дорогам. Від дорожніх умов сильно залежать витрати на паливо, мастильні матеріали, на ТО і Р рухомого складу, на ремонт та відновлення шин, які прийнято називати змінними витратами.

Достатньо порівняти експериментально розраховані коефіцієнти опору коченню по ґрунтовій дорозі, стерні та картопляному полю, щоб побачити велику відмінність дорожніх умов, в яких працюють автомобілі при завантаженні та перевезенні продукту. Для ґрунтової дороги в задовільному стані величина цього коефіцієнта не перевищувала 0,05, а для стерні та картопляного поля дорівнювала 0,10 та 0,16, або в 2 - 3 рази більше. Відповідно зростають витрати пального та інші витрати.

Для технологічних перевезень, у тому числі перевезень врожаю з полів при його механізованому збиранні, характерно те, що ТЗ та машини, що виконують технологічні процеси, працюють у єдиному комплексі. До ТЗ пред'являється вимога забезпечити роботу збиральних або посівних агрегатів без простоїв. У той же час, техніко-експлуатаційні показники останніх впливають на показники роботи ТЗ. Наприклад, чим вище робоча швидкість силосоприбирального комбайна і його продуктивність, тим менша тривалість завантаження і пробіг по полю кожного автомобіля, що обслуговує цей комбайн, а значить, вища їхня продуктивність і нижче собівартість перевезення силосу. На показники роботи транспортних та збиральних машин впливають і організаційні особливості збирально-транспортного процесу.

Більшість технологічних перевезень, пов'язаних з обслуговуванням збиральних машин і агрегатів, виконується на території господарства, продукція доставляється з поля до місць тимчасового зберігання або первинної обробки. Лише невелика частина, наприклад, при доставці зерна від комбайнів безпосередньо на елеватор або буряків на цукрові заводи при поточному способі збирання відноситься до позагосподарських перевезень. Проте поліпшення та розвитку мережі сільськогосподарських доріг - одне із найважливіших

резервів підвищення використання транспорту господарствами.

Різкі коливання обсягу транспортних робіт протягом року - наступна відмінна риса АПВ. Пояснюються вони його сезонним характером. Нерівномірність сільськогосподарських перевезень протягом року, наявність відносно невеликих періодів, коли потреба у транспорті у кілька разів перевищує середньорічну, і, навпаки, періодів, коли потреба нижча за середньорічну, - все це є важливою причиною підвищених транспортних витрат у сільському господарстві та пов'язано з необхідністю залучення транспорту з інших галузей

Необхідність залучення в період збирання врожаю великої кількості автомобілів з інших галузей (або організацій) та пов'язані з цим витрати є одним із негативних наслідків нерівномірності сільськогосподарських перевезень. Другий наслідок - простої власного транспортного парку господарств у періоди, коли потреба у рухомому складі нижча від середньорічного рівня. У ці періоди транспортний парк повністю чи частково не працює, робочий день скорочується. Зрештою підвищується собівартість перевезень та знижується продуктивність кожної транспортної одиниці.

УДК 656

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ МОЛОКА З ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ НА МОЛОЧНИЙ КОМБІНАТ "СОКОЛІВСЬКИЙ"







В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,
А.Є. Солових, доц., канд. техн. наук,
С.Ю. Харченко, асп.,
С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,
Д.І. Кравченко, ст.гр. ТТ-20,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Транспортно-технологічні схеми організації перевезень вантажів передбачають для кожного способу проведення вантажно-розвантажувальних робіт (ручного або механізованого) кількість операцій, їх тривалість (у хвиликах), трудомісткість (у людино-хвиликах), а також кількість осіб, які беруть участь у процесі.

В даний час використовується технологічний процес з розвантаженням молоковоза на заводі, при якій транспортний засіб (ТЗ) простоє при навантаженні-розвантаженні молока. Транспортно-технологічна схема представлена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Транспортно-технологічна схема доставки молока

Операції	1	2	3	4	5	6
	Найменування операції	Кон-трольно-облікова	Вантажна	Пере-міщення	Кон-трольно-облікова	Вантажна
Позначення						
Вміст робіт в операції	Оформ-лення документів	Залив молока	Доставка молока на завод	Оформ-лення докумен-тів	Злив молока	Очищення цистерни
Спосіб виконання, обладнання	Візуально	Механізо-вано	Механізо-вано	Візуально	Механізо-вано	Механізо-вано
Кількість операцій, тривалість однієї операції, хв	1/5	1/30	1/60	1/5	1/30	1/60
Професія, кількість працівників	Диспетчер	Водій	Водій	Диспетчер	Водій	Мийник
Трудоємність, люд.-хв.	5	30	60	5	30	60

Переваги даної схеми, наступні: простота управління та обслуговування та низька вартість експлуатації.

Головним недоліком даної схеми є тривалий час простою під вантажно-розвантажувальними операціями.

Пропонується транспортно-технологічна схема з використанням технології перечеплення напівпричепів-цистерн, яка представлена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Проектована транспортно-технологічна схема доставки

Операції	1	2	3	4	5
Найменування операції	Контрольно-облікова	Вантажна	Переміщення	Контрольно-облікова	Вантажна
Позначення					
Вміст робіт в операції	Оформлення документів	Причеплення завантаженого напівпричепу	Доставка молока на завод	Оформлення документів	Злив молока
Спосіб виконання, обладнання	Візуально	Вручну	Механізовано	Візуально	Вручну
Кількість операцій, тривалість однієї операції, хв	1/5	1/10	1/60	1/5	1/20
Професія, кількість працівників	Диспетчер	Водій	Водій	Диспетчер	Водій
Трудоємність, люд.-хв.	5	10	60	5	20

Перевагою даної технології є мінімізація простоїв ТЗ під вантажно-розвантажувальними роботами. До недоліку цієї схеми можна віднести необхідність другого напівпричепу-цистерни. Схема переплетення змінних напівпричепів-цистерн надана на рисунку 1.

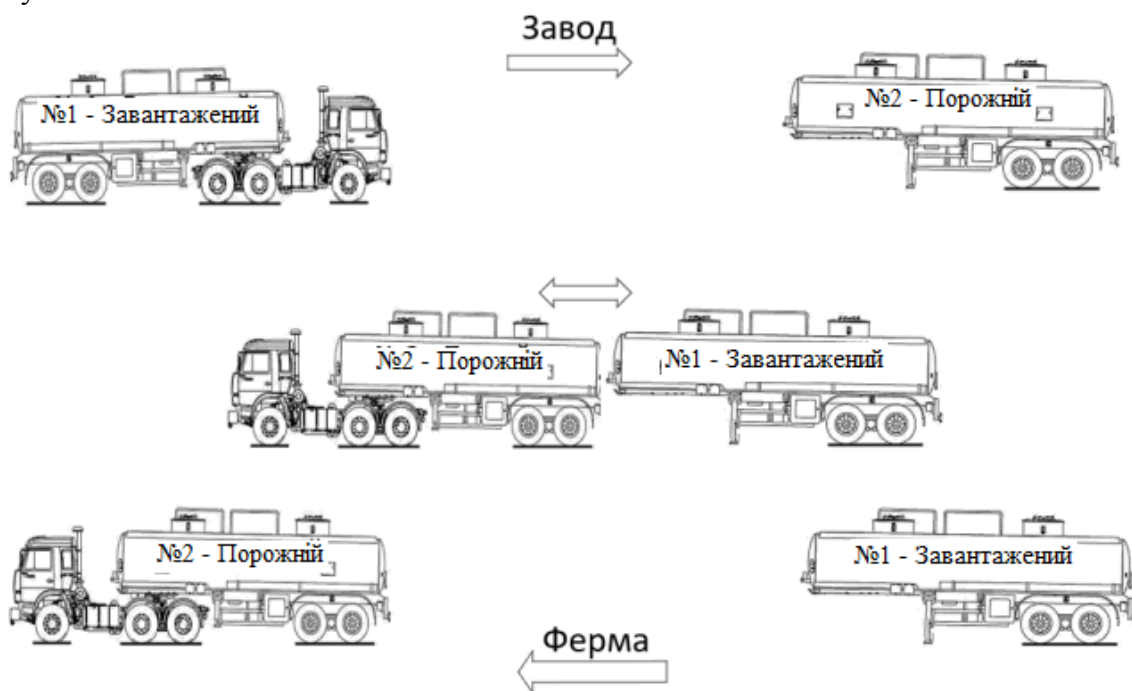


Рисунок 1 – Схема переплетення змінних напівпричепів

З таблиць 1, 2 видно, що технологія навантаження/розвантаження молока в цистерну залишається незмінною. Час навантаження та розвантаження/зливу залежить від обсягу молока. Для навантаження/розвантаження 10м³ необхідно 25-30 хв. У таблиці 3 порівняємо

можливі транспортно-технологічні схеми доставки молока та відобразимо загальний час під простоєм на рисунку 3.

Таблиця 3 – Порівняння можливих транспортно-технологічних схем

Показники	Базовий варіант	Проектований варіант
Кількість операцій, шт.	6	5
Час простою під навантаженням та розвантаженням, хв.	35/35	15/25
Загальний час простою, хв.	130	40

З таблиці 3.2 видно, що мінімальні простой спостерігаються при проектуванні транспортно-технологічній схемі. Це пов'язано з тим, що в схему, що проектується, не входить час на загоду і злив молока, а також на очищення цистерни, оскільки напівпричепи вже будуть готові до транспортування.

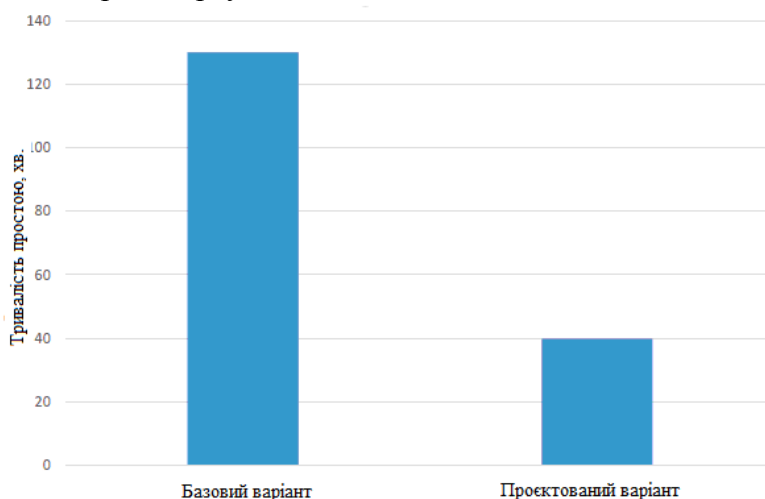


Рисунок 2 - Порівняння загального часу простою із застосуванням різних транспортно-технологічних схем

Проаналізувавши варіанти технологічних схем, можна зробити висновок, що існуючий технологічний процес поступається проектованим варіантом, оскільки при застосуванні технологічній схемі час простою становить 2 години. Також перевагою обраної транспортно-технологічної схеми є те, що при необхідності сідельний тягач можна буде використовувати і для інших видів перевезень, наприклад, для міжміської доставки готової продукції.

УДК 656.1

ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА СОРСІНГОВІЙ ОСНОВІ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

О.М. Тертиця, асп.,

С.А. Санжаков, ст.гр. ТТ-22

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна,

В.З. Гудь, проф., д-р техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

У світовій практиці існує велика кількість логістичних операторів, які надають послуги різним організаціям на аутсорсинговій основі. Відповідно до цього виділяють п'ять рівнів логістичного сервісу PL (Party Logistics):

1PL – рівень автономної логістики, тобто інсорсинг. За такого виду логістичного оператора власник вантажу самостійно виконує всі логістичні операції.

2PL – рівень традиційної логістики. Тут має місце частковий аутсорсинг. Підприємство самостійно виконує функції планування, організації та складування. Стороння транспортна компанія займається тільки транспортуванням вантажу.

3PL – рівень комплексного логістичного аутсорсингу. Організація виконує лише внутрішні логістичні функції, а зовнішніми займається стороння транспортна компанія. Крім транспортування вантажу, на неї покладено функції складування, пакування тощо.

4PL – рівень інтегрованого логістичного аутсорсингу. Підприємство передає транспортному підприємству, фірмі, компанії на аутсорсингу всі логістичні функції, починаючи з планування, до доставки вантажу вантажоодержувачу.

5PL – рівень віртуальної логістики. На цьому рівні транспортна компанія здійснює всі функції рівня 4PL. Відмінністю є те, що тут використовується глобальний інформаційний простір (Інтернет) та надаються послуги мережевого бізнесу.

Для того, щоб вибрати яким видом транспорту скористатися, необхідно скористатися типами та властивостями кожного з них.

На рисунку 1 показано шляхи вдосконалення процесу транспортних перевезень.

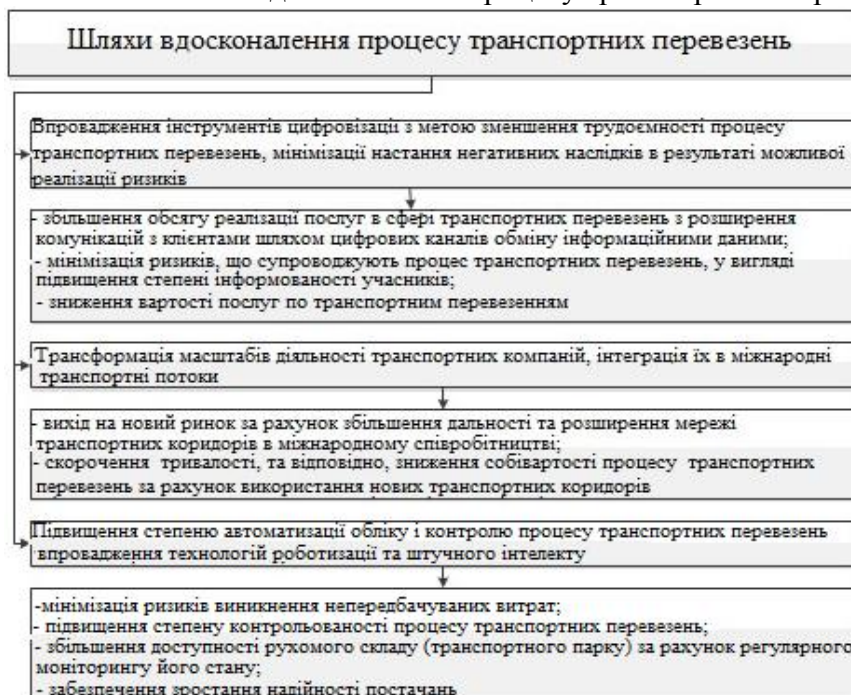


Рисунок 1 - Шляхи вдосконалення процесу транспортних перевезень на підприємстві

Вирішення питань, що зводяться до пошуку шляхів більш ефективного використання транспортних засобів, потребує більш детального вивчення.

Необхідно проводити економічні розрахунки, проводити аналіз, здійснювати контроль. Тому, на підприємстві рекомендується виділити логістичну ланку, яка безпосередньо займатиметься питаннями організації транспортування потрібного продукту в потрібне місце і потрібний час з мінімальними витратами.

Підсумовуючи результат дослідження можна твердити, що транспортні перевезення є значною складовою компонентів логістичної системи підприємства. Є також необхідність правильного здійснення способу транспортування кожного виду вантажу.

УДК 656

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ШТРИХОВОГО КОДУВАННЯ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук,

Н.О. Рябцев, ТТ-20,

В.В. Маган, ст.гр. ТТ-23МБ,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Найпоширенішою системою ідентифікації нині є система штрихового кодування. Вона ґрунтується на тому, що кожній одиниці продукції, що надходить на підприємство, надається певний ідентифікаційний знак (штрих-код) та номер. За допомогою спеціального обладнання, можна відстежити рухи і переміщення даної продукції на складі підприємства.

Цю систему досить просто виявити, оскільки її можна встановити на персональних комп'ютерах (ПК), ніяких додаткових покупок сучасної техніки робити не потрібно. Система адаптується під технології, що є на підприємстві. Система штрихового кодування дозволяє вирішити одну з важливих проблем підприємства – неправильне введення даних у складську базу.

Розглянемо основні принципи роботи із системою штрихового кодування. Працівник підприємства за допомогою спеціального пристрою для читання (оптичного сканера) проводить сканування штрих-коду. На екрані ПК висвічується вся наявна інформація про цей продукт на складі. Це дозволяє безпомилково ідентифікувати продукт, а також дозволить мінімізувати можливість занесення помилок в комп'ютерну базу. Також однією з переваг є висока швидкість автоматизованого введення даних, яка значно вища за швидкість ручного введення.

Розглянемо основні принципи та стандарти системи штрихового кодування.

Міжнародними стандартами передбачено ідентифікацію номера продукту та країни виробника. Інформація, яка може бути отримана про продукт, знаходиться на комп'ютерній базі підприємства за допомогою зчитування штрих-коду. Також існує система штрихового кодування, яка передбачає отримувати найбільш повну інформацію про фізичні властивості предмета. Застосування такої розширеної системи дозволяє автоматизувати процес ідентифікації, і навіть ефективного розподілу продукції на складі.

Враховуючи переваги автоматизованої системи штрихового кодування, можна стверджувати, що придбання та впровадження даної системи на підприємстві дозволяє значно покращити ефективність формування логістичних операцій на складі. Це робить роботу логіста більш оперативною та ефективною.

Переваги застосування системи штрихового кодування для підприємства представлені на рисунку 1.

Економічний ефект від впровадження даної системи отримується за рахунок прискорення оборотності оборотних засобів підприємства, а також оперативного управління запасами на підприємстві та значного зниження витрат та втрат товару.

Впровадження системи в експлуатацію передусім передбачає проведення організаційних та технічних заходів. Необхідно забезпечити введення єдиної інформаційної системи із достовірною інформацією. На рисунку 2 представлені етапи запровадження системи штрихового кодування для підприємства.

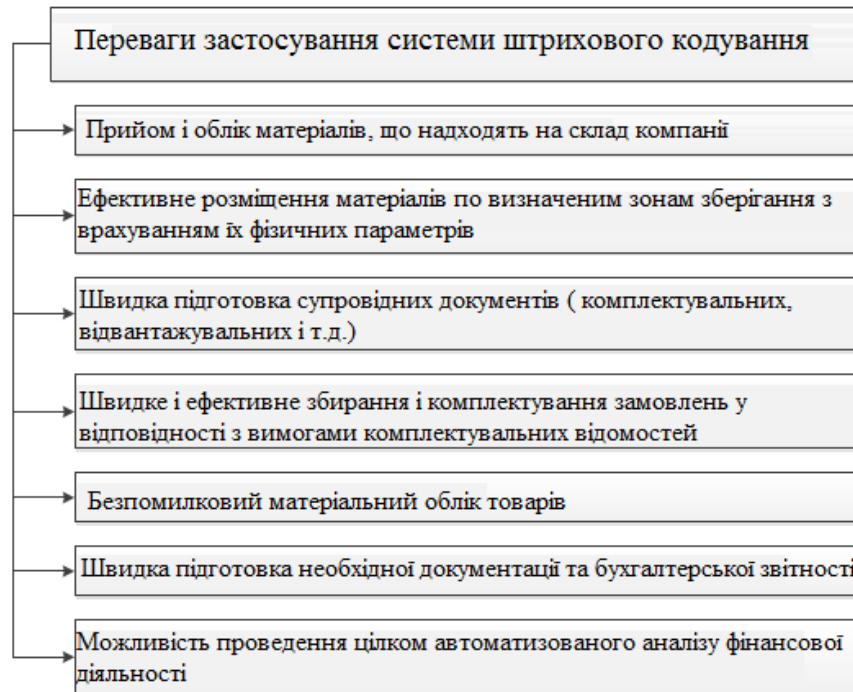


Рисунок 1 – Переваги застосування системи штрихового кодування на підприємстві

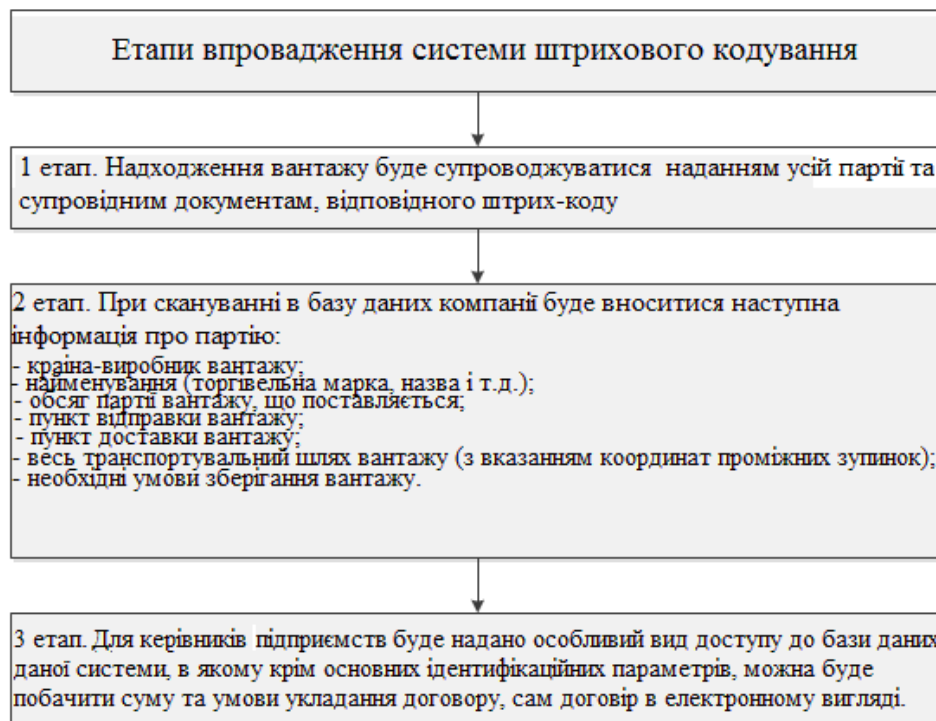


Рисунок 2 - Етапи впровадження системи штрихового кодування на підприємстві

Щоб розпочати перехід на цю систему, необхідно оновити програмне забезпечення на наявних персональних комп'ютерах на підприємстві. Також необхідно провести навчання співробітників для роботи у спеціалізованих програмах.

У таблиці 1 подано основні витрати на впровадження системи штрихового кодування на підприємстві.

Таблиця 1 – Витрати використання системи штрихового кодування на підприємстві

Стаття витрат	Сума, грн.
Купівля програмного забезпечення "Мій Склад"	5044
Покупка оптичних сканерів АТОЛ impulse 12	3130
Навчання співробітників	4300
Переведення даних в електронний вигляд	18060
Купівля програмного забезпечення "Кріпто-Про"	2055
Річне обслуговування програмного забезпечення "Кріпто-Про"	1161
Разом	33750

За даними таблиці видно, що одноразові витрати на системи штрихового кодування на досліджуваному підприємстві становитимуть 33 750 грн.

Результати економічного ефекту від впровадження системи штрихового кодування на підприємстві представили у таблиці 2.

Таблиця 2 – Економічний ефект від впровадження системи штрихового кодування на підприємстві

Найменування	Підвищення	Підсумок
Збільшення швидкості обороту активів	10%	8,25 разів
Збільшення рентабельності виробництва	15%	9,154%
Підвищення валового прибутку	3%	163502 грн

Також як ефект можна відзначити, що з'являється можливість відстежувати в реальному часі залишки на складі, що значно знижує завантаженість складських приміщень. Це дозволить знизити собівартість продукції. Впровадження системи штрихового кодування на підприємстві дозволить контролювати логістичні процеси в режимі реального часу.

УДК 656.07

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМИ GPS/GSM

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

Т.М. Надич, асп.,

М.А. Бакуменко, ст.гр.ТТ-22,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна,

А.Б. Гупка, доц., канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Одним з ефективних заходів для вдосконалення процесу транспортних перевезень є впровадження системи GPS на транспортні засоби.

Якщо підприємство має свій власний автопарк, який включає різномарочні транспортні засоби. Для того, щоб здійснювати постійний контроль за рухом автотранспорту необхідно використовувати системи стеження. Визначено, що системи GPS/GSM моніторингу дозволяють підприємству контролювати наявність, стан і функціонування транспортних засобів. Крім перерахованих вище функцій, системи GPS/GSM моніторингу дозволяють контролювати витрату палива.

Показано, що система GPS/GSM моніторингу дозволяє викоринити проблему незаконного використання автотранспортних засобів в особистих цілях співробітників. Застосування даної системи також сприяє оптимізувати транспортні маршрути

Найпопулярнішою системою на ринку є система GPS/GSM. Переваги застосування цієї системи представлені на рисунку 1.

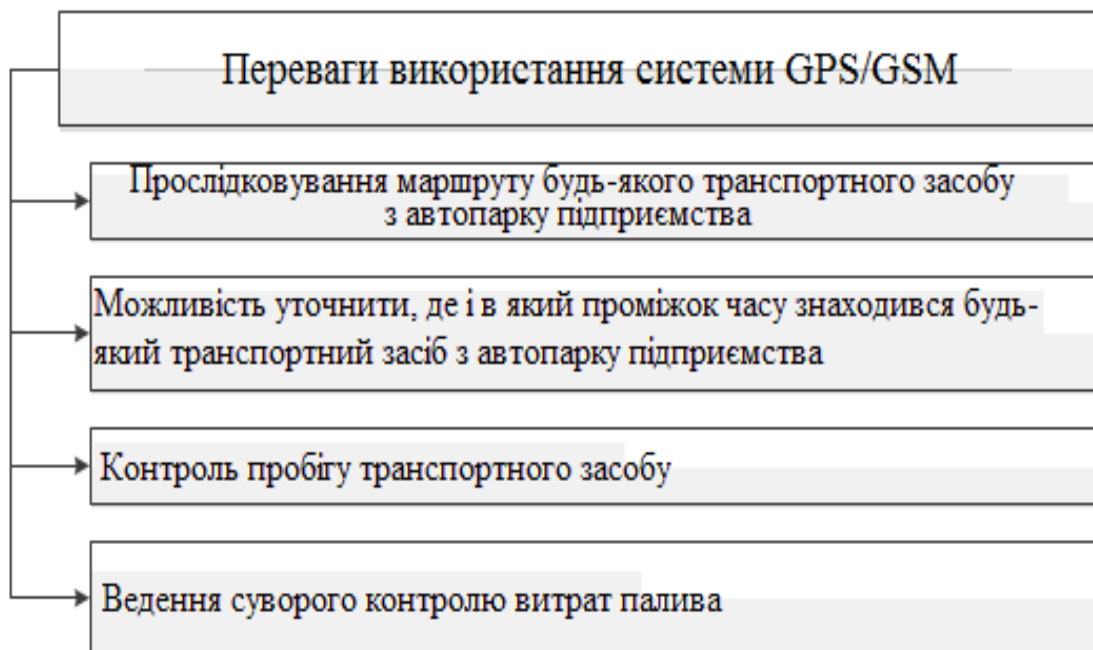


Рисунок 1 – Переваги використання системи GPS/GSM на автотранспортному підприємстві

Система моніторингу також дозволяє попередити можливе викрадення автотранспортних засобів підприємства. За будь-якої спроби викрадення на пульт чергового

буде направлено "тривожні" повідомлення. Існує можливість віддаленого блокування двигуна. У разі викрадення є можливість відстежити маршрут.

