

Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Сумський національний аграрний університет
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування
техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва
імені Леоніда Погорілого



Міжнародна
науково-практична