Основною та головною перевагою використання системи GPS/GSM моніторингу є віддалений контроль за транспортними засобами. Датчик автотрекер, встановлений на корпусі автотранспортного засобу, передає сигнал, який дозволяє спостерігати за ним.

Датчик-автотрекер відстежує такі параметри, як:

- технічний стан транспортного засобу;
- швидкість пересування транспортного засобу;
- маршрут транспортного засобу та ін.

З'ясовано, що система "GPS/GSM" моніторингу є незамінною у разі володіння власним автопарком.

Проведена оцінка впровадження системи GPS/GSM моніторингу (табл.1).

Таблиця 1 – Витрати використання системи "GPS/GSM " моніторингу на автотранспортному підприємстві

Стаття витрат	Сума, грн.
Установка трекерів GPS	22325
Встановлення датчиків рівня палива	24045
Абонентська плата на рік	2575
Разом	48945

На кожен транспортний засіб встановлення GPS/GSM трекера обійдеться 2790 грн.

За даними таблиці видно, що одноразові видатки системи "GPS/GSM " моніторингу для підприємства складуть 48945 грн.

Техніко-економічна ефективність впровадження системи GPS/GSM моніторингу дало можливість здійснювати оплату працівникам за фактично відпрацьований час та скоротити робочий час на 60 хвилин на день.

На досліджуваному підприємстві економія на місяць по одній транспортній одиниці становитиме 1612 грн., а економія на рік з усього автопарку становить 154800 грн. Впровадження системи GPS/GSM моніторингу також дозволяє знизити витрати на пально-мастильні матеріали (ПММ). Економія на місяць з однієї транспортної одиниці становитиме 14100 грн., а з усього автопарку 1353600 грн.

Таким чином можна стверджувати, що на підприємстві впровадження системи GPS/GSM моніторингу дозволить значно скоротити транспортні витрати.

УДК 656

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ВИКОРИСТАННЯМ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НА ПІДПРИЄМСТВІ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.А. Сергійчук, асп.,

М.А. Дичко, ст.гр.ТТ-22МБ,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна,

О.Л. Ляшук, проф., д.-р. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Оцінка якості процесу транспортування вантажів за допомогою логістичної системи моніторингу транспорту є складним завданням через різні аспекти визначення якості. Інформаційна підтримка цього процесу може бути розглянута з якісної та кількісної точок зору.

Визначено, що загальною характеристикою логістичного моніторингу транспорту може бути сукупність споживчих властивостей різного значення, що впливають на якість транспортування в цілому. Аналіз факторів, що впливають на цю якість транспортного процесу, показує, що уявлення замовника та транспортного підприємства про цінність моніторингу транспорту може відрізнитися.

З'ясовано структуру компонентів якості транспортного процесу з використанням логістичної системи супутникового моніторингу автотранспорту та побудовано блок-схему (рис.1).



Рисунок 1 – Структура компонентів якісної складової транспортного процесу як результату застосування логістичних систем супутникового моніторингу автотранспорту

Показано, що ці компоненти дозволяють оцінити важливість конкретних аспектів транспортного процесу для транспортних підприємств-перевізників і прогнозувати очікувані результати від впровадження супутникової моніторингової системи у їх діяльність та споживачів. Використання цієї системи компонентів є ключовим для здійснення комплексної оцінки якості процесу транспортування вантажів. Система дозволяє провести загальний аналіз основного результату, який очікується від впровадження супутникових систем моніторингу.

Визначено особливості якості процесу транспортування із застосуванням моніторингу:

- даний процес не є промисловим продуктом, тому його якість досить важко виявити;
- властивості, що визначають якість процесу, повинні бути значущими, в першу чергу, для замовника доставки вантажу з використанням систем моніторингу в бізнес-процесі транспортного підприємства;

- якість - величина не абсолютна, у зв'язку з чим може розглядатися в залежності від конкретних вимог, тому оцінка якості процесу транспортування із застосуванням супутникового моніторингу є порівнянням вимог і побажань клієнта з реальними можливостями;

- якість передбачає виконання вимог і очікувань клієнта на даний час.

Для комплексної оцінки процесу транспортування вантажів з використанням систем моніторингу пропонується запровадити комплексний показник якості:

$$S = S_1 k_1 \cdot S_2 k_2 \cdot S_3 k_3 \cdot S_4 k_4 \cdot S_5 k_5, \quad (1)$$

де S_1 - оперативність надання процесу транспортування із застосуванням супутникового моніторингу процесу транспортування;

S_2 - своєчасність доставки вантажу;

S_3 - безпека процесу транспортування;

S_4 - економічна ефективність транспортного процесу;

S_5 - можливість швидкої маршрутизації та план-факторного аналізу процесу доставки вантажу;

k_1-k_5 - питома вага відповідного показника якості сервісу транспортного підприємства.

В роботі використана функція бажаності Харрінгтона, яку можна застосувати при оцінці процесу транспортування з використанням логістичної системи моніторингу. Графічне відображення функції є кривою логістичного типу. Формула Харрінгтона не дає можливості оцінити якість всього об'єкта. Вона визначає бажаність одного з його компонентів:

$$C_1 \cdot C_0 = k_y \cdot \lg(J / J_0), \quad (2)$$

де C_1 і C_0 - оцінка (відчуття) впливу нового показника якості та старого показника якості;

J і J_0 - рівні нового та старого показників якості;

k_y - коефіцієнт якості.

Показник якості, як своєчасність (K_c), здійснення процесу транспортування із застосуванням системи логістичного моніторингу транспорту, можна розрахувати за формулою:

$$K_c = \frac{t_n \cdot y_n}{t_\phi \cdot y_\phi} \cdot R, \quad (3)$$

де t_n - норматив часу, витраченого на доставку, дн;

t_ϕ - час, фактично витрачений на доставку, дн;

y_n, y_ϕ - нормативний та фактичний коефіцієнти виконання заявки на доставку;

R - показник регулярності руху.

Можливе застосування цього коефіцієнта для забезпечення нормативу оцінки якості перевезень. Використовується він для порівняння нормативного рівня показника з фактичним значенням. Диференціальна оцінка якості полягає у визначенні ставлення нормативного рівня до фактичного результату.

Для порівняльної оцінки якості перевезень може бути встановлена чотирирівнева система оцінок: незадовільний, задовільний, добрий і зразковий рівні якості. Ця система дозволяє зробити узагальнену оцінку якості на основі різних показників.

Якість послуги можливо представити у вигляді вектора в n -вимірній системі координат. В цій системі кожен показник визначається як одна з координат, що дозволяє більш точно оцінити якість транспортування з урахуванням різних аспектів його ефективності і відповідності вимогам.

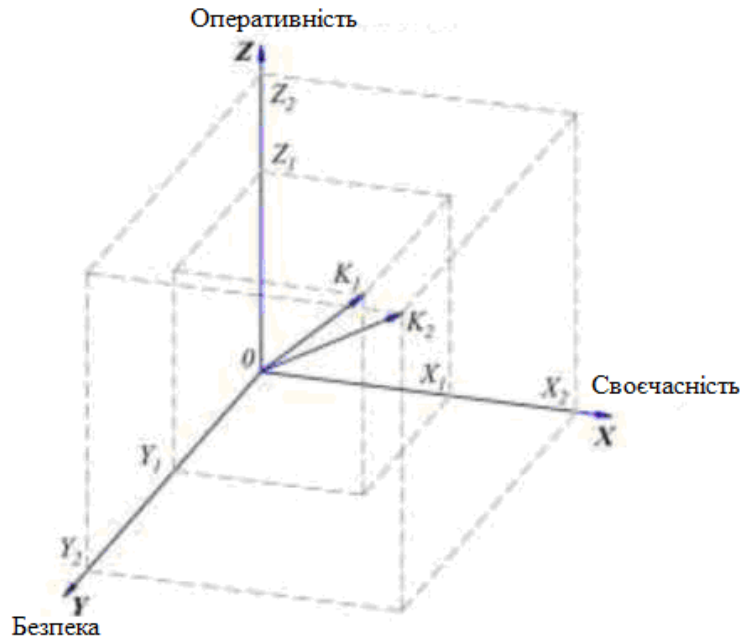


Рисунок 1 - Векторне представлення якості транспортування вантажу із застосуванням логістичної системи моніторингу

Згідно з зазначеним описом система моніторингу процесу транспортування оцінює якість за трьома основними показниками: оперативність X , своєчасність Y та безпека Z . Кожен з цих показників можна відобразити як координату у тривимірній системі.

Індекси 1 і 2 відповідають вихідному стану якості транспортування до впровадження системи моніторингу K_1 і нормативному стандарту після впровадження системи K_2 .

Геометрична інтерпретація цієї якості може бути представлена у вигляді радарної діаграми, де кожен показник якості X , Y , Z відображається як відстань вздовж відповідного променя, що виходить з початкової точки координат. Така діаграма дозволяє швидко оцінити, наскільки вдало система моніторингу вплинула на кожен з аспектів якості транспортування. Такий підхід дозволяє візуалізувати і порівнювати якість транспортування до і після впровадження системи моніторингу з урахуванням трьох основних показників, що є критичними для успішної доставки вантажів (рисунок 2).

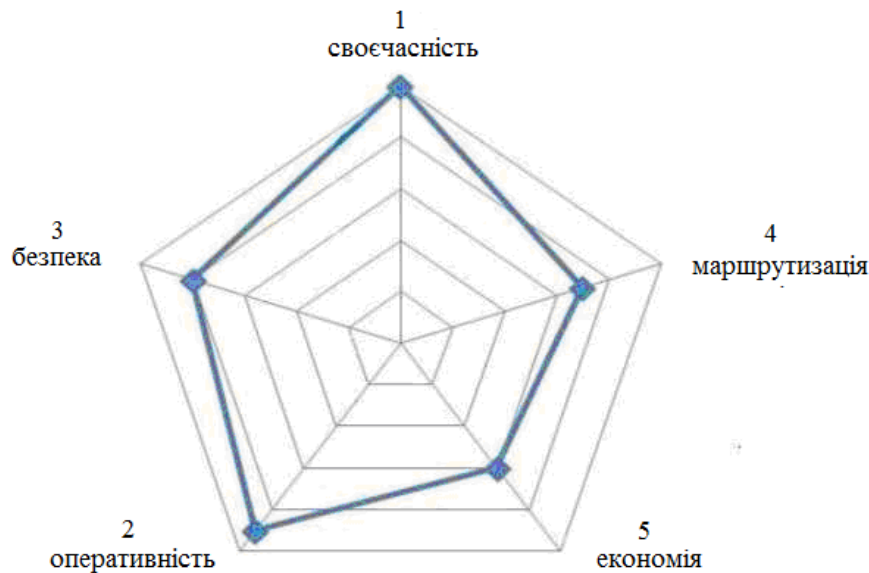


Рисунок 2 - Радарна діаграма якості транспортного процесу із застосуванням логістичної системи моніторингу на підприємстві

Радарна діаграма є векторною інтерпретацією якості процесу транспортування з використанням систем моніторингу. Якість неможливо представити лише одним показником, оскільки вона включає в себе різноманітні аспекти, такі як оперативність, своєчасність, безпека, маршрутизація, економія, кожен з цих показників може бути вимірний і відображений як окрема координата на векторній діаграмі.

З іншого боку, кількість відображається як скалярна величина і визначається положенням точки на числовій осі. Це може означати, що кожен аспект якості може бути кількісно вимірний і оцінений, що дозволяє здійснити комплексну оцінку якості та порівняти її зі стандартами і нормативами.

Векторна інтерпретація якості та кількісна оцінка дозволяють збалансувати різні аспекти процесу транспортування з використанням систем моніторингу, забезпечуючи повністю об'єктивну оцінку його ефективності і якості.

Для розрахунку кількісної оцінки пропонується застосовувати коефіцієнт тимчасових витрат на транспортування вантажу з використанням логістичного моніторингу процесу транспортування K_t :

$$K_t = t_{зпер} / t_{фпер} \quad (4)$$

де $t_{зпер}$ - величина витрат часу на рейс за заданих комфортних умов поїздки;

$t_{фпер}$ - фактичні витрати часу на поїздки для інших умов.

При цьому час, витрачений на перевезення, включатиме час вантажно-розвантажувальних робіт, час у дорозі, стоянку транспорту на вагових контрольних пунктах і т.д.

Важливо зазначити, що якість транспортування з використанням логістичних систем моніторингу відображається у показниках економічної ефективності. Комплексна оцінка процесу транспортування з використанням логістичного моніторингу автотранспорту у цьому випадку проявляється загальною економією, яку отримують як клієнт, так і перевізник завдяки використанню моніторингових систем при транспортуванні вантажів.

УДК 656

ОСОБЛИВІСТЬ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук,

В.П. Петленко, асп.,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна,

О.П. Цьонь, доц., канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Важливо розуміти, що для ефективності транспортної системи необхідно активно розвивати сферу електроніки та інформаційних технологій. Інформаційний аспект є однією з ключових складових у процесі перевезення вантажів. Розвиток електронного ринку відкриває можливості для миттєвого онлайн доступу до інформації про наявність вантажів, замовлень та вільного транспорту. Конкуренція між інтегрованими інформаційними логістичними системами сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємств і транспортно-логістичних компаній. Тому для перевізника критично важливо обрати оптимальну систему логістичної інформаційної підтримки процесу транспортування. Розглянемо особливості цієї підтримки в контексті автомобільних перевезень.

Процес автомобільного транспортування неможливий без організації логістичної інформаційної підтримки, що є ключовим елементом у процесі прийняття рішень всіма учасниками. Логістична інформаційна підтримка автомобільних перевезень сприяє організації, плануванню, координації та контролю транспортування вантажів. Головною метою є достовірне та оперативне відстеження в режимі реального часу параметрів транспортного процесу та потоків інформації і матеріалів.

На сьогодні не існує єдиного розуміння того, що означає логістична інформаційна підтримка процесу транспортування. Основуючись на розумінні інформаційної підтримки загалом, з'ясуємо її сутність у контексті доставки вантажів.

Загальноприйняте трактування інформаційної підтримки визначає її як процес забезпечення інформацією, орієнтований на користувачів, що управляють складними об'єктами. Це необхідно під час підготовки та реалізації управлінських рішень. Оскільки підприємства, як економічні суб'єкти, завжди прагнуть підвищити ефективність своєї діяльності, то вони стикаються з невизначеністю, яка потребує зменшення.

З цієї точки зору, об'єктивне визначення поняття інформації, як це сформулював Шеннон, розглядає її як повідомлення, що зменшує невизначеність у отримувача. У процесі логістичної інформаційної підтримки перевезення продукції автотранспортом зазвичай беруть участь три сторони: відправник вантажу, перевізник і отримувач вантажу (рис. 1).

Для кожного учасника процесу транспортування важливі різні аспекти логістичної інформаційної підтримки. Вантажовідправник або вантажоодержувач (замовник доставки продукції) мають особливі потреби, які вирішуються через цей процес. Вантажовласник цікавиться чітким відстеженням переміщення вантажу і контролем його прибуття. Для відправника важливі оперативний розрахунок вартості перевезення і швидкий вибір відповідного транспортного засобу за параметрами вантажу.

Для вантажоперевізника ключовими є оперативна та якісна інформаційна підтримка, що дозволяє швидко реагувати на замовлення, дотримувати вимог до вантажопідйомності та габаритів транспортного засобу, а також індивідуальних умов перевезення.

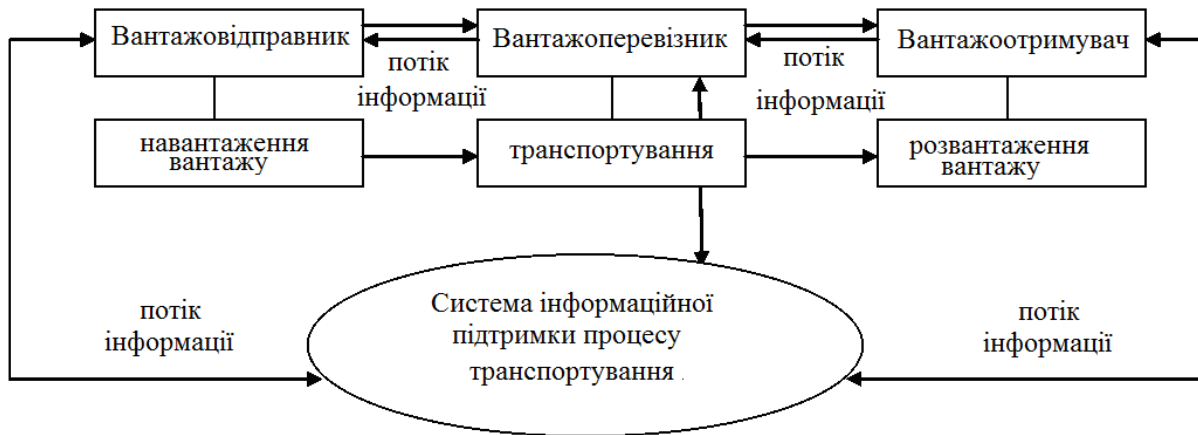


Рисунок 1 – Учасники логістичної інформаційної підтримки процесу транспортування автомобільним транспортом

Для вантажоодержувача важливим є контроль оперативності та своєчасності доставки, а також моніторинг місцезнаходження транспорту з вантажем. Ці потреби учасників процесу транспортування можна зобразити схематично на рисунку 2.



Рисунок 2 – Інформаційні потреби учасників процесу транспортування автомобільним транспортом

Множинність інформаційних потреб визначає перелік завдань, які потрібно вирішувати за допомогою інформаційної підтримки транспортного процесу у логістичних системах. Основні завдання інформаційної підтримки процесу транспортування включають:

1. Постійний моніторинг наявності та стану виконання заявок на перевезення вантажів або підбір транспорту.
2. Передача достовірної інформації учасникам процесу транспортування щодо вимог до вантажу/транспортного засобу та контроль за процесом транспортування в режимі реального часу (онлайн) від моменту навантаження до розвантаження.
3. Організація інформаційного обміну між всіма учасниками процесу транспортування, включаючи обмін документами.
4. Генерація електронних повідомлень як про готовність транспортного засобу до навантаження, так і про прибуття автомобіля до місця розвантаження.
5. Забезпечення доступу всіх учасників процесу транспортування до телематичних та

телекомунікаційних технологій, що застосовуються в процесі доставки вантажу.

Управління транспортним процесом потребує інтеграції інформації, без якої неможливий ефективний обмін даними. Тому важливо визначити основні методичні принципи логістичної інформаційної підтримки процесу транспортування автомобільним транспортом. Найбільш значущими для цього процесу є наступні принципи.

1. Використання концепції інтегрованої логістики, де всі учасники транспортного процесу сприймаються як взаємопов'язані елементи управління матеріальним потоком і логістичним інформаційним супроводом. Це сприяє оптимізації загальних витрат на вантажне перевезення.

2. Створення єдиного інформаційного простору для всіх учасників процесу транспортування, що базується на системах підтримки транспортного процесу, що дозволяє ефективний інформаційний обмін та отримання достовірної інформації про перебіг транспортного процесу.

3. Впровадження моніторингу у режимі реального часу (онлайн), що підвищує оперативність доставки та якість транспортування вантажів і сприяє підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

4. Використання єдиної системи електронного документообігу для всіх учасників процесу транспортування з метою підвищення ефективності логістичного моніторингу.

5. Забезпечення повності, гнучкості та доступності інформації для користувачів, що дозволяє системі логістичної інформаційної підтримки забезпечувати необхідну і достовірну інформацію для прийняття управлінських рішень.

6. Важливість точності, своєчасності та орієнтованості в прийнятті управлінських рішень, особливо в умовах онлайн-середовища транспортного процесу.

7. Використання відповідного формату даних для максимальної ефективності телематичних систем підтримки процесу транспортування і комп'ютерної техніки диспетчерів.

8. Забезпечення стійкості та захисту інформації в системі інформаційної підтримки процесу транспортування, що включає заходи для запобігання несанкціонованому доступу та забезпечення надійності функціонування.

Найважливішою умовою реалізації всіх вищезазначених принципів для організації ефективної інформаційної підтримки процесу транспортування автомобільним транспортом є використання сучасних логістичних інформаційних систем (ЛІС). Ці системи представляють собою інтерактивну структуру, що складається зі співробітників, обладнання та технологій, об'єднаних між собою пов'язаною інформацією. Логістичний менеджмент використовує цю інформацію для планування, контролю та аналізу функціонування транспортно-логістичної системи.

ЛІС знаходять застосування в центрах обробки та консолідації вантажів, центрах оцінки якості вантажів, диспетчерських та транспортно-логістичних центрах. При цьому забезпечується інтеграція всіх учасників логістичного процесу, сприяння ефективному управлінню матеріальними потоками та забезпечення необхідної інформації для прийняття управлінських рішень.

Визначено, що сучасні ЛІС є ключовим інструментом забезпечення координації і оптимізації всіх аспектів процесу транспортування, точності, швидкості і надійності управлінських рішень у реальному часі. Пропонується організаційна структура ЛІС на транспортних і виробничих підприємствах (рис. 3).

Сучасні системи та технології управління транспортуванням вантажів можна розділити на дві основні групи: супутникові, які базуються на технології супутникової навігації, і довідково-інформаційні, що включають спеціалізоване програмне забезпечення або веб-портали.

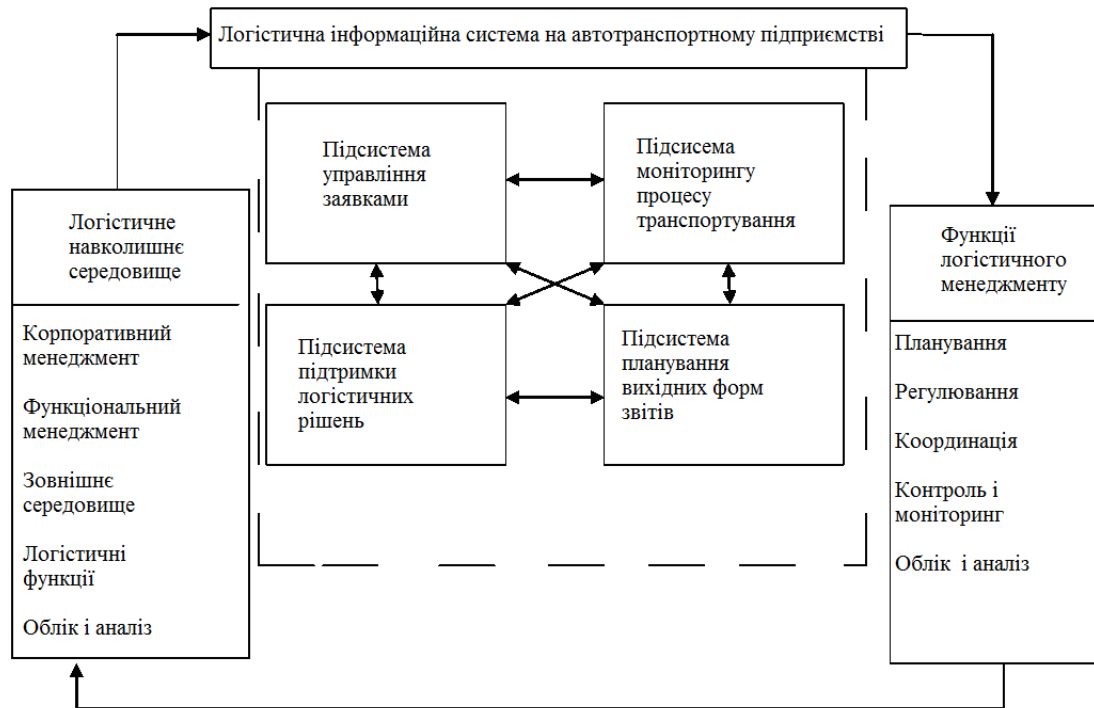


Рисунок 3 – Організаційна структура логістичної інформаційної системи на підприємстві

Довідково-інформаційні системи дозволяють отримувати інформацію про наявність вантажів або вільних транспортних засобів, їх вартість транспортування, наявність вільного місця в кузові автомобіля тощо, працюючи у режимі онлайн. Ці системи можна класифікувати на інформаційно-довідкові, які сприяють обміну інформацією між учасниками транспортного процесу, і корпоративні інформаційні системи, спрямовані на оптимізацію управління автотранспортними підприємствами.

Корпоративні інформаційні системи зазвичай мають різноманітні функції, такі як прийом заявок від клієнтів, ведення документації, контроль розрахунків з клієнтами та планування виконання робіт згідно заявок, а також можуть включати специфічні функції, спрямовані на покращення ефективності управлінських процесів..

УДК 656.07

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ПРИ ПЛАНУВАННІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

В.М. Чумак, асп.,

А.А. Тихий, доц., канд. техн. наук,

А.І. Надточій, ст.гр. ТТ-22МБ,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна,

Виконання завдання процесу транспортування потребує постійного його адаптування до умов і принципів сучасного бізнесу. Важливо враховувати, що розвиток бізнесу відбувається на фоні економічних тенденцій, що супроводжуються значними змінами в техніці та технологіях, що призводять до активного зростання знань, мобільності інформаційних потоків, віртуалізації економіки, а також до посилення впливу інновацій і наукових досягнень на процес транспортування.

У такій ситуації розширення масштабів діяльності транспортних підприємств, фірм і компаній спонукає кожну з них розвивати свої власні стратегічні переваги на ринку, підвищувати конкурентоспроможність і підтримувати суспільну значимість. Умови активної конкуренції на ринку транспортних послуг накладають на керівників обов'язок підвищувати ефективність своїх підприємств.

При впровадженні змін з метою покращення функціонування всієї логістичної системи і підвищення конкурентоспроможності важливо враховувати наявні взаємозв'язки між ключовими елементами як самої транспортної організації, так і всього транспортного процесу. Зміни повинні бути проведені системно, з огляду на ці взаємозв'язки, щоб забезпечити ефективність і стійкість у динамічному середовищі ринку.

З позиції системного підходу транспортний процес розглядається як єдине ціле, що складається з взаємозалежних елементів, кожен з яких впливає на його характеристики. Транспорт виступає як необхідна складова логістичної системи на рівнях мікро-, мезо- і макроекономіки. Він є ключовим елементом у виробництві та торгівлі. Особливу увагу слід звертати на рух товарно-матеріальних цінностей від постачальника до споживача за допомогою різних видів транспортних засобів, переважно автомобільного транспорту.

При проектуванні логістичної системи важливо чітко визначати терміни, умови та вартість доставки. Ці критерії взаємозалежні і впливають на загальну ефективність логістичної системи. Виконання або невиконання кожного з них може значно вплинути на її функціонування в цілому.

У теорії сучасного логістичного управління розгляду системного підходу приділено достатньо уваги як у вітчизняній науці (В.В. Аулін, В.В. Біліченко, О.Л. Лещук, В.М. Нікончук та ін.) так і у зарубіжній (Д.Д. Бауерсокс, Х. Віссема, Д. Вуд, К. Джордж, П.Ф. Друкер, П. Кузінс, Г. Кунц, А. Рассел, Б. Стаффорд, С. Янг).

Системний підхід до управління процесами транспортування полягає в тому, що компанія, яка здійснює переміщення матеріальних потоків у просторі, складається з взаємозалежних елементів або блоків. Зміни в будь-якому з цих елементів призводять до відповідних змін в інших частинах системи.

Транспортно-логістична система інтегрує управління виробництвом, постачанням, управлінням запасами, складським господарством, транспортуванням та розподілом, задовольняючи широкий спектр потреб споживачів транспортних послуг. Ефективне функціонування такої системи в країні неможливе без співпраці між ринковим та державним управлінням транспортом і вантажоперевезеннями на всіх рівнях – від регіонального до

національного. Ці заходи спрямовані на оптимізацію руху матеріальних потоків в межах країни та за її межами, що сприяє підвищенню конкурентоспроможності відповідних регіонів.

Системний підхід до управління транспортуванням не має однієї чіткої методологічної концепції. При застосуванні системного підходу до управління процесом транспортування основним завданням є виявлення та дослідження зв'язків та взаємозв'язків між підсистемами (елементами), що складають об'єкт управління у цьому процесі. Суть такого підходу полягає у підпорядкуванні локальних (часткових) цілей окремих підсистем загальній кінцевій меті. Важливою умовою є визначення загальних цілей і завдань, а також розроблення шляхів для максимально ефективного та грамотного вирішення завдань окремих елементів та системи в цілому.

При плануванні процесу транспортування у транспортних підприємствах, фірмах та компаніях використовуються такі принципи, що сприяють впровадженню системного підходу:

1. Принцип кінцевої мети ставить за основу процесу транспортування його кінцеву мету, що визначає його ключові характеристики, показники якості та критерії оцінки.

2. Принцип послідовного просування етапами транспортного процесу вимагає аналізувати спочатку взаємодію майбутнього транспортного процесу на макрорівні з оточуючим середовищем, а потім його організацію на мікрорівні.

3. Принцип вимірювання передбачає включення процесу транспортування як частини загальної системи та оцінку зовнішніх факторів системи щодо цілей та завдань.

4. Принцип єдності передбачає інтегроване розглядання транспортного процесу як цілісної системи і сукупності його елементів.

5. Принцип узгодження включає забезпечення взаємодії інформаційних, ресурсних, надійності та інших характеристик передбачуваного транспортного процесу.

6. Принцип зв'язності підтримує розгляд частин транспортного процесу разом із їхнім оточенням та виявлення зв'язків між елементами.

7. Принцип відсутності конфліктів забезпечує відсутність розбіжностей між цілями окремих учасників транспортного процесу та загальними цілями процесу в цілому.

8. Принцип розвитку базується на урахуванні змінності елементів і принципів транспортного процесу, їх потенціалу для розвитку, адаптації, розширення, заміни частин, накопичення інформації.

Ці принципи дозволяють ефективно впроваджувати системний підхід в управління процесом транспортування.

При організації транспортного процесу та його управлінні кожне транспортне підприємство, фірма, компанія зосереджується на багатьох взаємодіючих цілях, які мають оперативний характер:

1. Швидкість реакції відображає здатність підприємства часом реагувати на запити клієнтів. Ефективність у відповіді на вимоги споживачів сприяє підвищенню конкурентоспроможності перевізника, що в свою чергу збільшує кількість повторних звернень клієнтів.

2. Мінімізація невизначеності виникає через непередбачені обставини, які можуть перешкоджати нормальному транспортному процесу. Ці події включають затримки у замовленні від клієнта, виробничі збої, що спричиняють затримки у завантаженні, пошкодження товарів під час перевезення, перевантаження транспортних засобів та інші складнощі. Зменшення цієї невизначеності сприяє підвищенню продуктивності транспортного процесу через зменшення витрат часу, зусиль і коштів.

3. Консолідація вантажоперевезень є важливою стратегією для зниження витрат транспортування. Шляхом об'єднання окремих вантажів можна здійснювати більш ефективні та швидкі транспортні операції, що сприяє зменшенню загальних витрат.

4. Постійне покращення якості транспортного процесу є критичним для успішного

транспортування. Порушення умов перевезення може призвести до пошкодження чи втрати товарів, що перевозяться, а також до додаткових витрат через страхові виплати та інші витрати.

5. Оперативність доставки вантажів, а також швидкість реакції, є ключовими факторами для підвищення конкурентоспроможності транспортної компанії. Затримки у доставці можуть призвести до додаткових витрат у вигляді штрафів, що передбачені у контракті з клієнтом.

Особливості системного підходу до управління процесом транспортування відображають кілька ключових аспектів:

1. Ієрархічна структура: кожен елемент транспортного процесу має жорстко закріплені функції, розбіжності вирішуються на нижчих рівнях ієрархії, можливо, одноосібно або через компроміс.

2. Індивідуальні критерії оптимальності: кожен учасник структури має свої власні критерії оптимальності, що відображають його інтереси.

3. Централізоване та децентралізоване управління: системний підхід дозволяє застосовувати обидва підходи в залежності від потреб та особливостей конкретного процесу транспортування.

4. Функціональні структури: передбачаються структури функціонального типу, що можуть бути домінуючими в організаційних структурах.

5. Об'єктна і функціональна орієнтація: для формування структури управління можуть використовуватися як об'єктна (зорієнтована на конкретний об'єкт транспортування), так і функціональна (зорієнтована на виконання конкретної функції в процесі).

З метою ефективного управління процесом транспортування важливо вдосконалювати практику моніторингу й оцінки його ефективності, враховуючи можливість зміни окремих показників. Це вимагає розвитку аналітичних інструментів для об'єктивного аналізу та оцінки управлінських рішень у сфері транспортування (рис. 1).

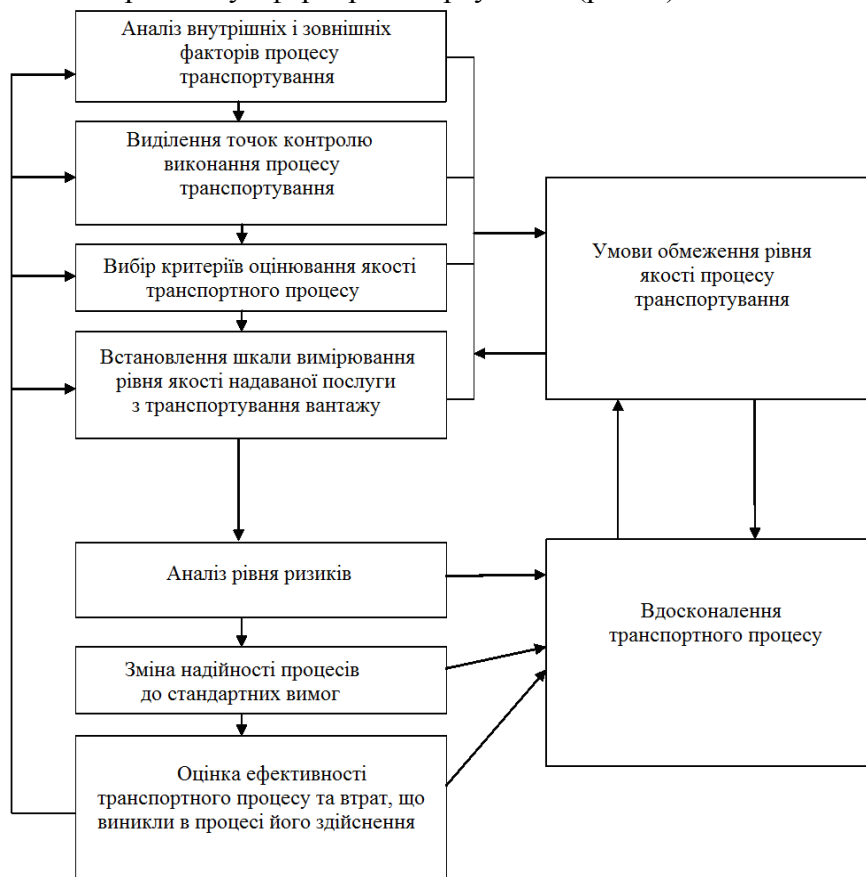


Рисунок 1 – Схема аналізу та оцінки управління процесами транспортування на підприємстві

Систематична оцінка якості процесу транспортування важлива для виявлення й усунення слабких місць в його складових елементах. Якісний аналіз сприяє підвищенню якості транспортування та зменшенню загальних витрат і втрат під час доставки продукції.

Сучасні транспортні підприємства, фірми та компанії мають працювати в умовах високого ризику і невизначеності, що викликані швидкими змінами у довкіллі. Це вимагає наявності налагоджених систем управління, які забезпечують постійну адаптацію до змінюваної обстановки та швидке мобілізацію транспортних потужностей.

Для успішного впровадження системного підходу в процес транспортування необхідно чітко структурувати управління транспортуванням. Як результат грамотної реалізації системного підходу в бізнес-процесі транспортної фірми, компанії або підприємства з власним автопарком, ефективність роботи кожного етапу транспортного процесу досягне максимальних показників, а додана вартість буде оптимально розподілена у вигляді прибутку.

УДК 656.07

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРИДБАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІДПРИЄМСТВАМИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

В.Г. Байцан, асп.,

О.В. Кузик, доц., канд. техн. наук,

В.К. Коваленко, ст.гр. ТТ-23,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Існує кілька способів оновлення рухомого складу на підприємстві агропромислового виробництва (АПВ) (рис. 1).



Рисунок 1 – Варіанти оновлення рухомого складу на підприємстві агропромислового виробництва для перевезення продукції з фермерських господарств в торгівельну мережу

Варіант із придбанням автомобіля за рахунок власних коштів зрозумілий. Розберемо інші варіанти з придбання нового рухомого складу.

Автокредит - це цільова позика, гроші від якої можна витратити тільки на покупку транспортного засобу. Поки кредит не буде погашено, автомобіль залишиться у заставі у банку. До того часу паспорт транспортного засобу (ТЗ) найчастіше зберігається у кредитній установі. Головний плюс автокредиту: право володіння купленим майном одразу переходить до позичальника. Від нього потрібно лише погасити суму кредиту та не допускати прострочень, згідно із затвердженим графіком.

Переваги автокредиту:

- часто автосалони пропонують тим, хто бере автокредит, спеціальні ціни;
- можливість отримання допомоги від держави;
- схвалення більшої суми;
- більший період виплат, оскільки автокредит у середньому видають терміном від трьох до п'яти років;
- процентна ставка є нижчою.

Недоліки автокредиту:

- майно у заставі, до того часу, поки не погасите кредит та не отримаєте паспорту ТЗ, не зможете продати автомобіль;
- дороге страхування. Без КАСКО отримати кредит на ТЗ не вдасться;
- пакет документів обов'язково включає підтвердження доходів; необхідна застава та поручитель;
- є вимоги до машини, оскільки банк бере автомобіль у заставу, він виставляє критерії, яким повинна відповідати машина, щоб потім її продати, якщо ви не повернете гроші.

Автолізинг - це придбання та передача автомобіля у тимчасове користування за плату на підставі договору між лізингодавцем та лізингоодержувачем. Власником ТЗ залишається лізингодавець, він же обслуговує своє майно, розподіляючи витрати у графіку орендних платежів лізингоодержувача.

Переваги автокредиту:

- швидший термін розгляду заявки;
- гнучкий графік платежів, і компанія може піти назустріч клієнту та підлаштувати графік під сезонність бізнесу. Крім того, можливі відстрочення платежів у складних фінансових ситуаціях;
- лізингові компанії вимагають ні застави, ні поручителів, ні інших засобів забезпечення угоди;
- після закінчення терміну дії контракту позичальник отримує право вибору - викупити ТЗ, укласти новий договір на новий автомобіль або повернути транспорт господареві;
- не потрібно сплачувати податок на майно, тому що предмет угоди не перебуває у власності клієнта.

Негативні сторони автолізингу:

- у платежах обов'язково враховується ПДВ;
- позичальник покриває всі мита по автомобілю;
- при труднощі з внесенням обов'язкових платежів чи фінансових труднощах лізингодавця заставу можуть забрати;
- власнику авто не можна надавати у суборенду;
- коли договір закінчується, автомобіль не переходить у власність лізингоодержувача автоматично – від нього вимагається виплата залишкової вартості;
- обслуговування машини відбувається у центрі салону, а не на незалежній СТО.

Суть способів зрозуміла, але з'ясуємо у чому різниця між ними. Ключова юридична відмінність – це запорука. Для банку, який кредитує громадян, це означає, що отримати машину, надану у забезпечення (ту, на яку видавалися гроші), він зможе лише через суд. Тобто контроль фінансових можливостей позичальника – прямий інтерес банку.

Лізингодавець може забрати своє майно без суду. Так, справедлива оцінка своїх фінансових можливостей стає ключовим інтересом самого користувача. Інший момент – амортизація. У лізингу вона враховується, а у кредитуванні – відсутня.

Період дії договору – це одна із відмінностей способів придбання автомобілів. Лізинг завжди "коротший". Оренда надається терміном до 36 місяців.

У кредитуванні діють свої обмеження, але вони м'якші:

- термін видачі – від півроку до семи років;
- на момент погашення кредиту транспорт не повинен бути старшим 10 років;
- для вживаних автомобілів діє вікове обмеження: техніка не повинна бути старшою 3 років. Договір КАСКО на машину користувач фінансової послуги оплачує у 100% обсягу. При лізингу це розділений платіж (включений до щомісячних виплат).

За обома програмами можливе узгодження індивідуальних умов виплат. При автокредиті графік із сезонним скороченням та збільшенням платежів узгоджують члени кредитного комітету.

Розмір щомісячних виплат за кредитом вважається виходячи із вартості машини, збільшеної на відсоток за користування позицією. Відсоток у своїй нараховується залишок кредиту. Тобто при ануїтетному чи регресному графіку сума річної переплати знижується (оскільки річна ставка нараховується на зменшену суму).

У лізингу сума виплат вважається з орендної ставки та витрат на обслуговування машини (це зобов'язання власника – лізингодавця, – яке він делегує клієнту). Ця сума нижче, ніж місячний внесок за кредитом за інших рівних умов (ставка, терміни).

Представимо виявлене у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 - Відмінності договорів різних видів на придбання автомобілів підприємством

Показник	Кредитний договір	Оренда з правом викупу	Лізинг
Визначення договору	Кредитор зобов'язується надати кошти (кредит) позичальнику в розмірі та на умовах, передбачених договором, а позичальник зобов'язується повернути отриману грошову суму та сплатити відсотки на неї	За договором оренди (майнового найму) орендодавець (наймодавець) зобов'язується надати орендарю (наймачеві) майно за плату у тимчасове володіння та користування або у тимчасове користування. Згодом передбачається викуп	За договором фінансової оренди (договором лізингу) орендодавець зобов'язується придбати у власність вказане орендарем майно у визначеного ним продавця та надати орендарю це майно за плату у тимчасове володіння та користування
Вартість за договором	Повне погашення вартості; внесення періодичної плати, виплата відсотків	Орендна плата повністю не покриває вартість майна, надалі при викупі передбачається повний викуп	Повне погашення вартості; внесення періодичної плати, виплата відсотків (проте відсотки за лізингом, як правило, вищі, ніж за договором позики та кредиту)
Відсотки	Відсотки сплачуються за умовами договору, зазвичай менше, ніж за договором лізингу	Відсотки можуть бути не передбачені	Відсотки сплачуються за умовами договору, зазвичай вищі, ніж відсотки за кредитним договором та договором позики
Порядок придбання майна	Майно набуває позичальник самостійно	Майно знаходиться на балансі орендодавця і передається потім орендарю	Майно набуває лізингова компанія і потім передає його лізингоодержувачу
Перехід власності	Купуючи майно за допомогою банківського кредиту, компанія відразу стає його власником	На час дії договору предмет оренди перебуває у власності орендодавця та є власністю орендодавця	На час дії договору предмет лізингу знаходиться у фінансовій оренді у лізингоодержувача та є власністю лізингодавця
Страховання майна	Як правило, банки вимагають страхування майна	Страховання, як правило, не потрібне	Лізингодавець, як правило, вимагає страхування майна

З урахуванням вищевикладеного матеріалу можна провести порівняння витрат на прикладі JAC N35 2022 року випуску, купуємо за 1186800 гривень. Порівняльний аналіз представлений у таблиці 2 та рисунку 2.

Таблиця 2 - Порівняльний аналіз автокредиту та лізингу на прикладі JAC N35 на прикладі Ощадбанку

Параметри	Автокредит	Лізинг із викупом	Лізинг без викупу
Період кредитування	3 роки	3 роки	3 роки
Початковий внесок, грн.	237360	237360	237360
Щомісячний платіж, грн.	38210	34427	19890
Транспортний податок, грн.	2525	Включено до платежів	Включено до платежів
Ресстрація ТЗ, грн.	860	Включена до платежів	Включена до платежів
Витрати на ТО	Позичальник	Лізингодавець	Лізингодавець
Підсумкова сума погашення, грн	2136240	1922616	1186800
Повернення коштів при продажу автомобіля	652740	652740	-
Всього	1301563	1099451	1186800

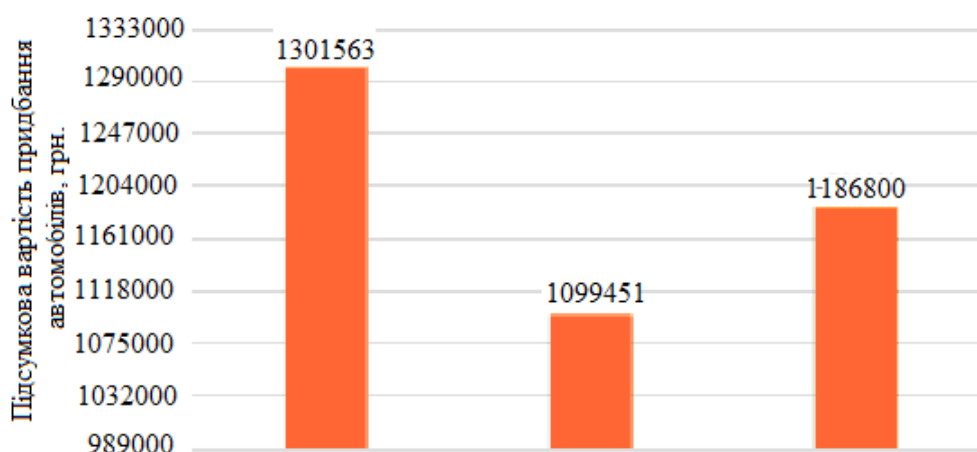


Рисунок 2 – Порівняльний аналіз способів придбання автомобілів

З таблиці 2 і рисунка 2 видно, що найвигіднішим варіантом є лізинг із наступним викупом.

Проаналізувавши всі представлені варіанти придбання рухомого складу для вантажних перевезень підприємства, можна дійти висновку, що лізинг із наступним викупом є найбільш виграшним проти автокредитом і лізингом без викупу.

Провівши економічний аналіз ТОВ "ЛАНДТЕХ", вважаємо, що купівля ТЗ за власні кошти буде більш раціональним і зручним рішенням, оскільки доходи ТОВ "ЛАНДТЕХ" дозволяють це зробити. При придбанні автомобілів у лізинг з наступним викупом, переплата становитиме близько 2 млн. гривень з кожного автомобіля, при придбанні 4 таких автомобілів виникає величезна переплата.

УДК 656.07

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ СКЛАДСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук,

С.Ю. Тищенко, асп.,

І.С. Сугак, ст.гр. ТТ-23,

Центральноукраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна

Більшість сучасних складських комплексів використовують системи управління складом WMS, які отримують дані від баркодів та RFID-міток на упаковці товарів. На більш високому рівні функціонують системи контролю складу WCS, які моніторять не лише товари, але й складське обладнання за допомогою сенсорів. Дані цих систем використовуються для оптимізації складських процесів. Деякі склади також використовують системи автоматизації будівель BAS, які керують освітленням, кондиціонуванням, вентиляцією, а також виконують функції безпеки та контролю доступу.

Сучасні системи WMS, WCS і BAS обладнані інтерактивними інтерфейсами – дашбордами, що дає можливість складським працівникам ефективно управляти складним господарством. Технології Інтернету речей дозволяють об'єднати дані цих систем, забезпечити їхню крос-взаємодію для вирішення більш складних завдань. Ефективною при цьому є технології "розумний дім", які включають в себе системне обладнання, контролери, виконавчі та керовані пристрої (рис. 1)

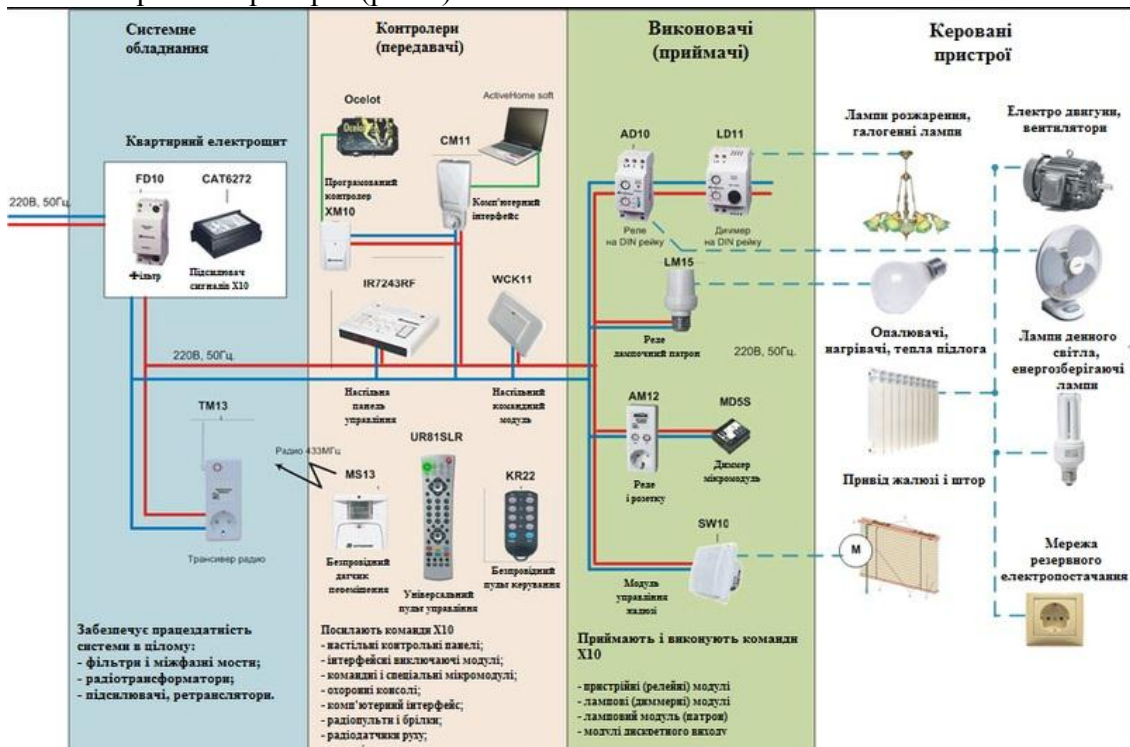


Рисунок 1 – Схема реалізації технології "розумний дім" відносно складських споруд

Якщо мова йде про зберігання продукції, що швидко псується, що вимагає спеціального температурного режиму, то система BAS може відстежувати коливання температури на ділянці складу через сенсори. І, якщо вона досягла критичних значень,

подавати сигнал у систему WMS, а та у свою чергу – інформувати складських працівників про ситуацію, що склалася.

Інтернет речей в логістиці може приймати різні форми, поєднуючи в собі різні технології, починаючи від пристроїв, що безпосередньо підключаються (датчики, сенсори, мітки, роботи) і закінчуючи способами встановлення між ними інтерконекту. Зв'язок пристроїв та систем забезпечують бездротові технології передачі даних Bluetooth, RFID, Zigbee та WiFi, а також мобільні 3G та LTE мережі, що об'єднують усі пристрої в єдине ціле.

Для логістичної системи, де мільйони об'єктів щодня маркуються та переміщуються на різні відстані, просто створена система Інтернету речей. IoT-пристрою використовуються на складах в першу чергу для того, щоб отримати інформацію про матеріальні активи на всьому протязі ланцюгів поставок для того, щоб потім обробляти і аналізувати отримані дані. Це дозволяє логістичним провайдерам, а також торговим і виробничим підприємствам, фірмам, компаніям, що виконують частину логістичних функцій самостійно, задіяти IT-інструменти для підвищення операційної ефективності, створюючи нові автоматизовані сервіси як для внутрішніх, так і для зовнішніх користувачів.

Сьогодні вже недостатньо просто маркувати товари на складі, щоб він почав працювати як годинник. Є ще безліч "тіньових" активів, починаючи від самих полиць і до навантажувачів, які можна змусити працювати ефективно і як єдине ціле за допомогою сучасних технологій.

Першою з областей застосування технологій IoT на складах є "розумна" інвентаризація (smart inventory management), а дані сенсорів і датчиків передаються в WMS-систему, дозволяючи в інтерактивному режимі стежити за тим, що зберігається на складі і в якій кількості, а також виправляти помилки зберігання.

Другою областю застосування являє контроль над цілісністю товарів та інших матеріальних активів. Вона дуже широка. Вище вже наводився такий приклад щодо зберігання продукції зі спеціальними умовами. Також за допомогою розташованих на складі та в зоні відвантаження камер можна виявити порушення цілісності упаковки, продукції.

Третя область застосування – це підвищення якості обслуговування клієнтів. Датчики в зоні відвантаження можуть забезпечити додатковий контроль за тим, що конкретний вантаж відправляється потрібному клієнту: це захищає від помилок та пересортування. Можна організовувати різні послуги для значних клієнтів з моніторингу належних їм і які зберігаються товари у режимі онлайн, що сприятливо позначиться з їхньої лояльності. Клієнти, які можуть відстежити свій вантаж по всьому ланцюгу, відчувають набагато більшу довіру до логістичного оператора.

Визначено, що IoT-рішення дозволяють підвищити ефективність роботи складського обладнання, починаючи від навантажувачів і закінчуючи стрічками транспортерів: вони можуть бути оснащені датчиками, щоб визначити їхню оптимальну пропускну здатність і швидкісний режим. Подібні рішення пропонує, наприклад, компанія Swisslog, одне з них називається SmartLIFT. У ньому об'єднані сенсори на вантажопідійомниках, баркоди на полицях, дані яких ідентифікуються за допомогою локальної системи GPS і передаються до WMS системи: завдяки цьому оператори навантажувачів отримують завдання з актуальним місцезнаходженням. Це рішення впроваджено на складі Bobcat і завдяки цьому збільшується обробка вантажів на палетах на 30% на годину без помилок.

Інтернет речей дозволяє ретельніше контролювати роботу співробітників складу та їхню безпеку. За даними асоціації промислового транспорту ІТА США, тільки в США використовується понад 855 тис. складських вилкових навантажувачів, з якими пов'язано понад 100 тис. нещасних випадків на рік: для цих випадків здійснювалось понад 94 тис. страхових виплат. Більш ніж 80% таких інцидентів залучено навколишній персонал.

Звичайно, використання сенсорів, мікропроцесорів та бездротових з'єднань на складах та на транспорті – це не новина, а маркування товарів за допомогою штрих-кодів та RFID-міток застосовується вже багато років. Можна сказати, що логістичні компанії стали одними

із піонерів промислового Інтернету речей, поставивши собі на службу широкий спектр обладнання від ручних сканерів упаковки до сенсорів, що моніторять рух техніки. Але все це лише верхівка айсберга в порівнянні з тим, яким є потенціал IoT на сучасних складах (рис.2).

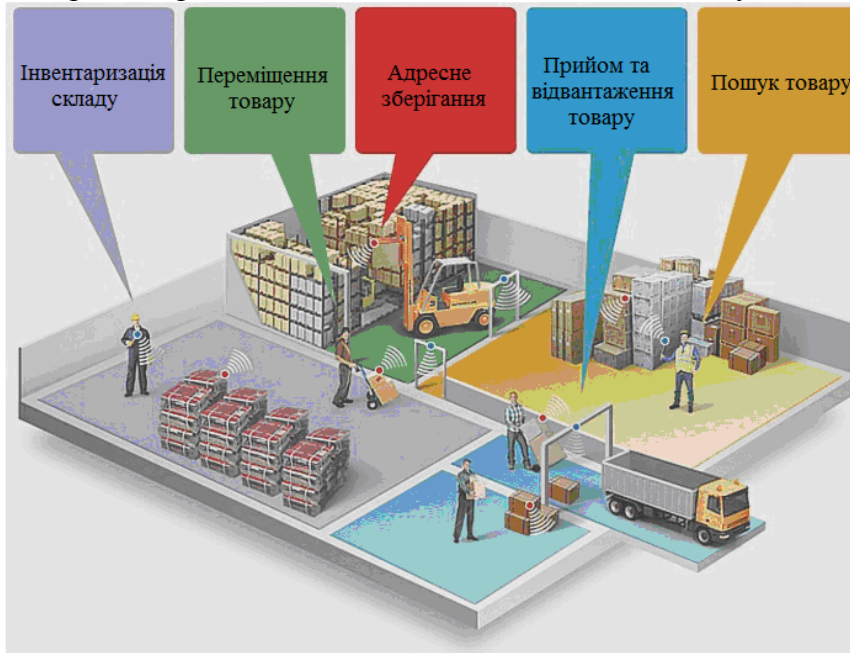


Рисунок 2 – Схема роботи технології "розумний склад"

В основі будь-якої складної технології завжди лежить більш проста. У випадку з системою "розумний склад" це технологія RFID (Radio Frequency IDentification) – радіочастотна автоматична ідентифікація, з допомогою якої зчитуються дані з транспондерів.

У ході технологічного розвитку RFID з'явилися нові можливості. Тепер за допомогою міток можливо передати як мінімум необхідної та будь-який обсяг додаткової інформації. У випадку з "розумними складами" це може бути термін придатності продукту, дані про виробника та виробництва, колір, маса, умови зберігання та багато іншого.

Крім RFID, велика роль відводиться технологіям WMS (Warehouse Management System) – спеціальній інформаційній системі, що автоматизує процеси управління роботи складу. До основних функцій WMS можна віднести управління трудовими ресурсами та основними складськими операціями: прийом, комплектація, відправка товару складування; управління замовленнями чи групами замовлень; поповнення складу; підбір варіантів упаковки товару залежно від розміру та умов транспортування; автоматизоване ведення документів; створення завдань для персоналу та управління людськими ресурсами.

Інновація "розумний склад" пропонує такі технологічні рішення:

1. Автоматизований складський облік та документообіг, але всі інші процедури виконуються вручну.

2. Автоматизація обліку та документообігу за допомогою датчиків та інтеграцій з обліковими системами – на складі використовуються радіотермінали, дані по приходам та замовленням виходять безпосередньо з облікових систем клієнта через інтеграцію.

3. Системи з бізнес-процесами, що прописуються: всі правила налаштовуються вручну людиною один раз, а потім вже застосовуються системою для оптимізації бізнес-процесів. Також володіють великим набором даних, що зберігаються. Це дає нові можливості для аналітики.

4. "Розумний склад" з "розумними" бізнес-процесами: система сама може розуміти, як оптимальніше налаштувати бізнес-процес, і допомагає користувачеві, вказуючи на "вузькі місця".

5. "Розумний склад" з підтримкою нових технологій організації "бізнес-процесів"

– сюди входять такі технології, як pick-by-light , pick-to-light , pick-by-voice , pick-by-vision , біотелеметрія, " відеоологіст ", доповнена/віртуальна реальність.

6. Склад із "повною" автоматизацією процесів – сюди можна віднести склади Amazon , автоматизовані системи Knapp , використання при роботі дронів та роботів. Людина заміниться машиною, яка, не знаючи втоми, виконує всі вказівки з максимальною точністю. Проте система часто пред'являтиме жорсткі вимоги до процесу, і будь-яке відхилення від запрограмованої норми призведе до "нерозуміння" з боку програми, яка не вміє імпровізувати. Крім того, ці склади – дуже дорогий захід. Потрібні довгострокові інвестиції. Тільки компанії, що мають великі бюджети і існують у відносно стабільній реальності (економічному кліматі), можуть собі це дозволити

7. "Розумний склад" із застосуванням технології нейромереж та машинного навчання – це очікуваний вектор розвитку складських систем. Машинне навчання зараз впроваджується в деякі модулі сучасних WMS, але повноцінного алгоритму, який замінить людину, що програмує бізнес-процеси, ще немає.

Якщо розглядати український ринок у цій системі, то можна побачити таку картину: зараз рівень свідомості бізнесу у сфері оплати низькокваліфікованої праці далекий від ідеалу. Переважають низькі зарплати із схемами ухилення від податків. Відповідно, година такої праці буде явно нижчою за собівартість, ніж година роботи складу за "умовною класифікацією". Крім того, законодавство постійно і швидко змінюється, пред'являються нові вимоги до зберігання, маркування продукції та товарної документації, даних, що зберігаються. Стандартизація бізнес-процесів у такому кліматі вкрай скрутна, що ускладнює розвиток складів.

Smart warehouse (розумний склад) являє собою організаційно-технічний продукт. З одного боку, в ньому необхідно вибудувати внутрішню інфраструктуру у вигляді стелажів, боксів та майданчиків для зберігання великих товарів, з іншого – забезпечити оптимальні ланцюжки "розвантаження – доставку до "полиці" – обробку заявки – відвантаження". Чим швидше здійснюються ці операції, тим ефективніша дистрибуція, і тим менше обігових коштів необхідно підприємцю, який працює з цим логоцентром .

Очевидно, на чільне місце Smart warehouse ставиться програмне забезпечення (ПЗ), яке пов'язує у собі воедино не тільки ядро, що керувало безпосередньо складом, а й потенційних замовників та виробників. Коли закінчується певний товар, то згідно з "історією попиту" про це повідомляються клієнти, які регулярно купують цей продукт. Вони у відповідь інформують адміністратора Smart warehouse про свої плани, а той автоматично готує заявку постачальникам.

Далі ПЗ заздалегідь вибирає майданчики розміщення зазначеного товару. В основу береться затребуваність, умови зберігання та оптимальні маршрути доставки до пунктів відвантаження. Якщо товар повинен зберігатися за мінусової температури, його направляють у спеціальні холодильники.

І справді, попит на ті чи інші групи товарів найчастіше має певну логіку. Наприклад, у передсвяткові дні зростає інтерес до цукерок і чим частіше їх замовляють, тим ближче до пунктів обробки товарів переміщуються стелажі із "запасами" – у так звану гарячу зону. Як тільки свята проходять, одразу ж цукерки переміщуються углиб зали у зв'язку з падінням запитів – уже у холодну зону.

Навіть якщо немає спеціальної техніки, і доставкою до пунктів обробки займаються складські працівники, то вони витрачають набагато менше часу. У найпростішому випадку, коли стелажі стаціонарні, контейнери з найбільш затребуваним товаром "на завтра" за вказівкою спеціальної програми переміщують автотранспортувачі після закінчення робочого дня.

Також має бути виділене місце для браку – про це теж має потурбуватися Smart warehouse . Це дозволяє проводити паралельно обробку товарів і найбільш оптимальними маршрутами; наповнюваність полиць у результаті наближається до 80-95% (у звичайних

дилерських складах замовлення обслуговуються послідовно, а наповнюваність полиць із найбільш затребуваними товарами не перевищує 50%). При цьому енергоефективність як мінімум вдвічі вища, ніж у стандартних центрах.

Організувати роботу з перекладу звичайного складу на smart warehouse під силу невеликій групі досвідчених фахівців, – пояснює бізнес-консультант, – в той же час практика показує, що гривня, вкладена у "розумну логістику", приносить складу 1,5 гривні додаткового прибутку та економити близько 50% оборотних коштів бізнесменам, які обслуговуються у інноваційному центрі зберігання. А це вже логістична функція, що підвищує конкурентну здатність.

Найголовніше, слід усвідомити, що перехід до концепції "розумного" складу в кожному конкретному випадку потребує дослідження статистики переміщення товарів протягом щонайменше одного кварталу. Вважається, що цього часу цілком достатньо, щоб скласти загальне уявлення про особливості процесу клієнта. Знадобиться і спеціальне обладнання, у тому числі, і для автоматизації обліку на основі технологій штрих-кодування, мобільні промислові сканери та, звичайно, промисловий Wi-Fi для обміну даними між терміналом збору даних та співробітниками, які працюють на території комплексу.

Таким чином, "розумними" складами стають логокомплекси, в яких замовлення обробляються за алгоритмами інтелектуального програмного забезпечення та із застосуванням спеціалізованої робототехніки, терміналів збору даних, а також RFID-міток та штрих-кодів. При цьому зміна роботи товарних потоків здійснюється автоматично відповідно до пріоритетів адміністратора складу, тоді як зараз ця робота носить рутинний характер "традиційного комірника".

Зрозуміло, оцінити вартість такого проєкту складно навіть приблизно, оскільки склади, що працюють, мають свою специфіку. Але за американськими мірками це має бути не менше 2-4% виручки логоцентру за рік. У такому разі досягається прибуток у межах 25% від замовлення.

УДК 658.15:656.13

РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ У СИСТЕМІ СУСПІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

І.О. Хітров, доц., канд. техн. наук,

Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне, Україна

Суспільне виробництво – це процес виробництва товарів і послуг, який відбувається в рамках суспільства, залучаючи різні ресурси, такі як праця, земля, капітал та підприємництво. Цей термін часто використовується в економічних теоріях, особливо у марксистській теорії, для опису того, як у суспільствах виробляються й розподіляються матеріальні блага. Суспільне виробництво також включає соціальні, політичні, культурні та інші аспекти, що визначаються взаємодією між людьми у суспільстві [1].

Сфери матеріального виробництва включають в себе різні галузі економіки та види діяльності, пов'язані з виробництвом матеріальних благ. Основу матеріального виробництва в економіці суспільства з виробленням і розподілом матеріальних благ для задоволення потреб суспільства складає сільське господарство (рослинництво та тваринництво, рибальство та ін.), промисловість (виробництво товарів шляхом обробки сировини, включаючи машинобудування, хімічну та текстильну промисловість, металургію та інші галузі), будівництво (будівництво і інфраструктурні роботи, такі як будівництво доріг, мостів, житлових будівель, комерційних споруд та інших об'єктів).

Неустанний взаємодійний процес між економічними учасниками відбувається на етапах виробництва, розподілу, обміну та споживання матеріальних благ. Життєвий цикл суспільства передбачає постійний споживацький процес матеріальних благ, що потребує безперервності у виробничому процесі. Важливо зауважити, що розрізнення між процесами виробництва та споживання є дещо умовним, оскільки сам процес виробництва фактично є споживанням раніше виготовлених матеріальних благ. Таким чином, безперервне повторення процесу виробництва відоме як відтворення [2].

Транспортна галузь – це сектор економіки, який включає в себе різноманітні види транспортних послуг та інфраструктуру, призначену для переміщення людей та вантажів з одного місця в інше (включає автомобільний і залізничний транспорт, водний (морський та річковий), повітряний транспорт, а також транспорт через трубопроводи для перевезення рідин або газів). Транспортна галузь відіграє важливу роль у забезпеченні зв'язку між різними регіонами, розвитку торгівлі та економічного зростання [3].

Транспортна галузь має надзвичайну важливість для розвитку економіки суспільства, оскільки вона забезпечує необхідне обслуговування внутрішніх, експортно-імпорتنих та транзитних перевезень вантажів і пасажирів. Крім того, транспорт є ключовим елементом загальної економічної політики держави та грає важливу роль у забезпеченні обороноздатності країни. Водночас транспортна галузь служить основним показником рівня соціально-економічного розвитку держави на принципах екологічної сталості, забезпечуючи високу якість життя населення, сприятливе середовище для економічного зростання та розвитку підприємницької діяльності, а також охорону довкілля тощо [4].

Транспорт виступає активним учасником ринкових відносин, від його ефективної діяльності залежить нормальне функціонування та розвиток всіх секторів національної економіки і соціальної сфери. Одночасно, транспортна галузь виступає суб'єктом у регульованих ринкових відносинах, особливо при формуванні попиту на перевезення і розподілі їх між різними видами транспорту, а також при встановленні взаємовигідних господарських та правових відносин між транспортними підприємствами та вантажовласниками, або між транспортними службами та пасажирями (рис.1) [3, 5].

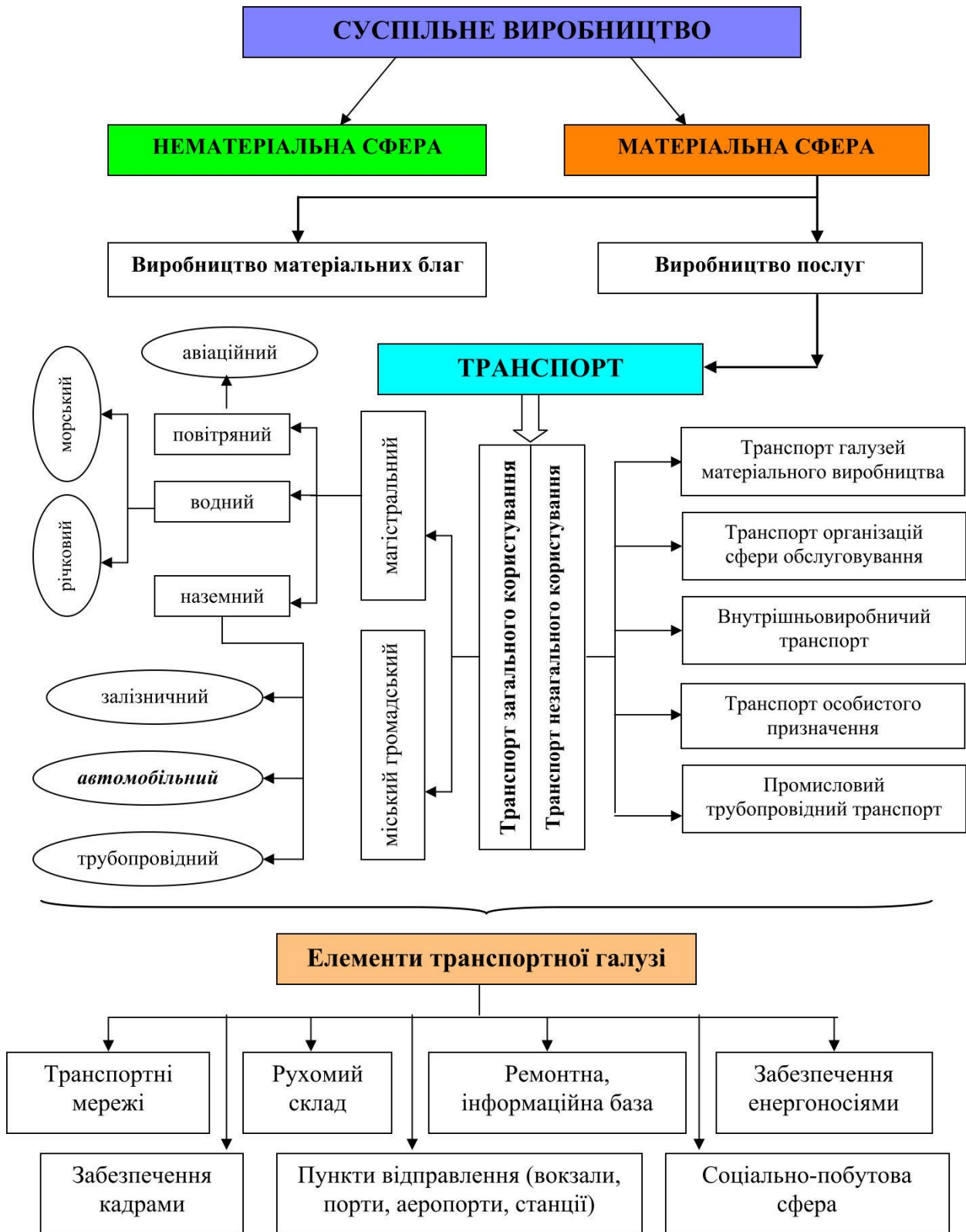


Рисунок 1 – Структура транспортної галузі та її місце у системі суспільного виробництва [5, с. 19]

Транспортна галузь відіграє важливу роль у системі суспільного виробництва. Транспорт забезпечує пересування сировини, матеріалів та готової продукції вздовж ланцюжка постачання, що дозволяє підприємствам отримувати необхідні ресурси для виробництва та доставляти готову продукцію до споживачів.

Транспорт забезпечує зв'язок між різними регіонами країни та міжнародними партнерами. Це дозволяє здійснювати торгівлю та обмін товарами та послугами, сприяючи економічному зростанню.

Транспорт допомагає людям отримувати доступ до різноманітних можливостей зайнятості та навчання, забезпечуючи мобільність на ринку праці.

Розвиток транспортної галузі часто відображається в розвитку інфраструктури, такої як дороги, мости, аеропорти, порти тощо. Це сприяє зростанню інвестицій та створенню робочих місць [6].

Транспортна галузь забезпечує необхідні умови для розвитку економічної діяльності, такої як торгівля, туризм, виробництво та інші сектори, що сприяє стабільності та зростанню економіки.

Роль автомобільного транспорту в сучасному суспільстві надзвичайно важлива, відображення якої проявляється в забезпеченні мобільності (швидке та зручне переміщення людей та вантажів з одного місця в інше), економічне зростання (автомобільний транспорт є важливим елементом для розвитку економіки, що забезпечує доставку товарів до ринків, обслуговує підприємства та сприяє розвитку торгівлі та бізнесу), соціальне спрямування (автомобільний транспорт допомагає зменшити відстані між людьми, полегшує доступ до освіти, медичних послуг та розваг, сприяючи соціальній інтеграції та розвитку), підтримка інфраструктури (розвиток автомобільного транспорту часто вимагає будівництва та підтримки інфраструктури, що сприяє збільшенню інвестицій у дороги, мости та інші транспортні споруди) та доступ до робочої сили (для багатьох підприємств автомобільний транспорт є ключовим для доступу до робочої сили, особливо в сільських та віддалених районах) [7].

Отже, роль транспортної галузі у системі суспільного виробництва не може бути переоцінена, оскільки вона є ключовою складовою інфраструктури, яка забезпечує ефективну та безперебійну роботу економіки. В цілому, транспортна галузь є важливим каталізатором для розвитку економіки та суспільства в цілому, сприяючи ефективнішому функціонуванню суспільного виробництва і забезпеченню підтримки життєвого рівня населення.

Список використаних джерел

1. Мацелюх Н. П., Максименко І. А. Історія економіки та економічної думки. Політична економія. Мікроекономіка. Макроекономіка: навч. посіб. Київ : «Центр учбової літератури», 2014. 382 с.
2. Кучин С. П. Сучасні особливості суспільного відтворення як об'єкту державного регулювання. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2017. №2. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=1034>.
3. Аулін В. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. Кропивницький: Видавець "КОД", 2017. 370 с. <https://dspace.kntu.kr.ua/server/api/core/bitstreams/114d8621-f34d-4f3a-985e-23af85da6f11/content>
4. Крихтіна Ю. О. Державна політика розвитку транспортної галузі України: теорія, методологія, практика : монографія. Харків: «Діса плюс», 2022. 336 с.
5. Слободяник Ю.Б. Фінансовий механізм функціонування підприємств пасажирського автотранспорту в сучасних умовах. Суми: УАБС НБУ, 2007. – 162 с.
6. Розвиток транспортної інфраструктури України вимагає нових підходів. Економічна правда : веб-сайт. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2022/01/28/681863/>.
7. Хітров І. О., Швець М. Д. Роль транспорту у виробничих системах. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2023. №1(20). С. 283-289.

УДК:621.853.32

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ

М.В. Гетьман, асп.,
О.П. Бабак, доц., канд. техн. наук
А.А. Вичавка, викл.,
Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна

Сучасні методи для зміцнення поверхневих шарів, які в більшості випадків визначають службові характеристики деталей машин, включають різноманітні технології, такі як хіміко-термічна обробка, загартовування СВЧ, лазерна обробка тощо. Для масового виробництва широке застосування для зміцнення поверхневих шарів деталей циліндричної форми знайшло обкатування роликом. Під час технологічного процесу обкатування найчастіше використовуються сферичні або тороподібні ролики. При великих кутах вдавлювання ролика в напрямку його подачі на обкатаній поверхні деталі може з'явитися хвилястість із кроком, відмінним від величини подачі. На рис. 1 зображено обкатування вала зі сталі 40 діаметром 50 мм за допомогою спеціального накатного пристрою.

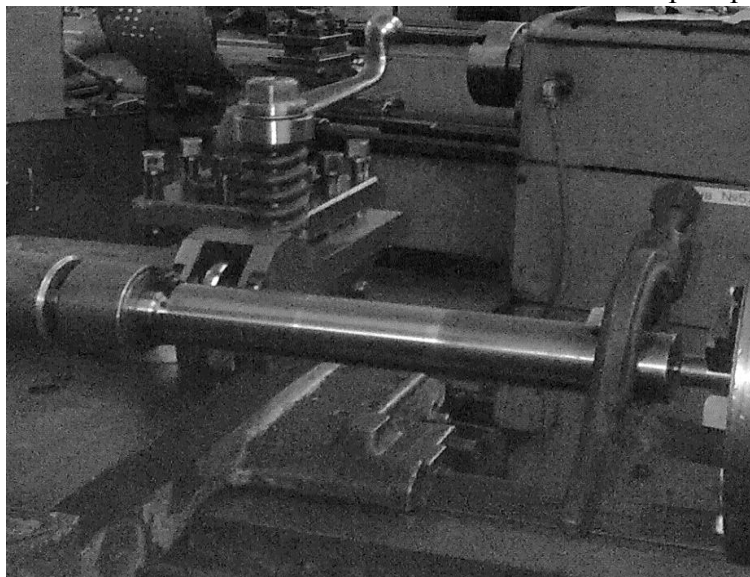


Рисунок 1 – Обкатування вала накатним роликом на верстаті 1К62

Вал був закріплений у центрах та повідковому патроні, а пристрій був затиснутий у тримачі верстата. Обкатування проводилося за двома режимами: чистовим - із зусиллям обкатування 0,75 кН і зміцнюючим - із зусиллям 3 кН. Зусилля було підібрано згідно рекомендованих режимів накочування і регулювалося стисканням пружини накатного пристрою. Обкочування виконувалося з частотою обертання деталі 315 об/хв і подачею 0,07 мм/об. Перед накаткою, вал змащувався індустриальним маслом типу І-20.

Після обкатування вал розрізався на зразки шириною 11 мм. По периметру зразка, перед поліруванням, заливалася самотвердіюча пластмаса "ПРОТАКРИЛ-М", щоб уникнути пошкодження торців під час полірування (див. рис. 2).

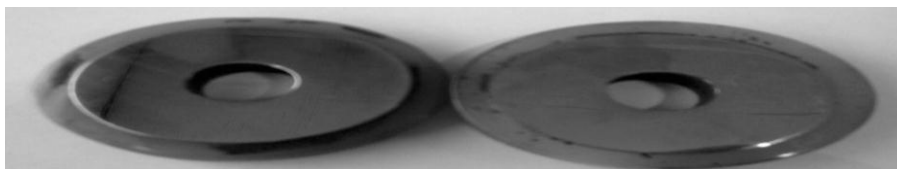


Рисунок 2 – Накатні ролики

Мікроструктура дослідного зразка наведена на наступному рис. 3. Перед вимірюванням мікротвердості сталь протравлювали 3% розчином азотної кислоти для виявлення зони зміцненої мікроструктури.

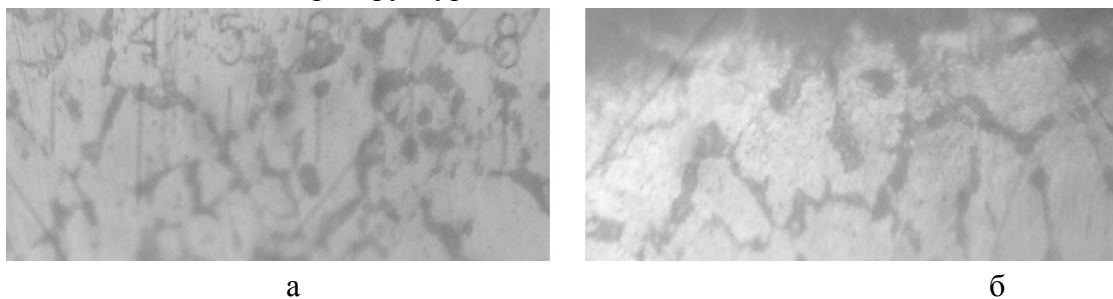


Рисунок 3 – Мікроструктура поверхневого шару вала зі сталі 40 :

a – після обкатування; *б* – до обкатування

Після обкатування вала зі сталі 40, як видно на рис. 3, можна спостерігати витягування феритних і перлітних зерен у напрямку подачі ролика. Вимірювання мікротвердості проводилося за допомогою приладу ПМТ –3 на глибині 0,2 мм. Зображення відбитків мікротвердості наведено на рис. 4. На екрані монітора можна збільшувати зображення, регулювати яскравість і різкість. Це особливо важливо для матеріалів, що мають неоднорідну мікроструктуру.

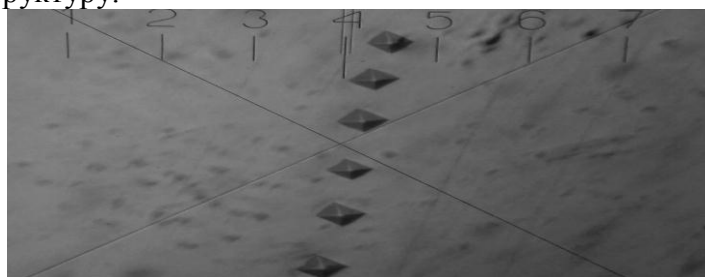


Рисунок 4 – Вимірювання мікротвердості за допомогою приладу ПМТ–3 ($\times 500$)

За результатами вимірювання мікротвердості були побудовані відповідні графіки. Графіки наведені на рисунку 5.

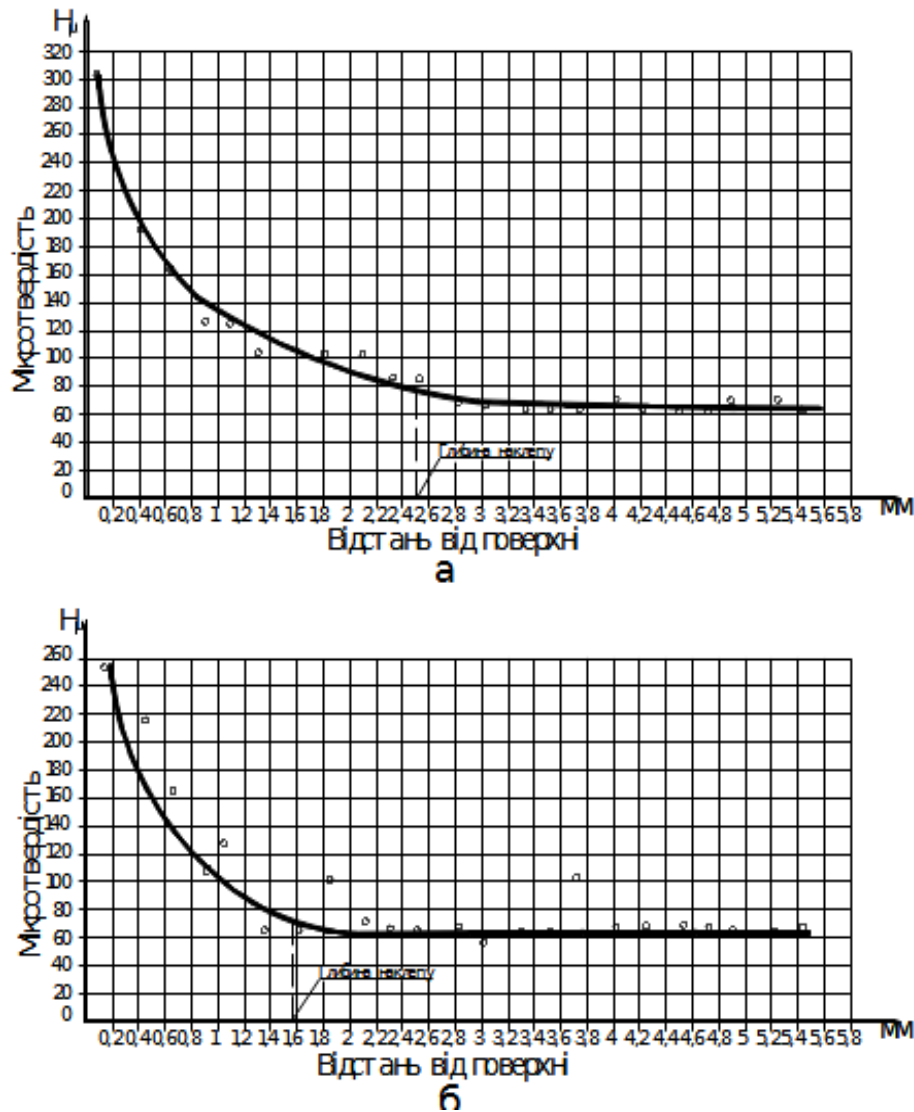


Рисунок 5 Зміна мікротвердості в залежності від глибини наклепаного шару:

- а – зразок, обкатаного при зусиллі 3 кН;
- б – зразок, обкатаного при зусиллі 0,75 кН.

В результаті досліджень, як ми бачимо з відповідних графіків, які представлені на рисунку 5, зміна мікротвердості на пряму залежить від зусилля, яке було прикладене до поверхні деталі. В результаті досліджень можна прогнозувати отриману глибину наклепаного шару в залежності від величини прикладеного зусилля.

Список використаних джерел

1. Бутенко В.І. Зношування деталей трибо систем / В.І. Бутенка. – Київ: 2002. – 236 с.
2. Дунін Н.А. Якість поверхневого шару деталі та її вплив на експлуатаційні властивості виробів / Н.А. Дунін. Київ : КПІ, 1980. – 68 с.
3. Грянік Г.М. Охорона праці/Г.М. Грянік, С.Д. Лехман - Київ: Урожай, 1994. 237 с.
4. Бутаков Б.І. Підвищення надійності деталей машин за допомогою обкатування їх роликками із стабілізацією робочого зусилля / Б.І. Бутаков, В.А. Артюх, І.В. Радченко // Ефективність реалізації наукового ресурсного та промислового потенціалу в сучасних умовах: зб. наук. праць. - К., 2012. - С. 201 - 207.

УДК:656.078

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ

В.О. Дорошук, ст.викладач,
В.С. Сорока, доц., канд. с/г. наук,
С.В. Яскал, магістр,
А.В. Яскал, магістр,

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

Перевезення небезпечних вантажів повинне здійснюватися з суворим дотриманням всіх вимог безпеки для захисту життя та здоров'я людей, навколишнього середовища та майна, оскільки вони завдяки своїм властивостям під час перевезення можуть становити загрозу для людей, навколишнього середовища та матеріальних цінностей.

Згідно статистичних даних Укртрансбезпеки кількість ДТП за участю ліцензованого автомобільного транспорту, які надають послуги із перевезення пасажирів та небезпечних вантажів в 2023 році в порівнянні з попереднім збільшилась на 31,3%, в тому числі з вини водіїв на 24,5% (рис. 1).

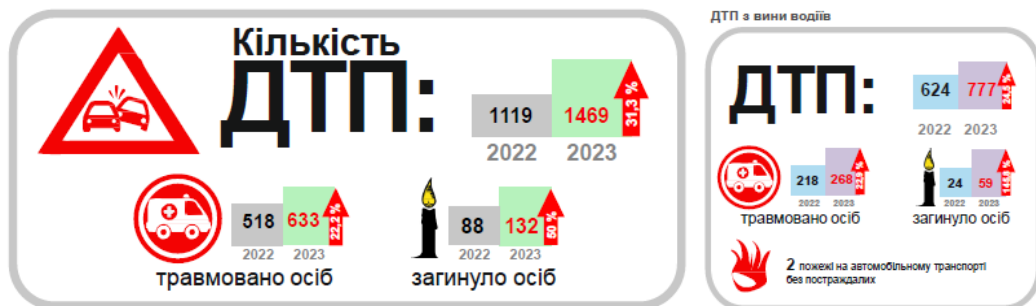


Рисунок 1 – Динаміка ДТП за участю ліцензованого автомобільного транспорту, які надають послуги із перевезення пасажирів та небезпечних вантажів [1]

Проаналізувавши дорожньо-транспортні пригоди, внаслідок яких загинули або отримали поранення люди, в більшості випадків їх причиною стало порушення водієм правил перевезення небезпечних вантажів, а також несправність транспортних засобів [3].

Для мінімізації збитків, пов'язаних з перевезенням небезпечних вантажів, необхідно створити комплексну систему безпеки, яка буде охоплювати всі етапи транспортування, включаючи заходи з організації перевізного процесу, регламентації перевезень, управління транспортуванням та ліквідації наслідків аварій [2].

Для підвищення безпеки і запобігання збиткам при доставці небезпечних вантажів необхідно здійснювати підготовку кваліфікованого персоналу, задіяного у перевезенні небезпечних вантажів; використовувати спеціально обладнані транспортні засоби та сертифіковану упаковку, яка відповідає характеристикам вантажів; обирати маршрути перевезення небезпечних вантажів з урахуванням мінімізації ризиків та дотриманням всіх вимог безпеки; чітко ідентифікувати та класифікувати небезпечні вантажі з урахуванням їх специфічних властивостей та потенційної загрози.

Збереження небезпечного вантажу під час перевезення залежить від множини факторів, які можна умовно поділити на дві групи: контрольовані та неконтрольовані (рис. 1).



Рисунок 2 – Вплив факторів на збереження небезпечного вантажу

Розуміння всіх факторів, що впливають на збереженість небезпечного вантажу, є ключовим елементом успішного та безпечного його перевезення. Контроль над керованими факторами та мінімізація впливу некерованих факторів забезпечують збереження вантажу та захищають навколишнє середовище від потенційних загроз.

Хоча неможливо повністю усунути вплив зовнішніх факторів, важливо максимально мінімізувати їх вплив за рахунок ретельного планування перевезення, використання захисних засобів та кваліфікованої підготовки персоналу.

Фактори внутрішнього середовища піддаються контролю з боку організації, що здійснює перевезення небезпечного вантажу. Впровадження сучасних технологій, дотримання міжнародних стандартів безпеки та постійне вдосконалення процесів перевезення дозволяють значно підвищити рівень збереження небезпечного вантажу та гарантувати його безпечну доставку до місця призначення.

Перевезення небезпечних вантажів – це складний процес, який пов'язаний з підвищеними ризиками для людей, довкілля та майна. Тому для забезпечення ефективності та безпеки таких перевезень важливо вживати комплексних заходів, які охоплюють всі аспекти цієї діяльності, а саме удосконалення нормативно-правової бази, підвищення кваліфікації персоналу, оптимізація маршрутів перевезення, забезпечення технічної справності транспортних засобів, вдосконалення системи страхування, підвищення рівня обізнаності, обмін досвідом та кращими практиками з іншими країнами в даній сфері.

Комплексним рішенням, що об'єднує сучасні інформаційні, комунікаційні та автоматизаційні технології з транспортною інфраструктурою, транспортними засобами та користувачами, є інтелектуальна транспортна система (ІТС). Її мета – кардинально підвищити безпеку, ефективність та комфортність транспортного процесу для всіх його учасників.

Список використаних джерел

1. <https://old.dsbt.gov.ua/uk/storinka/informaciya-pro-rezonansni-dtp-avariyi-katastrofy-u-2023-roci>.
2. Гуржій А.В. Підстави адміністративної відповідальності за порушення правил перевезення небезпечних, великовагових і великогабаритних вантажів. Наука і правоохорона. 2012. № 1. С. 181–188.
3. Дорошук В.О., Юзюк В.С., Коваль А.В. «Організаційно-технологічні особливості перевезень небезпечних вантажів у міжнародному сполученні», Матеріали XI Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2023 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2023. – 366 с. – С. 120–121.

УДК: 669.539

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПО ТЕХНІЧНОМУ СТАНУ З ПРОВЕДЕННЯМ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ

**В.В. Клім, ст. гр. ТА-41,
М.І. Розум, ст. гр. ТТЛ-12,
В.П. Верес, ст. гр. ТАм-11,
О.Р. Каліщук, ст. гр. ТАм-11,**

Р.І. Розум, доцент., канд. техн. наук,

Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, Україна

Комплекс із технічної експлуатації автотранспортних засобів включає в себе низку складових елементів, серед яких є наступні: організація дорожнього руху, управління автотранспортним засобом, управління роботоздатністю транспортних засобів та надання технічної допомоги останнім на лінії. Також, комплекс технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів об'єднує взаємопов'язані засоби, документацію із технічного обслуговування та ремонту, а також необхідний персонал для підтримки та відновлення працездатності елементів даної системи.

Такі два види робіт як технічне обслуговування і ремонт можуть перебувати у різному співвідношенні. Це залежить від ухваленого критерію оптимальності та методів їх виконання. Однак основною вимогою, яка стоїть перед технічним обслуговуванням і ремонтом автотранспортних засобів є те, що вони повинні забезпечити обслуговування транспортного засобу в необхідний момент.

Проведення лише наперед запланованих профілактичних та ремонтних міроприємств не в повній мірі задовольняє вимоги щодо роботоздатності автопарку підприємства, оскільки вони не виключають в повній мірі можливість появи тої чи іншої відмови. Певні види профілактичних робіт виконуються передчасно, інші із запізненням. Це відбувається у зв'язку із тим, що переважна більшість робіт із технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів проводиться без огляду на фактичне технічне становище автомобільних агрегатів.

Найбільш ефективною системою ТО та ремонту автотранспортних засобів вважається така, що найбільш повно взаємопов'язує процеси зміни діагностованих параметрів (технічний стан) транспортного засобу та відновлювальні процеси.

Зразковим прикладом такого роду системи є проведення ТО та ремонтних робіт по технічному стану.

ТО по технічному стану називають – планово-запобіжним. При ньому відбувається планування частоти і об'ємів робіт із технічної діагностики. Запобіжність забезпечується за рахунок постійності проведення спостереження технічного стану транспортного засобу для вчасного діагностування передвідмовного стану. В даному випадку попередження несправностей та відмов є головним правилом. Для цього широко застосовують таблиці даних граничних допусків.

Граничний допуск – сукупність величин, що знаходяться в межах граничної роботоздатності та передвідмовним станом. У випадку виходу параметрів за межу граничного стану наступає відмова, а у випадку досягнення передвідмовного стану вказує на необхідність проведення відповідних профілактичних дій.

Також, необхідно відмітити, що ТО по технічному стану базується на показниках надійності елементів транспортного засобу та використанні відповідних засобів діагностики. Інформаційним підґрунтям даних показників є статистичні дані щодо надійності, технічного

стану й експлуатаційних витрати на проведення технічного обслуговування та ремонту транспортного засобу.

Використання даних показників є можливим у наступному випадку:

- забезпечення відповідного рівня роботоздатності елементів автотранспортного засобу та прогнозованості показників їх працездатності;
- своєчасного діагностування несправностей та відмов, враховуючи їх початкові етапи, а також відповідного рівня діагностованості, методології та засобів проведення діагностувальних робіт;
- експлуатаційної технологічності автотранспортних засобів, що забезпечує можливість швидкого відновлення роботоздатності елементів транспортного засобу;
- досягнення нижнього екстремуму цільової функції, тобто мінімального значення загальної питомої вартості проведення технічного обслуговування та ремонту при окупності додаткових капітальних інвестицій.

Можливими є два варіанти проведення технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану, це із проведенням контролю показника надійності автотранспортного засобу та його елементів, а також із проведенням контролю параметрів його агрегатів.

У випадку технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану із проведенням контролю показника надійності автотранспортного засобу та його елементів дані елементи автомобіля перебувають в експлуатації без будь якого обмеження по ресурсу аж до настання відмови. Показник фактичного рівня надійності елементів автотранспортного засобу (для прикладу, параметра кількості відмов) не повинен перевищувати встановлене значення верхньої статистичної межі. У випадку перевищення даного показника при інших рівних умовах для конкретних елементів автотранспортного засобу останній відправляється на технічне обслуговування чи ремонт. Далі проводять визначення міжремонтного ресурсу, який, в свою чергу, приймають як індикатор необхідності підвищення надійності даних вузлів автотранспортного засобу. Щоб впровадити такий вид ТО та ремонту в практичну діяльність підприємства, необхідно створити чітку систему збору й обробки статистичної інформації щодо відмов та несправностей елементів транспортних засобів.

В процесі застосування ТО та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану з проведенням контролю параметрів механізмів по завершенню нормативного ресурсу запроваджується проведення безперервного чи періодичного контролю, а також зміна параметрів, що відображають технічний стан того або іншого механізму. Відповідно до результатів проведеного контролю ухвалюють рішення щодо подальшої експлуатації транспортного засобу.

Прогнозування технічного стану чи надійності елемента автотранспортного засобу роблять на термін не менший ніж до чергової перевірки діагностувальних його параметрів. Одночасно з цим проводять використання статистичних даних щодо надійності агрегатів автотранспортного засобу. Прогноз є основою ухвалення рішення щодо можливості подальшої експлуатації відповідного агрегату. ТО та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану з проведенням контролю параметрів механізмів автотранспортних засобів відноситься до найефективніших.

Впровадження ТО та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану з проведенням контролю параметрів механізмів вимагає масштабного використання персоналом сервісної служби методів і засобів технічної діагностики, комп'ютерної техніки для проведення оцінки та прогнозування стану механізмів, а також з метою збору й обробки статистичних даних щодо надійності транспортних засобів; формування спеціальних служб, які виконували оціночні роботи та надавали б прогнози технічних станів, а також ухвалювали рішення щодо допуску (не допуску) до експлуатації.

ТО та ремонту автотранспортних засобів по технічному стану з проведенням контролю параметрів механізмів дозволить більш повно застосовувати «індивідуальні» характеристики механізмів автотранспортного засобу без зростання ймовірності їх відмови.

Список використаних джерел

1. Буряк М.В. Вплив агресивних середовищ на експлуатаційні характеристики матеріалів несучих конструкцій колісних транспортних засобів / М.В. Буряк, Р.І. Розум, О.П. Захарчук, П.В. Попович, П.Б. Прогній // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2023. - Вип.7(38), ч. П. - С. 143-150.
2. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Захарчук, О.П., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Галушак, Д.О. 2022. Оцінка довговічності металоконструкцій автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Чер 2022), 11–16.
3. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
4. Розум Р.І. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу [Електронний ресурс] / Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, П. В. Попович, О. П. Захарчук // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2022. - Вип. 5(2). - С. 201-205.
5. Розум Р.І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р.І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022. – С. 138-142.
6. Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович Д.П., Попович П.В., Буряк М.В., Розум Р.І., Чорна О.В. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 1 № 18 (2022) Луцьк с.186-191.

УДК 621.793.620.172

ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ШВИДКОЗНОШУВАНИХ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИМ НАПИЛЕННЯМ

В.М. Лопата, *н.с., канд. техн. наук,*

ІЕЗ імені Є.О. Патона НАН України, м. Київ, Україна

О.В. Лопата, *н.с., доктор філософії,*

Інститут Проблем міцності імені Г.С. Писаренко НАНУ, м. Київ, Україна

А.Є. Солових, *доц., канд. техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Стан проблеми. Термін служби спеціальної техніки найчастіше визначається терміном служби двигунів. У процесі експлуатації за двигунами ведеться постійний контроль та ретельне обслуговування, та все ж з усіх агрегатів вони першими виходять з ладу. Це пояснюється тим, що деталі двигуна схильні до активної хімічної та механічної дії і навантажені значними зусиллями.

Термін служби двигунів залежить від довговічності його відповідальних деталей. Найбільш швидко зношуються поршневі кільця, канавки поршнів, циліндри, шийки колінчастого валу.

Колінчасті вали можуть мати такі дефекти: овальність; конусність та пошкодження шатунних та корінних шийок; знос гнізда в торці колінчастого валу під шарикопідшипник валу муфти зчеплення; пошкодження або зношування отворів під болти кріплення маховика; знос шпонкової канавки; прогин; знос маслосгінного різьблення; знос посадкових місць під шестірні та шків вентилятора.

Шийки валів та його підшипники зношуються внаслідок впливу на них фізичних, хімічних та інших чинників. В результаті пружних деформацій у них виникають внутрішні напруження. Основна частина роботи тертя між шатунами та шатунними шийками валу припадає на частини шийок, спрямованих у бік вісі колінчастого валу. Крім сил тертя, на знос шийок великий вплив мають конструкція валу та його жорсткість. Знос шатунних шийок на конус визначається головним чином перекосом шатунів на шийках. Зношування корінних шийок значною мірою залежить від неспіввісності корінних підшипників і шийок, колінчастого валу та валу муфти зчеплення, а також від незбалансованості колінчастого валу, маховика і муфти зчеплення.

Несправності та дефекти інших вузлів та деталей впливають на технічний стан двигуна, але їх ремонт не викликає необхідності повного його розбирання, і ці дефекти можуть бути усунені шляхом заміни несправних вузлів та деталей новими чи відремонтованими.

Термін служби деталі залежить від якості матеріалу, з якого вона виготовлена, її термічної та механічної обробки, точності складання та від інших конструктивних і виробничих чинників. Практика показує, що за тих самих конструктивних даних і однакових виробничих умов виготовлення вирішальний вплив на термін служби деталей мають умови експлуатації. Так, під час роботи двигунів найважливіші чинники, які впливають на зношування деталей, — це абразивне середовище, кількість пусків і зупинок, температурний та навантажувальний режими, вібрація і деформація деталей.

Різка різниця режимів роботи обумовлює часту зміну швидкостей та тривале застосування знижених передач з високим ступенем використання великого крутного моменту, що призводить до різкої зміни температурного та навантажувального режимів роботи двигуна. Темп зношування багатьох деталей знаходиться не у прямій залежності від напрацювання машин, а обумовлюється переважно конкретними умовами роботи. Швидкість

зношування деталей безперервно змінюється в залежності від таких факторів, як: пилозабрудненість повітря, кількість запусків та їх тривалість, температура навколишнього повітря, нерівномірність навантажувального та температурного режимів, тощо.

Якість і властивості мастила сильно впливають на знос колінчастого валу та підшипників. Практика показує, що незадовільний стан оливи і вузлів системи змащення, особливо фільтруючих пристроїв, значно посилює зношування шийок колінчастих валів. Абразивні частинки та продукти зносу, потрапляючи з оливою у підшипники валу, осідають в антифрикційному шарі та зношують шийки валу.

Поява несправностей деталей двигунів спеціальної техніки призводить до необхідності розбирання двигуна з подальшим складним ремонтом. Розвиток та впровадження ремонтних технологій техніки, зокрема спеціальної, стримується відсутністю спеціалізованого обладнання та матеріалів для ремонтних робіт, низькою їх якістю. Відомі способи відновлення із застосуванням наплавлення або плазмового напилення трудомісткі, не забезпечують необхідної якості деталей, енергоємні та економічно недоцільні. Тому особливу увагу слід приділяти оснащенню ремонтного виробництва низьковартісними та низькоенергоємними методами та матеріалами, технологіями та обладнанням для відновлення та зміцнення деталей.

Мета роботи. Розробка та апробація низькоенергоємної та економічної технології підвищення ресурсу деталей спеціальної техніки, яка полягає в відновленні та зміцненні поверхонь деталей спеціальної техніки шляхом нанесення зносостійких покриттів методом електродугового напилення.

Підрунтям методу електродугового напилення являється процес плавлення дротів електричною дугою та розпилення розплавленого металу високошвидкісним струменем продуктів згоряння пропано-повітряної суміші. Використання в якості розпилювального газу продуктів згоряння пропано-повітряної суміші дозволяє значно знизити окислення металу, що напилюється, і вигорання легуючих елементів. Відсутність кисню, як окислювача палива, значно знижує собівартість нанесених покриттів і підвищує надійність та безпеку робіт, що проводяться. Використання ефективного каталізатора горіння, відсутність водяного охолодження камери та наявність пристрою автоматичного запалювання суміші суттєво підвищує надійність обладнання та полегшує роботу обслуговуючого персоналу. Висока продуктивність - перевага електродугового напилення. Продуктивність апарату для електродугового напилення сталі становить 18...32 кг/год.

Результати досліджень. Розроблено технологію відновлення деталей двигунів та ходової частини спеціальної техніки електродуговим напиленням сталей мартенситного та аустенітного класів, а також порошкових дротів ФМІ (склад дротів розроблений та запропонований співробітниками Фізико-механічного інституту НАН України, м. Львів під керівництвом доктора технічних наук Студента М.М.), що дозволяє отримувати робочі поверхні відповідальних деталей спеціальної техніки (колінчастих валів, поршневих пальців, котків) з покриттями підвищеної зносостійкості.

Підрунтям методу електродугового напилення являється процес плавлення дротів електричною дугою та розпилення розплавленого металу високошвидкісним струменем продуктів згоряння пропано-повітряної суміші. Використання в якості розпилювального газу продуктів згоряння пропано-повітряної суміші дозволяє значно знизити окислення металу, що напилюється, і вигорання легуючих елементів. Відсутність кисню, як окислювача палива, значно знижує собівартість нанесених покриттів і підвищує надійність та безпеку робіт, що проводяться. Використання ефективного каталізатора горіння, відсутність водяного охолодження камери та наявність пристрою автоматичного запалювання суміші суттєво підвищує надійність обладнання та полегшує роботу обслуговуючого персоналу. Висока продуктивність - перевага електродугового напилення. Продуктивність апарату для електродугового напилення сталі становить 18...32 кг/год.

До переваг обладнання слід віднести: легка та швидка заміна дротів та перехід з одного діаметра дроту на інший; висока електро-термозахищеність; відсутність регулювань; швидкий доступ до всіх вузлів апарата; прості та швидкозамінні струмознімальні елементи; заміна роликів, що подають, без розбирання апарата; блочно-вузлове складання - швидке техобслуговування та ремонт. Стабільність ведення процесу, великий час безперервної роботи гарантовані конструкцією та застосуванням високоякісних комплектуючих.

В якості матеріалу для відновлення деталей спеціальної техніки використовували дрід зі сталей мартенситного класів (40X13) та порошковий дрід ФМІ. Можливе використання дротів з будь-яких металів, що випускаються промисловістю (вуглецева та нержавіюча сталь, зокрема цинк, алюміній, мідь, латунь, бронза, ніхром, тощо), комбінація з будь-яких двох дротів. Товщина покриттів може становити 0,5...3 мм і більше. Приклади відновлених деталей спеціальної техніки наведено на рисунку.



Рисунок 1– Відновлені деталі спеціальної техніки: а) вал розподільний; б) палець поршневий з покриттям; в) палець поршневий після механічної обробки; г) вал колінчастий; д) вкладиш опорної шийки колінчастого вала; ж) коток опорний

Висновки. Розроблена низькоенергоємна та економічна технологія підвищення ресурсу деталей спеціальної техніки, яка полягає в відновленні та зміцненні їх поверхонь шляхом нанесення зносостійких покриттів методом електродугового напилення.

УДК: 658.78

РОЗВИТОК ЕФЕКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИКОЮ ТА СКЛАДСЬКИМ ГОСПОДАРСТВОМ

І.А. Бережняк, ст. гр. ТТ-31,

В.О. Дорошук, ст. викладач,

Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне, Україна

У сучасному конкурентному середовищі логістика та складське господарство відіграють ключову роль у забезпеченні ефективного функціонування будь-якого бізнесу.

Ефективні моделі управління логістикою та складським господарством дають змогу знизити витрати, підвищити рівень обслуговування клієнтів, збільшити конкурентоспроможність.

Основними напрямками розвитку є впровадження нових технологій та оптимізація логістичних процесів (рис.1).

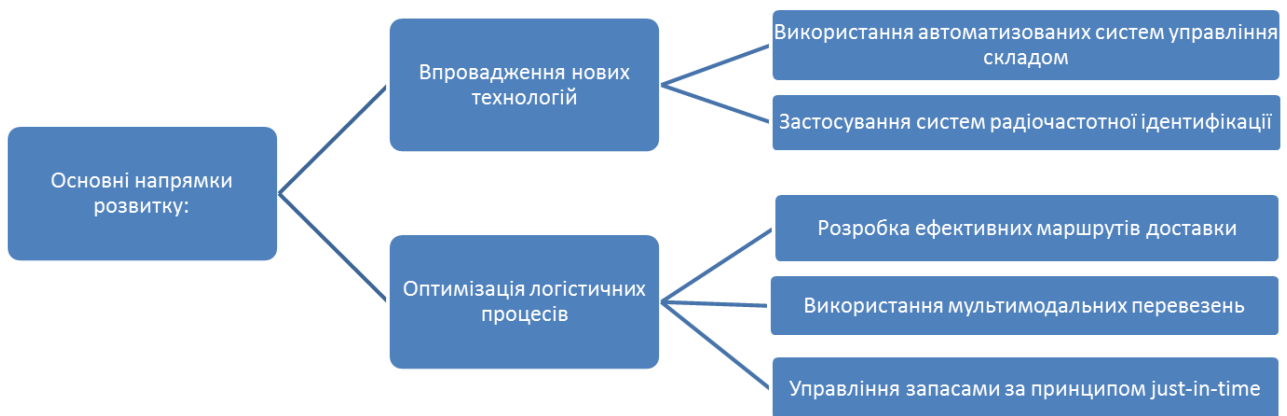


Рисунок 1 – Основні напрямки розвитку ефективних моделей управління логістикою та складським господарством

Використання автоматизованих систем управління складом (WMS). Warehouse Management System (WMS) – це інтегрована система, яка автоматизує та оптимізує всі складські процеси на підприємстві, від прийому товарів до їх відвантаження. Завдяки WMS можна підвищити точність до 99,5%. Система автоматизує облік товарів, що мінімізує ризик помилок та дозволяє знизити кількість необхідного персоналу на 30%. WMS автоматизує багато рутинних завдань, що звільняє час співробітників для більш важливої роботи та підвищує ємність складу на 10-15%. Система допомагає краще використовувати складський простір, що дозволяє зберігати більше товарів.

Системи радіочастотної ідентифікації (RFID) – це інноваційні технології, які революціонізують управління запасами та ланцюгами постачання. Завдяки RFID можна автоматизувати процес відстеження товарів. RFID-мітки дозволяють системам автоматично ідентифікувати, обробляти та відстежувати товари на будь-якому етапі ланцюга постачання; можуть допомогти відстежити рух товарів та запобігти їх крадіжці або втраті; покращити контроль над запасами. Завдяки RFID можна мати точну інформацію про те, скільки товарів є на складі, що дозволяє оптимізувати запаси та уникнути дефіциту; прискорити процес приймання та відвантаження товарів.

Використання алгоритмів та програмного забезпечення для пошуку найефективніших маршрутів доставки мінімізують час, відстань та витрати. При плануванні маршрутів

важливо враховувати такі фактори, як розташування клієнтів, дорожній трафік, час доби, тип транспортного засобу, обмеження щодо ваги та габаритів. Використання геоінформаційних систем (ГІС) дозволяють візуалізувати маршрути та отримувати інформацію про дорожні умови, пробки та інші фактори, що впливають на час доставки.

Мультимодальні перевезення передбачають використання декількох видів транспорту для доставки товарів, наприклад, поєднання автоперевезень, залізничного транспорту та морських перевезень.

Управління запасами за принципом just-in-time (JIT). JIT – це система управління запасами, яка прагне до того, щоб на складі була лише та кількість товарів, яка необхідна для виробництва або продажу протягом найближчого часу.

Перевагами ефективних моделей є зниження витрат, підвищення конкурентоспроможності та якості обслуговування замовників.

Зниження витрат включає в себе зменшення витрат на зберігання, транспортування та оптимізацію витрат на логістику. Ця фраза підкреслює комплексний підхід до зниження загальних витрат, що включає в себе оптимізацію як зберігання, так і транспортування.

Збільшення конкурентоспроможності можливо за рахунок: підвищення ринкової частки (зростання частки компанії на ринку, що означає збільшення обсягу продажів та витіснення конкурентів.), посилення позицій на ринку (стійке та домінуюче становище компанії на ринку), удосконалення конкурентних переваг (фактори, які відрізняють компанію від конкурентів та роблять її більш привабливою для споживачів), підвищення стійкості до конкурентного тиску (здатність компанії зберігати свої позиції на ринку в умовах жорсткої конкуренції), покращення фінансових показників (описує зростання рентабельності та стійкості компанії), підвищення інвестиційної привабливості (зростання інтересу інвесторів до компанії за рахунок її конкурентних переваг та потенціалу зростання), підвищення рівня задоволеності клієнтів (позитивний досвід споживачів від взаємодії з компанією).

Підвищення рівня обслуговування клієнтів досягається завдяки швидкому та точному виконанню замовлень, при забезпеченні своєчасної доставки товарів та наданням точної інформації про статус замовлення.

Прикладами ефективних моделей є:

Toyota Production System (TPS) – японська система виробництва, яка ґрунтується на принципах JIT та кайдзен (постійне вдосконалення) [1].

Amazon Fulfillment Network – глобальна мережа складів Amazon, яка використовує WMS, RFID та інші технології для оптимізації логістичних процесів.

Alibaba Group – китайська платформа електронної комерції, яка використовує складні логістичні алгоритми для доставки товарів по всьому світу.

Розвиток ефективних моделей управління логістикою та складським господарством є важливим фактором успіху будь-якого бізнесу. Впровадження нових технологій, оптимізація логістичних процесів та покращення навичок персоналу дозволяють мінімізувати витрати, підвищити якість надання послуг, забезпечити собі стійке місце на ринку, відкриваючи нові можливості для розвитку.

Список використаних джерел

1. <https://toyota-bt.com/ua/materials/toyota-production-system>
2. https://uislab.com/uk/products/wms/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwir2xBhC_ARIsAMTXk87COYw6WI9K-ysv596gJH6SQhKKNQm97eFrmzkwVYrFbQNH9Qw-LewaAueUEALw_wcB

УДК 656:341:631.15(477)

ГРАНТОВІ ПРОГРАМИ ДЛЯ АГРОВИРОБНИКІВ УКРАЇНИ

А. Беліков, *магістр*,

В. Мельник, *доц., канд. економ. наук*,

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

Нині грантову підтримку агровиробників України можна розглядати за наступними напрямками: розвиток аграрного сектору; підтримка малих та середніх сільськогосподарських підприємств; стимулювання інновацій та утримання конкурентоспроможності; зменшення ризику для агровиробників; підтримка сталого розвитку. Згадані аспекти поглиблюються та обтяжуються війною в Україні.

Гранти можуть бути використані для покращення технологій виробництва, придбання сучасного обладнання та інноваційних рішень, що сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва, збільшенню врожаю та покращенню якості продукції. Гранти допомагають зменшити фінансові обмеження для малих та середніх аграрних підприємств, що дозволяє їм зберігати конкурентоспроможність на ринку та розвиватися.

Грантова підтримка дозволяє агровиробникам впроваджувати нові ідеї та технології, що може сприяти підвищенню конкурентоспроможності українського сільськогосподарського сектору на світовому ринку, допомагає зменшити фінансовий ризик, пов'язаний з новими інвестиціями або впровадженням нових технологій.

Ряд грантових програм спрямовуються на проекти щодо збереження навколишнього середовища та збалансований розвиток сільських територій.

Умови воєнного часу обумовлюють виникнення викликів для агровиробників України та підкреслюють важливість грантової підтримки щодо забезпечення населення продовольством, збереження ресурсів агросектору, підтримки малих фермерів та розвитку стійкості та самодостатності аграрних підприємств.

Тепер відповідно до інформації, оприлюдненої Міністерством аграрної політики та продовольства України, діють наступні державні грантові програми для агровиробника:

- гранти для створення або розвитку садівництва, ягідництва та виноградарства, які надаються для висадки та облаштування насадження на земельній ділянці або на суміжних земельних ділянках. Станом на 18 квітня 2024 року погоджено 164 проекта надання грантів підприємствам з різних областей України;

- гранти для створення або розвитку тепличного господарства, які надаються на будівництво модульної теплиці. Звіт щодо погоджених проектів будівництва модульної теплиці з метою надання грантів для створення або розвитку тепличного господарства станом на 18 квітня 2024 року нараховує 44 підприємства з різних областей України.

Також потрібно зазначити й низку грантових проектів від Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН(FAO) та ЄС:

- модульні зерносховища для фермерів Херсонської області. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO) спільно з Міністерством аграрної політики та продовольства України планують надати сільгоспвиробникам модульні зерносховища місткістю 300, 500 та 1000 тонн. Загалом FAO та Мінагрополітики планують роздати 244 модульних сховища. Щоб взяти участь у програмі, фермери повинні мати від 100 га землі в Херсонській області в офіційному обробітку та використовувати отриману техніку для зберігання власної зібраної продукції;

- надання українським фермерам насіння ярої пшениці. FAO у співпраці з Міністерством аграрної політики та продовольства України надає насіння ярої пшениці малим та середнім фермерським господарствам та сільгоспвиробникам, земельні угіддя яких

становлять від 10 до 500 гектарів. Загалом допомога планується 1 500 фермерам із Чернігівської, Донецької, Дніпропетровської, Харківської, Херсонської, Миколаївської, Одеської, Сумської та Запорізької областей, з перевагою для господарств, що розташовані неподалік від лінії фронту;

- надання кормів для підтримки виробників лососевих видів риби по всій Україні. У межах програми, нагальна допомога планується аквафермерам у доступі до кормів, які мають різні вікові групи вирощуваних видів риби та різні етапи виробництва, за умови відсутності податкової заборгованості та подання у встановлені строки звітів про обсяги виробництва продукції аквакультури за затвердженою в установленому порядку формою № 1 А-риба (річна) «Виробництво продукції аквакультури за 2022 рік»;

- надання українським фермерам насіння сої та соняшника для весняної посівної кампанії. Обсяг наданої допомоги буде залежати від площі оброблюваних земель (від 10 до 500 гектарів). Загалом допомогу зможуть отримати понад 3 000 фермерів із Чернігівської, Донецької, Дніпропетровської, Харківської, Херсонської, Миколаївської, Сумської та Запорізької областей.

Загалом грантова підтримка українських агровиробників є критично важливою для розвитку та підтримки сільськогосподарського сектору країни особливо в умовах воєнного часу, допомагаючи їм забезпечувати стабільність виробництва харчових продуктів, відновлювати пошкоджені ресурси та розвивати стійкість та самодостатність у важкий період.

УДК 621.791.92.04

РЕМОНТ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ АВТОЗЧЕПНОГО ПРИСТРОЮ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ МЕТОДОМ НАПЛАВЛЕННЯ ПОРОШКОВОЮ СТРІЧКОЮ

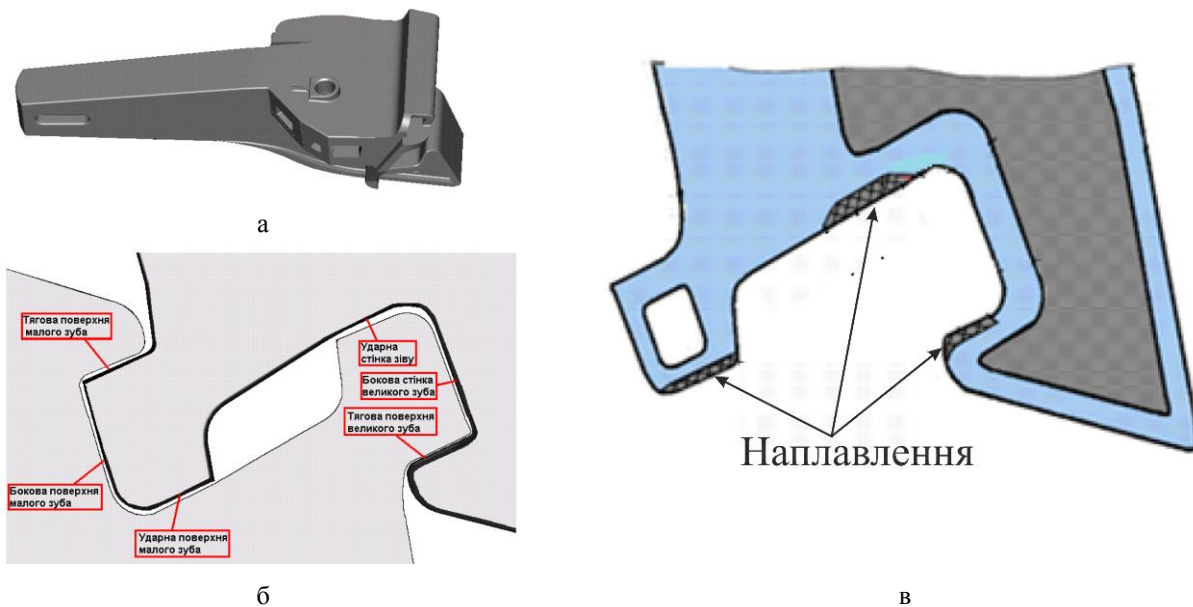
А.Г. Харлов, асп. гр. А131-23,

Л.Я. Роп'як, проф., д-р техн. наук,

П.М. Присяжнюк, доц., канд. техн. наук,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ,
Україна

Робочі поверхні автозчепного пристрою залізничного транспорту піддається комплексному зношуванню внаслідок динамічних навантажень під час з'єднання вагонів, а також у процесі тертя під час руху поїздів. Відповідно до СТП 04-015:2018 «Рухомий склад залізниць України. Автозчепний пристрій. Правила ремонту і обслуговування». Технічне обслуговування корпусу автозчепного пристрою (рис. 1, а) включає у себе відновлення геометрії робочих поверхонь (рис. 1, б) наплавлення ударної стінки зіву, тягової поверхні великого зуба та ударної поверхні великого зуба. Вимогами стандарту передбачено наплавлення матеріалами, що забезпечують твердість 240–300 НВ для вантажних вагонів та твердість ≤ 450 НВ пасажирських та рефрижераторних вагонів.



а – загальний вигляд корпусу автозчепу, б – робочі поверхні автозчепу; в – поверхні що наплавляються у процесі ремонту.

Рисунок 1 – Робочі поверхні автозчепу

Із метою відновлення робочих поверхонь автозчепу було проведено реставрацію геометрії шляхом нанесення зносотривкого сплаву 360Г15М6Б6Т3С3Ф розробленого у роботі [1] на тягові поверхні великого (рис. 2, а,б) та малого зуба (рис. 2, в) автозчепу СА–3. За результатами промислових випробовувань проведених на базі АТ «Івано-Франківський локомотиворемонтний завод», шляхом вимірювання геометричних розмірів із використанням стандартних шаблонів (892р, 893р та 884р) у процесі експлуатації автозчепу показали, що використання розробленого сплаву для наплавлення дозволяє підвищити зносотривкість робочих поверхонь у 1.2–1.3 рази порівняно поверхневими шарами,

наплавленими серійними електродними матеріалами ВЕЛТЕК-Н490 ТУУ 28.7-31749248–001–2002 (Україна), які забезпечують твердість поверхневого шару 44–55 HRC. Це дозволило рекомендувати для промислового застосування електродні матеріали, що формують у поверхневому шарі сплав 360Г15М6Б6Т3С3Ф, що забезпечує матрично-армовану структуру [2], де роль матриці виконує марганцевий аустеніт, а роль армівних включень складні карбідні фази.



Рисунок 2 – Загальний вигляд відновлених поверхонь автозчепу СА–3

Список використаних джерел

1. Prysyzhnyuk, P., Ivanov, O., Matvienkiv, O., Marynenko, S., Korol, O., & Koval, I. (2022). Impact and abrasion wear resistance of the hardfacings based on high-manganese steel reinforced with multicomponent carbides of Ti-Nb-Mo-V-C system. *Procedia Structural Integrity*, 36, 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.014>
2. Prysyzhnyuk, P., Di Tommaso, D. (2023). The thermodynamic and mechanical properties of Earth-abundant metal ternary boride $\text{Mo}_2(\text{Fe},\text{Mn})\text{B}_2$ solid solutions for impact- and wear-resistant alloys. *Materials Advances*, 4(17), 3822–3838. <https://doi.org/10.1039/d3ma00313b>

УДК 005.342:62-192

СТРАТЕГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СКЛАДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

А. В. Новицький, доц., канд. техн. наук,

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

E-mail: Novytskyu@nubip.edu.ua

В останнє десятиліття посилення конкурентоспроможності машинобудівних підприємств та досягнення сталого розвитку аграрного виробництва можливе за умов ефективної реалізації надійності складної сільськогосподарської техніки. Реалізація зазначених умов можливе за рахунок розвитку складових інноваційного потенціалу: фінансової; наукової; кадрової; виробничо-технологічної; інформаційної; маркетингової.

Аналіз літературних джерел дає можливість стверджувати, що технологічні підходи в рослинництві та тваринництві використовують сучасні досягнення промисловості 4.0 та IoT технологій, охоплюють економічні, технологічні, логістичні та соціальні аспекти [1, 2].

В багатьох наукових роботах та керівних матеріалах на використання машин та обладнання для тваринництва зазначено, що для успішного та сталого розвитку тваринницької галузі необхідне використання сучасних технологій годівлі, розробка високоефективних та удосконалення існуючих засобів для приготування і роздавання кормів [1, 3]. Особливе місце серед сектору машин та обладнання для тваринництва посідають засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) відомих машинобудівних підприємств Європи та США: KUHN (Франція); Siloking та Strautmann (Німеччина); Roto-mix (США); Delaval (Швеція); **Seko** (Італія); Trioliet (Нідерланди) та багато інших [3, 4, 6]. Сьогодні ЗПРК являють собою багатоопераційні машини та відносяться до складної сільськогосподарської техніки. Незважаючи на те, що в тваринництві України використовуються різні технології приготування і роздавання кормів, а відповідно різні ЗПРК для їх реалізації, великі аграрні холдинги та компанії використовують багатоопераційні засоби іноземного виробництва.

Разом з тим, поряд з великою кількістю заводів-виробників та цілою гаммою сучасних ЗПРК, споживачів складної сільськогосподарської техніки цікавить питання їх обгрунтованого вибору, ефективного і надійного використання, сервісного обслуговування, підтримання працездатності [3].

Дослідженнями встановлено, що аграрний ринок складної сільськогосподарської техніки останнього десятиліття характеризується тим, що більшість світових виробників та продавців техніки істотно скорочують перелік своїх брендів на користь більш якісної передпродажної підготовки та обгрунтованого після продажного обслуговування [5]. Аналіз показує, що однією із стратегій відомих міжнародних компаній, є поступовий перехід від продажу окремих продуктів, тобто техніки, агрегатів, робочих органів та витратних матеріалів до реалізації технічних рішень [5].

Сьогодні, зазначені технічні рішення включають цілий спектр напрямів: навчання операторів та сервісних працівників: додаткове сервісне обслуговування; постачання запасних частин та витратних матеріалів; ефективне зберігання. Представники асоціації «Український клуб аграрного бізнесу» та компанії-лідери на аграрному ринку України, розглядаючи тренди та прогнози розвитку сільськогосподарської техніки вказують на те, що фокус уваги слід сконцентрувати на наступних напрямках досліджень: технології; сертифікація техніки; інвестиції; стратегія розвитку дилерських мереж; кадри; запити аграрних холдингів [5].

Представлена інформація ще раз підтверджує, що відсутність по ряду позицій техніки вітчизняного виробництва, якісного сервісного обслуговування, дефіцит кадрів операторів машин, сервісних та інженерно-технічних працівників змушує не лише великі холдинги та компанії, але й менші аграрні підприємства купувати більш дорогі, але конкурентні

сільськогосподарські машини, які активно супроводжуються системою дилерського обслуговування у всіх регіонах країни [3]. Саме тому, при оновленні парку ЗПК у тваринництві, аграрні підприємства роблять свій вибір на тих засобах, які не лише ефективні та надійні у використанні, але й супроводжуються заводом-виробником на протязі всіх життєвих циклів машини. Тобто, аграрний холдинг, агрофірма або ж фермер, який придбав складну багатоопераційну сільськогосподарську машину, повинні стати складовою задекларованого заводом-виробником технічного рішення. Але гарантом реалізації технічних рішень, обов'язковою їх складовою, яка дає йому можливість подальшого розвитку і перспективи є науковий супровід в межах розвитку інноваційних процесів та їх досліджень як соціотехнічних систем [3, 6, 7].

Список літературних джерел

1. Norton, T., Chen, C., Larsen, M.L.V., & Berckmans, D. (2019). Review: Precision livestock farming: building “digital representations” to bring the animals closer to the farmer. *Animal*, 13(12), (pp. 3009–3017). [doi: 10.1017/S175173111900199X](https://doi.org/10.1017/S175173111900199X)
2. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hrynkiv, A., Mironov, D., ... & Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on harrington's desirability function. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1 (3 (127)). - P. 37–46. <https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13874>
3. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskiy, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), pp. 101–110. <https://doi.org/10.31548/machinery/4.2023.101>
4. 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. pp. 714–720.
5. Новицький А. В. (2019). Моніторинг матеріально-технічного забезпечення та надійності техніки АПК в системі розвитку інноваційних процесів. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 3. pp. 87–94.
6. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloiev, I., & Rucins, A. (2022). [Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as “Man-Machine”](#). In *Engineering for rural development*. pp. 911–917. Jelgava, Latvia.
7. Novitskiy, A., Banniy, O., & Novitskiy, Yu. (2023). Logical-probabilistic model of the reliability of means for preparing and distributing fodder. *Machinery & Energetics*, 14(1). <https://technicalscience.com.ua/uk/journals/t-14-1-2023/logiko-imovirnisna-modyel-otsinki-nadiynosti-zasobiv-dlya-prigotuvannya-i-rozdavannya-kormiv>

УДК 621.941.23

3D ДРУК В СУЧАСНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

О.О.Прокопчук, ст. гр.. ТТ-31,

М.В. Голотюк, доц., канд. техн. наук,

Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне, Україна

В машинобудуванні та транспорті широко застосовуються деталі з пластику різних видів та типів, але процес виготовлення пластикових деталей потребує великих часових затрат, а також часто має певний відсоток браку. Щоб запобігти цьому і спростити процес машинобудування на допомогу поспішили новітні технології, а саме технологія 3D друку.

3D-друк дозволяє машинобудівникам вирішувати широкий спектр завдань неймовірно швидко, якісно і точно:

- розробка нових деталей і механізмів (створення концепт-моделей, тестових зразків);
- модернізація наявних систем і окремих елементів;
- ремонт і заміна деталей що вийшли з ладу.

Швидке прототипування - напрямок, де в машинобудуванні найбільше використовується 3D друк, неймовірна швидкість виготовлення, висока точність і різноманітність матеріалів дозволяють в найкоротші терміни і з високою якістю представити перші зразки для тестування.

Використання 3D-друку на етапі розробки або в технологічному процесі дозволяє створювати вироби більш високої якості дешевше і швидше.

Все більше компаній стали вдаватися до 3D друку металами, який в свою чергу дав можливість виробляти готові вироби складної форми, які повторити традиційними методами неможливо. Отримання готової продукції з таким обладнанням вимірюється кількома днями, може навіть і годинами, а виготовлення запасних частин - швидко вирішуване завдання.

Перспектива застосування 3D принтерів для машинобудування економічно очевидна, так як ці пристрої істотно прискорюють процес розробки нової продукції, в значній мірі зменшують ризики помилки проектування, знижують витрати на отримання макета, і вже зараз за своїми цінами доступні більшості підприємств.

Технологія, за допомогою якої друкуються металеві тримірні вироби, отримала назву "Пряме лазерне спікання матеріалу" (Direct metal laser sintering, DMLS). Сьогодні для тримірного друку використовують декілька десятків видів металевої сировини у форматі сферичних гранул розмірами від 4 до 80 мікрон. Найбільш популярні металеві порошки для 3D-друку бувають як на основі кольорових металів (алюмінієвих, титанових, мідних, кобальт-хромових), так і із сплавів, у основі яких є залізо. Сталеві порошки можна розділити на:

- нержавіючі (марки 17-4PH, AISI 410, AISI 304L, AISI 316L, AISI 904L);
- інструментальні (марки 1.2343, 1.2367, 1.2709);
- нікелеві (Inconel 625, Inconel 718) – запатентований сплав, який фактично не є сталлю, в якому є залізо, але основні елементи – нікель і хром;

За допомогою таких технологій створюються вироби складної форми, а їхня густина перевищує показники лиття. Металева продукція, надрукована на 3D-принтерах, застосовується в харчовій, аерокосмічній, нафтогазовій промисловості, а також в медицині, протезуванні, машинобудуванні, електроніці, ювелірної справі, тощо.



Рисунок 1 – Роздрукований на 3D принтері корпус турбіни двигуна в зборі. IN718 із жаротривкого сплаву 410*240мм

Технологія 3D друку стала значною допомогою в сучасному машинобудуванні, спрощуючи процес виготовлення деталей, зменшуючи час та витрати на виробництво, а також дозволяючи створювати складні вироби, які було б складно або навіть неможливо виготовити традиційними методами. Застосування 3D друку в машинобудуванні зокрема відкриває шлях для швидкого прототипування, модернізації наявних систем, ремонту та заміни деталей, а також для виробництва готових виробів з металів. Відтак, перспективи застосування цієї технології в машинобудуванні є досить обіцяючими, оскільки вона дозволяє ефективно вирішувати різноманітні завдання з високою якістю та економічно.

В роботі запропоновано використання 3D принтерів з використанням спеціально розробленого програмного забезпечення, підготовленого персоналу (адже найголовніше в роботі з 3D принтером, це вмільний персонал) який чітко виконує всі вказівки та вносить необхідні налаштування в систему. Після завершення друку деталі можуть потребувати післяобробки, такої як шліфування, фарбування або обробка спеціальними хімічними речовинами для покращення властивостей.

Список використаних джерел

1. Сучасні адитивні технології 3D друку. Особливості практичного застосування : навчальний посібник / О. Д. Манжілевський, Р. Д. Іскович-Лотоцький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 105 с.
2. Козяр, М. М. Комп'ютерна графіка: SolidWorks : навч. посібник / М. М. Козяр, Ю. В. Фещук, О. В. Парфенюк. — Херсон : ОЛДІ-плюс, 2020. — 252 с
3. Синтез робототехнічних систем в машинобудуванні / [Л.С.Пелевін, К. І. Почка, О. М. Гаркавенко та ін.]. – К.: Інтерсервіс, 2016, 258 с.

УДК 629.3.017

ПОРІВНЯЛЬНА АНАЛІТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ТА ДВИГУНОМ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

В.О. Тесля, канд. техн. наук,

М.Д. Сіправська, ст. викл.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м.Тернопіль, Україна

З поглибленням технологічного прогресу у сфері транспорту зростає інтерес до альтернативних джерел енергії та удосконалення існуючих технологій. Як приклад: на заміну автомобілям з двигунами внутрішнього згорання стали електромобілі. Порівнюємо експлуатаційні характеристики обох типів автомобілів з урахуванням їхньої продуктивності, вартості експлуатації, впливу на навколишнє середовище та інших важливих аспектів.

Розглянемо експлуатаційні показники:

- **ефективність експлуатації** електромобілів є відомими своєю високою ефективністю. Завдяки прямому перетворенню електроенергії на рух автомобіля, вони здатні забезпечити значно кращу ефективність в порівнянні з автомобілями з двигунами внутрішнього згорання, які мають значні втрати енергії через теплові процеси.

- **дальність пробігу** автомобілів з двигунами внутрішнього згорання мають перевагу. Технологія літій-іонних батарей, хоч і значно покращилась, все ще обмежує дальність подорожей електромобілів.

- **вартість експлуатації** електромобілів нижча через дешевше заряджання, особливо у регіонах зі значними перевагами для використання електромобілів.

- **вартість технічного обслуговування** електромобілів, у порівнянні автомобілів з ДВЗ, зазвичай вимагають меншого обсягу технічного обслуговування, оскільки вони мають менше рухомих деталей і складних механізмів.

- **вплив викидів шкідливих речовин**, електромобілі під час їх експлуатації мають нульові викиди шкідливих газів при роботі, в той час як автомобілі з двигунами внутрішнього згорання викидають значну кількість CO₂ та інших шкідливих речовин, що сприяють забрудненню навколишнього середовища.

Для визначити вартість експлуатації електромобіля та автомобіля з ДВЗ на 100 км пробігу, спочатку необхідно визначити вартість електроенергії та пального на дану відстань:

- **електромобіль:** споживання електроенергії автомобілем зазвичай вимірюється у кіловат-годинах на кілометр (кВт·год/км) перевівши це вартість у грошовий еквівалент, використовуємо середню вартість електроенергії за 1 кВт·год.

- **автомобіль з ДВЗ:** розрахуємо кількість пального, необхідного для подолання автомобілем відстані, використовуємо середню витрату пального на 100 км, помножимо це на середню ціну пального за літр.

Отже, загальна формула для обчислення вартості експлуатації на 100 км виглядає так:

$$\text{Вартість на 100 км} = \text{вартість пального або електроенергії на 100 км} + \text{інші витрати}$$

Інші витрати приймаємо обслуговування, страхування, амортизація та інше.

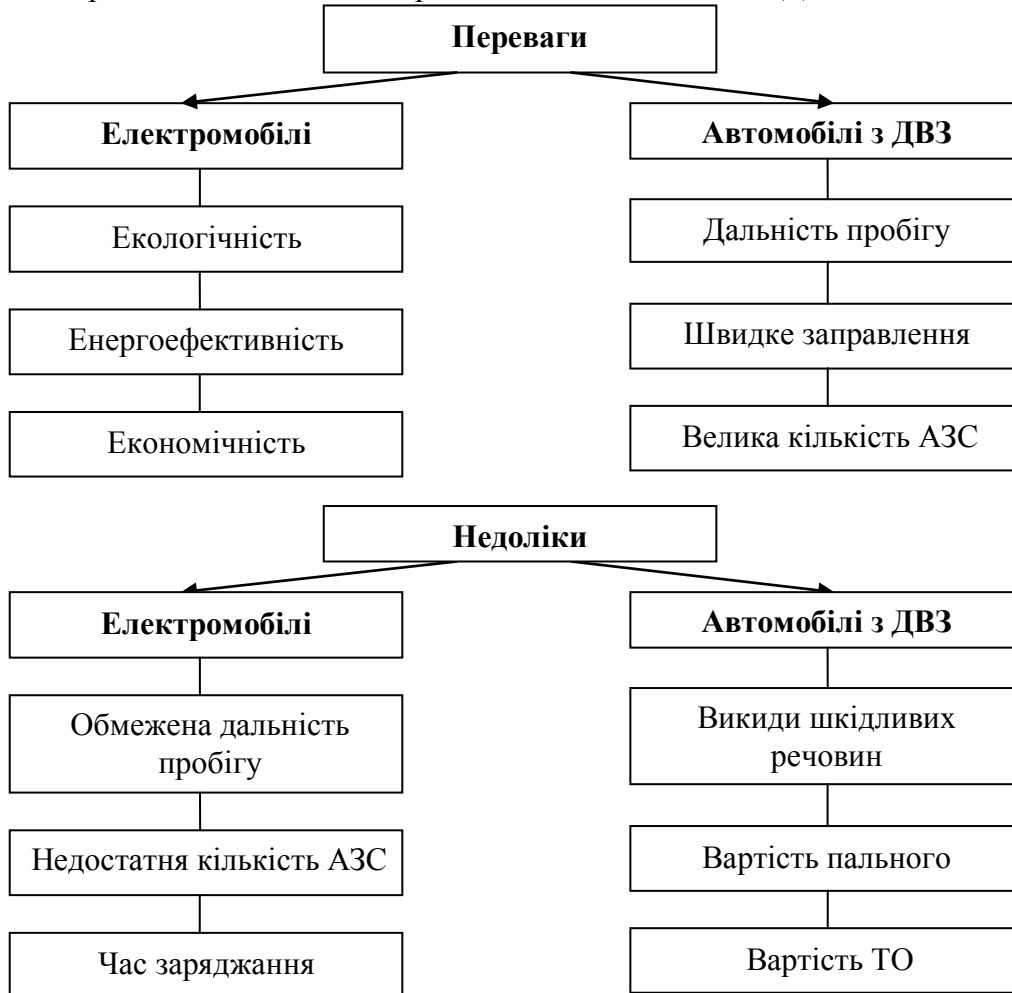
Зважаючи на це, можна розрахувати конкретні значення для обох типів автомобілів. Для цього необхідно знати середню витрату пального/електроенергії на 100 км для кожного типу автомобіля, а також середню ціну пального та електроенергії.

Порівнявши вартість експлуатації електромобіля та автомобіля з ДВЗ на 100 км пробігу, можна зробити кілька висновків.

У разі електромобіля вартість експлуатації на 100 км буде складатися з вартості електроенергії, необхідної для проїзду даної відстані, а також інших витрат, таких як обслуговування, страхування, амортизація тощо. Електромобілі, як правило, мають нижчу вартість експлуатації через дешевшу електроенергію та менше обслуговування.

У випадку автомобіля з ДВЗ, вартість на 100 км буде визначатися вартістю пального на дану відстань та іншими витратами, подібними до тих, що враховуються для електромобілів. Хоча вартість пального може коливатися, існує додаткова нестабільність в експлуатаційних витратах автомобілів з ДВЗ.

Щодо переваг та недоліків електромобілів та автомобілів з ДВЗ:



Висновок. Хоча автомобілі з електродвигунами та автомобілі з двигунами внутрішнього згорання мають свої переваги та недоліки, величезний прогрес у сфері батарейних технологій та інфраструктури заряджання робить електромобілі все більш привабливими для споживачів. Для подальшого зменшення викидів CO₂ та покращення якості навколишнього середовища рекомендується продовжувати інвестувати в розвиток та впровадження електромобілів. Загалом, обидва типи автомобілів мають свої переваги та недоліки, і вибір між ними залежить від індивідуальних потреб користувача, економічної ситуації, інфраструктури та екологічних пріоритетів. Щодо вартості, то електромобілі можуть бути економічно вигіднішим варіантом для тих, хто шукає менші витрати на експлуатацію та більшу екологічність. Однак реальна вигода залежить від індивідуальних факторів, таких як вартість електроенергії та пального в конкретному регіоні, а також від інших факторів, таких як довжина подорожей та індивідуальні вподобання користувача.

УДК 539.319

ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЗМІЦНЕНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВУ В УМОВАХ ТЕРТЯ КОВЗАННЯ

А. В. Рутковський, *ст. наук. співр., канд. техн. наук,*

К. П. Буйскіх, *ст. наук. співр., канд. техн. наук,*

Інститут проблем міцності імені Г. С. Писаренка НАН України, м. Київ, Україна,

С. І. Маркович, *доц., канд. техн. наук,*

С. О. Магопець, *доц., канд. техн. наук,*

О. В. Бевз, *доц., канд. техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

The wear resistance of a "titanium-titanium" pair made of VT1-0 material, strengthened by the method of ion nitriding, during sliding friction on an end friction machine at a pressure of 3.5 MPa on the friction surface and a sliding speed of 0.057 m/s was investigated. The change in the properties of the friction surface was achieved due to various technological regimes of nitriding. The technological parameters of the nitriding process varied within the following limits: T°C – from 540 to 680°C; P - from 240 to 400 Pa; the volume content of Ar in the N₂+Ar mixture is from 25 to 95%. It was established that the wear resistance of the "titanium-titanium" friction pair made of the VT1-0 material when sliding at a specific load of 3.5 MPa and a sliding speed of 0.057 m/s after nitriding in the optimal mode (temperature 666°C, pressure in the vacuum chamber 240 Pa, in an environment 55 vol% N₂+45 vol% Ar, saturation time 6 hours) is 20 times greater than the non-nitrogenated friction pair and the maximum friction path before setting is 980 m.

titanium alloy, ion nitriding, wear resistance, sliding friction.

Вступ

Низька зносостійкість титанових сплавів знижує можливості їх широкого застосування в промисловості. Тому застосування різноманітних методів модифікації поверхонь для підвищення їх зносостійкості є актуальною задачею [1, 2].

Аналіз попередніх досліджень

Застосовуються різноманітні методи підвищення зносостійкості титанових сплавів: поверхневою обробкою концентрованими потоками енергії [3], дифузійним насиченням [4], обробкою плазовими потоками [5], поверхнево-пластичним деформуванням [6]; лазерною обробкою [7]; ультразвуковою обробкою [8], хіміко-термічною обробкою [9, 10] і т.д. Найефективнішим методом модифікації титанових сплавів при хіміко-термічній обробці є метод вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі, що забезпечує мінімальний або низький термічний вплив, зокрема. Така модифікація поверхні підвищує довговічність, границю витривалості та зносостійкість деталей, тому дослідження впливу параметрів процесу на зносостійкість є актуальною задачею [8, 9, 10]. Однією з важливих трибологічних характеристик є зносостійкість при терті ковзання. Дослідженню цього параметру та його залежності від технологічних характеристик процесу і присвячена дана робота.

Мета та завдання

Провести дослідження зносостійкості титанових сплавів в умовах тертя ковзання з визначенням оптимальних технологічних параметрів іонного азотування.

Результати вирішення основних завдань

З метою дослідження зносостійкості пари «титан-титан» із матеріалу VT1-0 при ковзанні були проведенні випробування на машині торцевого тертя при тиску 3,5 МПа на поверхні тертя і швидкості ковзання 0,057 м/с. Вимірювання зносу зразків проводились на індикаторному вимірювальному пристрої в одних і тих же точках з точністю до 0,5 мкм через кожні 100 м шляху тертя. Результати вимірювань визначались як середньоарифметичне

значення після десятикратного повторення вимірювань. Кожний дослід зношування за даним режимом азотування повторювався три рази і кінцевий результат приймався як середнє арифметичне з 3-х дослідів. Для дослідження використовувались кільцеві та штифтові зразки.

Зміна властивостей поверхні тертя досягалося за рахунок різних технологічних режимів азотування. Технологічні параметри процесу азотування (температура дифузійного насичення $T^{\circ}C$, тиск в вакуумній камері P і склад насичуючого середовища – суміш N_2+Ar) змінювались в слідуючих межах: $T^{\circ}C$ – від 540 до 680 $^{\circ}C$; P – від 240 до 400 Па; об'ємний вміст Ar в суміші N_2+Ar – від 25 до 95%. Час дифузійного насичення приймався 8 годин.

Розподіл мікротвердості по глибині азотованого шару, яка вимірювалася в процесі досліджень на зношування показана на рис. 1. Із графіків видно, що для азотованих зразків мікротвердість зменшується по глибині азотованого шару по експоненційній залежності з різними градієнтами твердості в залежності від режиму азотування. Після зношування азотованого шару твердість на поверхні тертя складає 3200-3300 МПа. Неазотований ВТ1-0 має вихідну мікротвердість поверхні після шліфування ~ 2000 МПа.

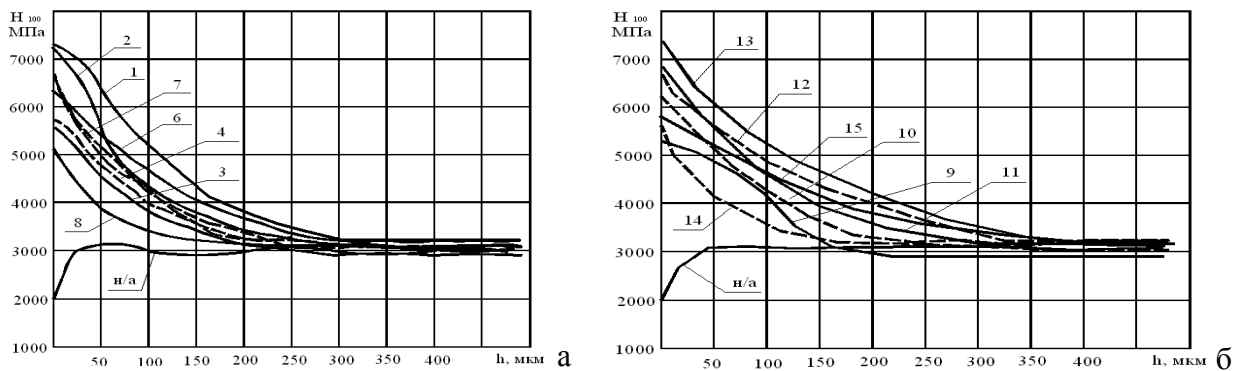


Рис. 1. Зміна твердості по глибині азотованого шару в процесі зношування зразків із титанового сплаву ВТ1-0 (а,б), що азотувалися за різними режимами

В процесі тертя на поверхні мікротвердість збільшується в результаті утворення наклепу і в даних умовах тертя складає від 3200 до 3300 МПа. Величина зносу та інтенсивність зношування відбуваються нерівномірно в залежності від довжини шляху тертя. В початковий період зношування (перші 100 м шляху тертя) величина зносу і інтенсивності зношування найменші, а при збільшенні шляху тертя ці характеристики збільшуються аж до досягнення періоду схоплювання. В період початку схоплювання інтенсивність зношування різко падає і знов збільшується в зв'язку налипанням на поверхню тертя матеріалу контртіла або навпаки, налипання матеріалу рухомих зразків на контртіло. Такий режим тертя є ненормальним (катастрофічним). Дослідження показали, що найвищу зносостійкість має нітридна зона, інтенсивність зношування якої на порядок вища в порівнянні з середнім значенням інтенсивності зношування для зони внутрішнього азотування всього азотованого шару.

Порівняння величини зносу і інтенсивності зношування зразків, азотованих за різними технологічними режимами, показують, що вони різні. Найбільшу зносостійкість мали зразки, що азотувалися за оптимальним режимом (температура $T=666^{\circ}C$, тиск $P=240$ Па, вміст аргону 45 об.% в суміші з азотом, при протяжності дифузійного насичення $\tau = 6$ год.

На рис. 2 показана кінетика зношування азотованих зразків за 15 різними режимами, з яких видно, що найбільшу зносостійкість мають зразки зміцнені за режимами 12 і 14 технологічні параметри яких наближаються до оптимального режиму.

З метою виявлення впливу протяжності азотування в тліючому розряді на зносостійкість титану ВТ1-0 проведені дослідження пальцевих і кільцевих зразків (рис. 4), що азотувалися за технологічними параметрами режиму 12 з протяжністю дифузійного

насичення до 10 годин. Результати досліджень показали, що збільшення часу азотування від 6 годин (режим 12) до 10 годин дозволило збільшити шлях тертя на 100 м (13%).

При цьому збільшення довговічності зразка досягнута за рахунок збільшення товщини азотованого шару, зокрема, зони внутрішнього азотування, на 20 мкм.

На рис. 3 наведені графіки зносу інтенсивності зношування зразків з VT1-0, що азотувалися за режимом 12, в залежності від шляху тертя при різних значеннях питомого навантаження на поверхні тертя.

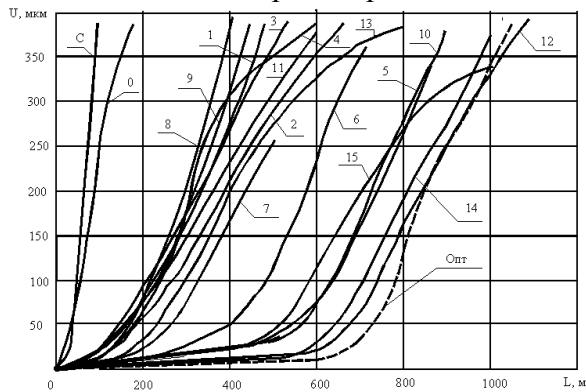


Рис. 2. Залежність зносу азотованих за різними режимами зразків із титану VT1-0, від шляху тертя при питомому навантаженні 3,5 МПа і швидкості ковзання 0,057 м/с. Оптимальний режим (T=666⁰С, P=240 Па, Ar=45 об.%, τ=6 годин)

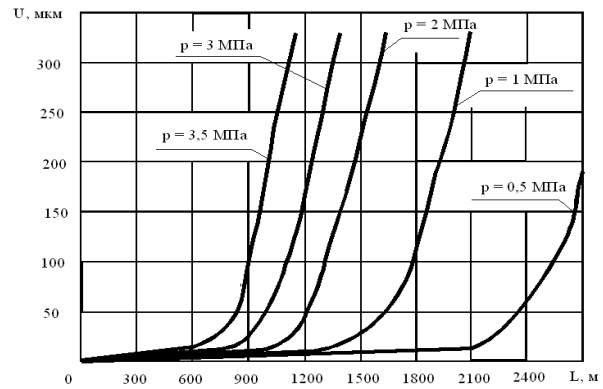


Рис. 3. Залежність зносу азотованого за режимом 12 титану VT1-0 від шляху тертя при різних питомих навантаженнях на поверхні тертя при швидкості ковзання 0,057 м/с.

З графіків видно, що інтенсивність зношування значно зменшується, а шлях тертя значно збільшується при зменшенні питомого навантаження на поверхні тертя. Так при зменшенні питомого навантаження з 3,5 МПа до 0,5 МПа шлях тертя при зносі зразків на 50 мкм збільшився з 740 до 2350 м (в 3,1 рази), а інтенсивність зносу зменшилась на порядок.

На рис. 4 і 5 наведені графіки залежності інтенсивності зношування азотованого титану VT1-0 в залежності від технологічних параметрів азотування: температури T⁰С; тиску P, Па; вмісту аргону Ar, об.% при протяжності азотування 6 годин. Із графіків видно, що найменшу інтенсивність зношування мають зразки, що азотувалися при температурі 666⁰С, тиску 240 Па і вмісту аргону 45 об.% (оптимальні режими азотування).

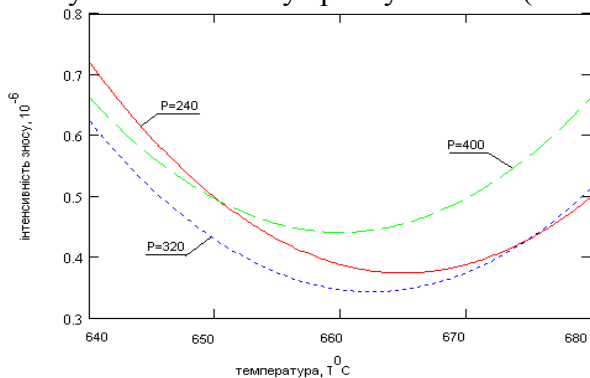


Рис. 4. Залежність інтенсивності зносу титановго сплаву VT1-0 від технологічних параметрів вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі (температури T⁰С і тиску P, Па) в середовищі 55%N₂+45% Ar протягом 6 год.

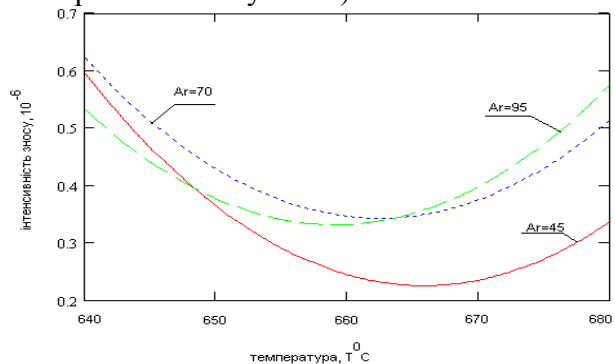


Рис. 5. Залежність інтенсивності зносу титанового сплаву VT1-0 від технологічних параметрів вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі (температури T⁰С і вмісту аргону об.%) в при тиску 320 Па протягом 6 год.

Висновки

1. Зносостійкість пари тертя «титан-титан» із матеріалу VT1-0 при ковзанні при питомому навантаженні 3,5 МПа і швидкості ковзання 0,057 м/с після азотування за оптимальним режимом (температура 666°C, тиск в вакуумній камері 240 Па, в середовищі 55 об% N₂+45 об% Ag, час насичення 6 годин) в 20 разів перевищує не азотовану пару тертя і максимальний шлях тертя до схоплювання складає 980 м.

2. Найвищу зносостійкість і найменшу інтенсивність зношування має нітридна зона з оптимальним співвідношенням фаз. Інтенсивність зношування зразків, що азотувалися за оптимальними режимами в умовах випробувань складала 0,01·10⁻⁶, що 27 разів менша від інтенсивності зношування зони внутрішнього азотування та всього азотованого шару (I=0,27·10⁻⁶) і на три порядки менша від інтенсивності зношування неазотованого титану, в якого I=(2,5÷4)·10⁻⁶.

Список використаних джерел

1. Nazmy M., Staubli M. Alloy modification of γ TiAl for improved mechanical properties. *Scr. met. Et mater.* 1994. Vol. 31, №7. P. 829-833.
2. Гогаєв К.О., Радченко О.К. Деформування титанових сплавів прокатуванням. *Металознавство та обробка металів.* 2001. №4. С. 25–29.
3. Федорак Р.М. Дифузійне залізнення та цементация титану. *Металознавство та обробка металів.* 1998. №4. С. 52–55.
4. Шалапко Ю.І., Гончаров В.В. Підвищення антифрикційних властивостей титанового сплаву OT4 при лазерному опроміюванні поверхні. *Вісник Технологічного університету Поділля.* 1999. № 6. С. 177–178.
5. Gurrappa I. Effect of aluminizing on the oxidation of the titanium alloy, IMI 834. *Oxidation of Metals.* 2001. 56, №1-2. P. 73-87.
6. Yue T.M., Cheung T.M., Man H.C. The effects of laser surface treatment on the corrosion properties of Ti-6Al-4V alloy in Hank's solution. *Journal Materials Science Letters.* 2000. Vol. 19, №3. P. 205–208.
7. Федірко В., Яськів О., Пригула А. Азотування і борування титанових сплавів - перспективи комбінованого оброблення. *Машинознавство.* 2003. №4. С. 23–26.
8. Ляшенко Б.А.. Розробка технологічного процесу вакуумного азотування поршнів двигунів в пульсуючому пучку плазми [Текст] / Ляшенко Б.А., С.І. Маркович, Михайлюта С.С. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Вип. 47, ч. 1. – Кропивницький: ЦНТУ, 2017. – С. 158-166.
9. Рутковський А. В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Аналіз напружено-деформованого стану іонноазотованих зразків із покриттям в умовах ізотермічної та термоциклічної повзучості. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.* 2022. Вип. 6(37). Ч. I. С. 3-9.
10. Рутковський А.В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Теплостійкість іонноазотованих алюмінієвих сплавів при ізотермічному та термоциклічному впливі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки.* 2020. Вип. 3(34). С. 72-81.

УДК 621.793.724

МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТА АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ

М.М Студент, пров.наук. співр., проф, д-р. техн. наук,

В.М. Гвоздецький, ст. наук. співр., канд. техн. наук,

Н.З. Мозола, асп.,

Фізико-механічний інститут НАН України, м. Львів, Україна,

С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна,

В.М. Юськів, доц., канд. техн. наук,

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна

The work investigates the influence of alloying elements on the mechanical characteristics of electric arc coatings made of powder-coated wires in order to choose their optimal composition. It was established that the microhardness of coatings increases with an increase in their content of C up to 0.8 wt.%. Its further growth (up to 1.4 wt.%) leads to a decrease in the microhardness of electric arc spraying due to an increase in the content of residual austenite in their structure. The level of residual stresses of the first kind in coatings increases almost 4 times with an increase in the C content of 1.4 wt.%. The introduction of boron-containing (ferrochromeboron, chromeboron) components in the composition of the PD charge in the amount of 0-4 wt.% leads to a significant increase in the microhardness of the coatings (from 320 to 1060 HV0.3). However, at the same time, the residual tensile stresses in the coatings increase almost 6 times and their cohesive strength is reduced by half.

electric arc coatings, powder wires, alloying, microhardness

Вступ

В умовах сьогодення особливо актуальною є проблема відновлення деталей автотранспортної та аграрної техніки, що обумовлено різномарочністю рухомого складу, порушенням логістичних зв'язків, високою вартістю запасних частин та експлуатаційними проблемами: перенавантаженням механізмів, незадовільним технічним обслуговуванням, низькою кваліфікацією персоналу і т.д. Тому вибір оптимальних технологій та матеріалів, котрі забезпечують високі трибомеханічні характеристики відновлених поверхонь, забезпечує зниження собівартості виробництва [1,2].

Аналіз попередніх досліджень

Технологія електродугового напилення є найдешевшим та технологічно найпростішим методом газотермічного напилення, який легко впроваджується у виробництво та не потребує коштовного обладнання [2,3]. Застосування порошкових дротів для електродугового напилення дало змогу використовувати такі покриття для реставрації різноманітних спрацьованих деталей типу - "вал" транспортної та сільськогосподарської техніки, компресорів харчопереробної промисловості, що працюють в умовах граничного тертя та корозійно абразивного зношування[2,3,4]. Для формування корозійно-тривких електродугових покриттів (ЕДП) як електродні матеріали часто використовують нержавіючі суцільні дроти типу 40X13, 08X18N10T, проте вони мають низьку твердість та зносостійкість та є досить коштовними. Порошкові дроти (ПД) такого ж хімічного складу, як мінімум, удвічі дешевші. [5,6,7] Безаварійна робота деталей відновлених або захищених електродуговими покриттями у великій мірі залежить від їх механічних характеристик. Рівень механічних характеристик обумовлюється кількісним вмістом легувальних елементів.

[8,9,10] Тому метою даної роботи є дослідження впливу легувальних елементів на механічні характеристики електродугових покриттів із порошкових дротів.

Мета та завдання

Визначити вплив легувальних елементів на механічні характеристики електродугових покриттів із порошкових дротів з метою вибору їх оптимального складу.

Результати вирішення основних завдань

Електродугові покриття товщиною 1,0 мм наносили металізатором ФМІ із ПД діаметром 1,8 мм. За шихтові матеріали використали феросплави та чисті метали. Оболонку ПД виготовляли із стрічки зі сталі 08 кп товщиною 0,4 мм і шириною 10 мм. Коефіцієнт заповнення ПД шихтою становив 22...25%. Режими нанесення покриттів: струм 150 А, напруга дуги 32...34 В. Розпилювали ПД струменем стиснутого повітря під тиском 0,6 МПа з дистанції 150 мм.

Внутрішні напруження у покриттях заміряли згідно стандартної методики на розрізаному кільці. Для цього використали зразки у вигляді кілець (діаметром 60 мм, висотою 20 мм, товщиною 4 мм) з повздовжнім розрізом (рис. 1).

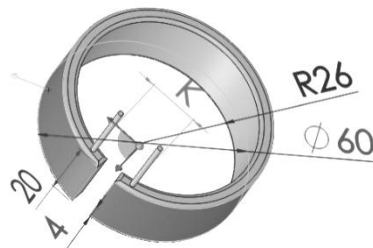


Рис. 1. Зразок для визначення напружень у ЕДП

На зовнішню поверхню зразків наносили ЕДП товщиною 1 мм. Розрахунок напружень визначали за методикою, розробленою для біметалевих кілець у яких відношення радіусів центральної лінії до радіальної товщини кільця не менше 10. Формула (1) для визначення напружень враховує модулі пружності сталевого кільця-підкладки і напиленого шару. Розходження крайок - параметр К заміряли штангенциркулем.

$$\sigma = \frac{2A_1}{Dt^2} \cdot \left[\left(0,5 \cdot \left[\frac{t_2^2 \cdot c + t_1^2 + 2t_1 \cdot t_2 \cdot c}{t_2 \cdot c + t_1} \right] \right) \cdot t - (a + da) \right] \cdot \frac{\Delta K}{\pi} \quad (1)$$

де Dt – діаметр кільця, a – відстань від поверхні нанесеного покриття до досліджуваного елементарного шару da , t_1 – товщина кільця, t_2 – товщина нанесеного покриття, t – товщина кільця разом з нанесеним покриттям, c – коефіцієнт, визначений зі співвідношення: $c = E_1/E_2$, E_1 , E_2 – модулі пружності сталі та напиленого покриття відповідно, ΔK – зміна ширини розрізу.

Когезивну міцність покриттів визначали за відомою методикою на трубчатих зразках довжиною по 50 мм, що складаються із двох половинок загальною довжиною 100 мм (рис.2). Половинки зразків з'єднували між собою гвинтом з гайкою. На бічну поверхню зразка наносили покриття товщиною 1 мм. Після цього зразок звільняли від оправки і розтягували на розривній машині FPZ-10, фіксуючи зусилля в момент руйнування.

Роботоздатність електродугових покриттів значною мірою визначається їх мікротвердістю ($HV_{0,3}$), когезивною міцністю (σ_b) та рівнем залишкових напружень ($\sigma_{кол}$). Найбільше впливає на їх механічні характеристики вміст вуглецю С (рис. 3 а) та бору В (рис. 3 б) в ПД.

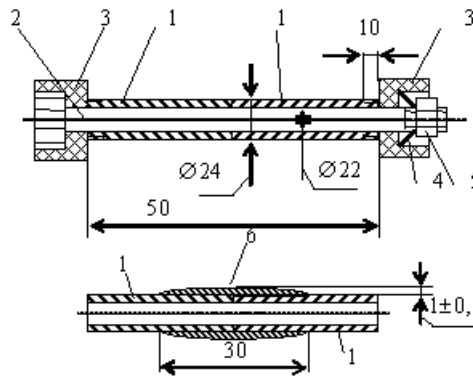


Рис. 2. Схема пристрою для нанесення покриття на зразок для визначення когезії ЕДП за розтягу: 1 – дві частини зразка; 2 – штифт; 3 – захисні шайби; 4 – пружина; 5 – гайка; 6 – покриття.

Так, когезивна міцність покриттів напилених ПД (20...140)X14 зростає вдвічі (від 150 до 300 МПа) зі збільшенням вмісту С від 0 до 1,4 мас.%. Позитивний вплив С зумовлений тим, що під час польоту диспергованих краплин розплаву ПД він реагує з киснем повітря, утворюючи захисну атмосферу з вуглекислого газу (CO₂), яка ускладнює подальше окиснення їх поверхні. Завдяки цьому кількість оксидної фази на поверхні розплавлених краплин зменшується і, як наслідок, при кристалізації покриття товщина оксидних плівок між ламелями напиленого покриття зменшується, а сила зчеплення між ними зростає, що забезпечує підвищення когезивної міцності покриття.

Твердість покриття зростає зі збільшенням вмісту С до 0,8 мас.%, досягаючи 640 HV_{0,3}, а потім починає знижуватися, що можна пов'язати зі стрімким збільшенням вмісту залишкового аустеніту у покритті (практично аж до 100 %) (рис. 3.3в). З підвищенням вмісту С до 1,4 мас.% залишкові напруження першого роду зростають майже в 4 рази (від 43 МПа до 160 МПа) (рис. 3.3а), що спричиняє появу магістральних тріщин навіть на етапі напилення покриття, які сприятимуть його відшаруванню від підкладки.

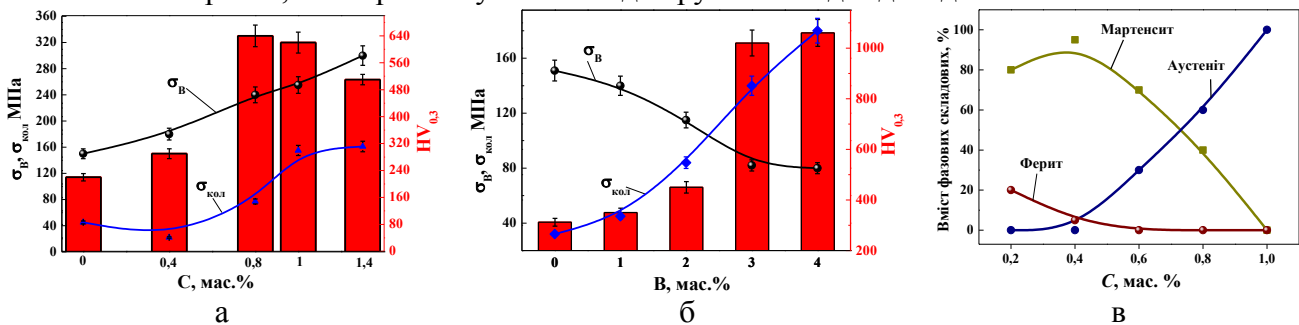


Рисунок 3. – Вплив вмісту С в покритті з ПД (20...140)X14 (а) та бору В у покритті з ПД 140X14P(0...4)H4T2Ю2 (б) на мікротвердість (HV_{0,3}), когезивну міцність (σ_в), залишкові напруження (σ_{кол}) напилених покриттів та їх фазовий склад (в)

Додавання до складу шихти ПД борвмісних компонентів (ферохромбору, хромбору) призводить до суттєвого зростання твердості покриття (рис. 3 б). Так, зі збільшенням вмісту В у ПД від 0 до 4 мас % мікротвердість напилених покриттів збільшується (від 320 до 1060 МПа). Проте зі зростанням твердості покриттів зменшується їх когезивна міцність (σ_в) (від 160 до 80 МПа) та зростають залишкові напруження розтягу (σ_{кол}) у них (від 30 до 175 МПа).

Зростання мікротвердості покриттів, яке зумовлено виділенням у їх структурі дрібнодисперсних боридів FeB та FeCrB розміром менше 100 нм є причиною того, що релаксація напружень розтягу, які виникають при кристалізації краплин на поверхні підкладки, відбувається шляхом утворення сітки мікротріщин. Це призводить до зменшення когезивної міцності покриття.

Висновки

1. Встановлено, що мікротвердість покриттів збільшується зі зростанням вмісту в них С до 0,8 мас.%. Подальше його зростання (до 1,4 мас.%) призводить до зниження мікротвердості ЕДП внаслідок збільшення вмісту залишкового аустеніту у їх структурі. Рівень залишкових напружень першого роду в покриттях збільшується майже в 4 рази зі збільшенням вмісту С 1,4 мас.%.
2. Показано, що введення до складу шихти ПД борвмісних (ферохромбор, хромбор) компонентів у кількості 0...4 мас.% призводить до значного підвищення мікротвердості покриттів (від 320 до 1060 HV_{0,3}). Однак при цьому майже в 6 разів збільшуються залишкові напруження розтягу в покриттях і вдвічі знижується їх когезійна міцність.

Робота виконана за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України в межах проекту 22.01/0005 «Концепція відновлення та подовження експлуатаційного ресурсу обладнання найважливіших галузей народного господарства України»

Список використаних джерел

1. Wielage B. Iron-based coatings arc-sprayed with cored wires for applications at elevated temperatures / Wielage B., Pokhmurska H., Student M., Gvozdeckii V., Stupnytskyi, Pokhmurskii V. // Surface and coating technology 2013, №220, 27–35.
2. Багатофункціональні електродугові покриття, М.М. Студент, Г.В. Похмурська, В.М. Гвоздецький, Т.Р. Ступницький, В.М. Посувайло, С.І. Маркович © Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАНУ, 2018 © Видавництво “Простір-М”, 2018. 350 с.
3. Abrasive Wear Resistance and Tribological Characteristics of Electrometallized Composite Coatings / Student, M.M., Markovych, S.I., Hvozdetkyi, V.M., Kalakhan, O.S., Yuskiv, V.M. // Materials Science, 2022, 58(1), pp. 96–104.
4. Pokhmurskyi V. I. Arc-sprayed iron-based coatings for erosion-corrosion protection of boiler tubes at elevated temperatures / Pokhmurskyi V. I., Student M.M., Pokhmurska H.V., Student O.Z, Hvozdecky V.M., Stupnytskyi T.R. // Journal of Thermal Spray Technology, – 2013, – vol:22.
5. Optimization of the Chromium Content of Powder Wires of the Fe–Cr–C and Fe–Cr–B Systems According to the Corrosion Resistance of Electric-Arc Coatings / Stupnytskyi, T.R., Student, M.M., Pokhmurska, H.V., Hvozdetkyi, V.M Materials Science // September 2016, Volume 52, Issue 2, pp 165–172.
6. Mechanical Properties of Arc Coatings Sprayed with Cored Wires with Different Charge Compositions / Student, M., Hvozdetkyi, V., Stupnytskyi, T., Oleksandra Student, Pavlo Maruschak, Prentkovskis, O., Skačkauskas, P. // Coatings, 2022, 12(7), 925.
7. Маркович С.І. Дослідження зв'язку зносостійкості з фізико-механічними властивостями покриттів, нанесених електродуговим напиленням різнорідних дротів. // Проблеми тертя та зношування.–Київ, 2007 с. 16-18.
8. Мажейка О.Й. Дослідження мікроструктури і трибологічних характеристик електродугових покриттів, придатних до обробки лезовим інструментом / Мажейка О.Й., Маркович С.І., Рябоволик Ю.В., Студент М.М. // Проблеми тертя та зношування, №52 с. 168-177.
9. Мажейка. О.Й. Методологія формування та трибологічні характеристики електродугових покриттів при зміцненні внутрішніх поверхонь./ Мажейка О.Й., Маркович С.І., Рябоволик Ю.В. // Проблеми тертя та зношування, 2010. с. 154-162.
10. Маркович С.І. Оптимізація складу додатків в шихту порошкових дротів для електродугового напилення зносостійких покриттів //Зб. наукових праць Кіровоградського технічного університету „Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація”. Кіровоград. – 2007. №18. С. 158- 164.

ЗМІСТ

	Стор.
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ВАЛА БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОТАЦІЙНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ <i>А.В. Бабій, проф., д-р техн. наук, І.В. Вовк, асп., В.А.Бабій, здоб.....</i>	9
2 ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ СКЛАДІВ <i>М.В. Бабій, доц., канд. техн. наук, Є.І. Фарина, здоб., В.А.Бабій, здоб.....</i>	11
3 ПЕРЕДУМОВИ ДО ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КАРТОПЛЕСАДЖАЛКИ <i>Б.О. Блащак, асп., В.О. Гамрач, асп.....</i>	12
4 ВІДНОВЛЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ КЛАПАНІВ ДВЗ ПЛАЗМОВИМ НАПИЛЕННЯМ <i>А.А. Вичавка, викл., О.В. Диха, проф., д-р техн. наук, О.С. Ковтун, асп.....</i>	14
5 ТЕКСТУРУВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ТЕРТЯ ТА ЗМАЩУВАННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ПОВЕРХОНЬ <i>М.О.Диха, докторант, В.О.Дитинюк, д.філософ., викл., А.Л.Старий, асп.....</i>	15
6 ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ПОРШНЕВИХ КІЛЕЦЬ АВТОМОБІЛЬНИХ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЙ <i>В.П. Свідерський, доц., канд. техн. наук, Л.М. Кириченко, старший науковий співробітник, С.А. Гриньков, ст. гр. МТВАм-20-1, А.В. Васишин, ст. гр. МТВАм-20-1.....</i>	21
7 PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MODULAR SYSTEMS OF CONVEYORS FOR TRANSPORT AND WAREHOUSE OPERATIONS <i>Ю.Я. Вовк, доц., канд. техн. наук, Т.Р. Дживак, асп., Я.Ю. Вовк, ст., Р.В. Худобей, асп.....</i>	25
8 ASSESSMENT OF WEAR RESISTANCE OF WORKING BODIES OF TILLAGE MACHINES <i>S.A. Luzan, prof., doctor of technical sciences.....</i>	27
9 ДІАГНОСТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ <i>М.В. Красота, доц., канд. техн. наук, Р.А. Осін, доц., канд. техн. наук.....</i>	30
10 СКЛАДУВАННЯ КОНТЕЙНЕРІВ В ПУНКТІ ВЗАЄМОДІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО І ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ <i>М. М. Мороз, проф., д-р техн. наук, В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук, М. О. Сорокіна, ст. гр. ТТ 22-1.....</i>	32
11 LAST-MILE DELIVERY ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ МЕТОД ДОСТАВКИ <i>М. М. Мороз, ст. гр. ТТ-22-1, І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук, Д. В. Молоштан, доц., канд. техн. наук.....</i>	35
12 ВПЛИВ ІНСТРУМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ І ОПЕРАЦІЙ НА ЛОГІСТИКУ <i>М. О. Сорокіна, ст. гр. ТТ-22-1, Д. В. Молоштан, доц., канд. техн. наук.....</i>	37
13 ОСОБЛИВОСТІ ТА ВИМОГИ ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ <i>І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук, В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук, Г. С. Піскун, ст. гр. ТТ 22-1.....</i>	39
14 ЕКОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ НАФТОПРОДУКТІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ <i>І. О. Солошич, проф., д-р пед. наук, В. Г. Загорянський, доц., д-р техн. наук, В. В. Журавель, ст. гр. ТТ-21-1.....</i>	41

15	ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ ПЕРСОНАЛЬНОГО КОМП'ЮТЕРА <i>Д.В. Трушаков, доц., канд. техн. наук, М.О. Федотова, канд. техн. наук, О.А. Козловський, доц., канд. техн. наук, Р.В. Телюта, доц., канд. техн. наук.....</i>	43
16	LOW-DISCRETE REINFORCEMENT OF THE RUBBER LINING OF THE DRUM MILL WITH METAL ELEMENTS <i>V.A. Nastoishchyi, Prof., candidate technical sciences, S.O. Karpushyn, associate professor, candidate technical sciences, O.M. Antoniuk, st. hr. ГМ22М-2.....</i>	46
17	ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ, НАНЕСЕНИХ ГАЗОПОЛУМ'ЯНИМ НАПЛАВЛЕННЯМ <i>І. Василенко, доц., канд. техн. наук, І. Шепеленко, проф., д-р техн. наук, М. Красота, доц., канд. техн. наук.....</i>	49
18	АНАЛІЗ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЕКСКАВАТОРІВ <i>О.Ф. Риженков, асп., А.Є. Боровік, асп., В.В. Пята, магістр.....</i>	51
19	ФІЗИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ РІЗАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН З АБРАЗИВНИМ ТЕХНОЛОГІЧНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ <i>О.Ф. Риженков, асп., А.Є. Боровік, асп., В.В. Пята, магістр.....</i>	53
20	НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ <i>Я.Б. Немировський, д-р техн. наук, І.В. Шепеленко, проф., д-р техн. наук, В.В. Отаманський, ст. викл.....</i>	55
21	УРАВЛІННЯ ТРИБОЛОГІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ СПРЯЖЕНЬ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ <i>А.Б. Гупка, доц., канд. техн. наук.....</i>	58
22	ДОЗАТОР НАСІННЯ НАПРАВЛЕНОЇ ДІЇ <i>М.С. Філіппов, магістр, П.С. Попик, доц., канд. техн. наук.....</i>	61
23	ВІДНОВЛЕННЯ ГІЛЬЗ ЦИЛІНДРІВ ПОСТАНОВКОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ЧАВУННИХ ВСТАВОК, НАПЛАВЛЕННЯМ І ГАЛЬВАНООПКИТТЯМИ <i>А.А. Радько, магістр, В.А. Сиволапов, ст. викл.....</i>	63
24	ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПСИХОЕМОЦІЙНОГО СТАНУ ВОДІВ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>В.В. Щепін, ст. гр. ЕЕ-21, Д.В. Трушаков, доц., канд. техн. наук, О.А. Козловський, доц., канд. техн. наук.....</i>	65
25	ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ БАЛАНСИРА КАРЕТКИ ТРАКТОРІВ ХТЗ КЛАСУ ТЯГИ 30 КН <i>В.В. Коновал, маг., В.А. Сиволапов, ст.викл.....</i>	67
26	СТАЛІ З БОРОМ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО МАШИНОБУДУВАННЯ <i>Г.М. Похиленко, ст. викл.....</i>	69
27	ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ <i>С.М.Герук, доц., ст.наук співробітник, канд. техн. наук.....</i>	70
28	МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ У СУЧАСНИХ МІСЬКИХ УМОВАХ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, Д.П. Косякевич, асп., С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук, В.А. Побива, ст. гр. ТТ-21СКЗ.....</i>	73

29	ОРГАНІЗАЦІЯ ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук, А.О. Головатий, асист., канд. техн. наук, С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук..</i>	77
30	ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАНСПОРТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.М. Зайцев, асп., С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук, С.Г. Чаплигін, ст.гр. ТТ-22МБ.....</i>	80
31	УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ МОЛОКА З ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ НА МОЛОЧНИЙ КОМБІНАТ "СОКОЛІВСЬКИЙ" <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.Є. Солових, доц., канд. техн. наук, С.Ю. Харченко, асп., С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук, Д.І. Кравченко, ст.гр. ТТ-20.....</i>	86
32	ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА СОРСІНГОВІЙ ОСНОВІ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, О.М. Тертиця, асп., С.А. Санжаков, ст.гр.ТТ-22, В.З. Гудь, проф., д-р техн. наук.....</i>	89
33	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ ШТРИХОВОГО КОДУВАННЯ НА АВТОТРАНСПОРТНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук, Н.О. Рябцев, ТТ-20, В.В. Маган, ст.гр. ТТ-23МБ.....</i>	91
34	ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ GPS/GSM <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, Т.М. Надич, асп., М.А. Бакуменко, ст.гр.ТТ-22, А.Б. Гупка, доц., канд. техн. наук.....</i>	94
35	ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ВИКОРИСТАННЯМ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НА ПІДПРИЄМСТВІ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.А. Сергійчук, асп., М.А. Дичко, ст.гр.ТТ-22МБ, О.Л. Ляшук, проф., д.-р. техн. наук.....</i>	96
36	ОСОБЛИВІСТЬ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ПІДТРИМКИ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук, В.П. Петленко, асп., О.П. Цьонь, доц., канд. техн. наук.....</i>	100
37	СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ПРИ ПЛАНУВАННІ ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, В.М. Чумак, асп., А.А. Тихий, доц., канд. техн. наук, А.І. Надточій, ст.гр. ТТ-22МБ.....</i>	104
38	ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПРИДБАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ ПІДПРИЄМСТВАМИ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, В.Г. Байцян, асп., О.В. Кузик, доц., канд. техн. наук, В.К. Коваленко, ст.гр. ТТ-23.....</i>	108
39	ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В УПРАВЛІННІ СКЛАДСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ НА ПІДПРИЄМСТВІ <i>В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук, А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук, С.Ю. Тищенко, асп., І.С. Сугак, ст.гр. ТТ-23.....</i>	112

40	РОЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ У СИСТЕМІ СУСПІЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	
	<i>І.О. Хітров, доц., канд. техн. наук.....</i>	117
41	ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЦНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ФОРМИ	
	<i>М.В. Гетьман, асп., О.П. Бабак, доц., канд. техн. наук, А.А. Вичавка, викл.....</i>	120
42	ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ	
	<i>В.О. Дорошук, ст.викладач, В.С. Сорока, доц., канд. с/г. наук, С.В. Яскал, магістр, А.В. Яскал, магістр.....</i>	123
43	ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПО ТЕХНІЧНОМУ СТАНУ З ПРОВЕДЕННЯМ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ	
	<i>В.В. Клім, ст. гр. ТА-41, М.І. Розум, ст. гр. ТТЛ-12, В.П. Верес, ст. гр. ТАм-11, О.Р. Калишук, ст. гр. ТАм-11, Р.І. Розум, доцент., канд. техн. наук.....</i>	125
44	ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ШВИДКОЗНОШУВАНИХ ДЕТАЛЕЙ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИМ НАПИЛЕННЯМ	
	<i>В.М. Лопата, н.с., канд. техн. наук, О.В. Лопата, н.с., доктор філософії, А.Є. Солових, доц., канд. техн. наук.....</i>	128
45	РОЗВИТОК ЕФЕКТИВНИХ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИКОЮ ТА СКЛАДСЬКИМ ГОСПОДАРСТВОМ	
	<i>І.А. Бережняк, ст. гр.. ТТ-31, В.О. Дорошук, ст. викладач.....</i>	131
46	ГРАНТОВІ ПРОГРАМИ ДЛЯ АГРОВИРОБНИКІВ УКРАЇНИ	
	<i>А. БЄЛІКОВ, магістр, В. МЕЛЬНИК, доц., канд. економ. наук.....</i>	133
47	РЕМОНТ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ АВТОЗЧЕПНОГО ПРИСТРОЮ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ МЕТОДОМ НАПЛАВЛЕННЯ ПОРОШКОВОЮ СТРІЧКОЮ	
	<i>А.Г. Харлов, асп. гр. А131-23, Л.Я. Роп'як, проф., д-р техн. наук, П.М. Присяжнюк, доц., канд. техн. наук.....</i>	135
48	СТРАТЕГІЇ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СКЛАДНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ	
	<i>А. В. Новицький, доц., канд. техн. наук.....</i>	137
49	3D ДРУК В СУЧАСНОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	
	<i>О.О.Прокопчук, ст. гр.. ТТ-31, М.В. Голотюк, доц., канд. техн. наук.....</i>	139
50	ПОРІВНЯЛЬНА АНАЛІТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ З ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ТА ДВИГУНОМ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ	
	<i>В.О. Тесля, канд. техн. наук, М.Д. Сіправська, ст. викл.....</i>	141
51	ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЗМІЦНЕНОГО ТИТАНОВОГО СПЛАВУ В УМОВАХ ТЕРТЯ КОВЗАННЯ	
	<i>А. В. Рутковський, ст. наук. співр., канд. техн. наук, К.П. Буйських, ст. наук. співр., канд. техн. наук, С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук, С.О. Магопонець, доц., канд. техн. наук, О.В. Бевз, доц., канд. техн. наук.....</i>	143
52	МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛЕКТРОДУГОВИХ ПОКРИТТІВ ПРИ ВІДНОВЛЕННІ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТА АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ	
	<i>М.М Студент, пров.наук. співр., проф, д-р. техн. наук, В.М. Гвоздецький, ст. наук. співр., канд. техн. наук, Н.З. Мозола, асп., С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук, В.М. Юськів, доц., канд. техн. наук.....</i>	147

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ЕФЕКТИВНОСТІ МАШИН, ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ. IMPROVING THE RELIABILITY AND EFFICIENCY OF MACHINES, PROCESSES AND SYSTEMS

IV Міжнародна науково-практична конференція

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

17-19 квітня 2024 року

м. Кропивницький

Відповідальні за випуск: В. В. Аулін, професор кафедри експлуатація та ремонт машин ЦНТУ України.

Редактор: В. В. Аулін.

Дизайн і верстка: С. В. Лисенко.

**Редакційна колегія не несе відповідальності за зміст представлених
матеріалів**

Підписано до друку 11.04.2024 р. Формат 60x80/16.

Ум друк. арк. – 9,69. Обл.-вид. – 9,7.

Наклад 100 прим. Зам № 21/2024.

РВЛ ЦНТУ. 25006, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8
Тел. 390-441, 559-245.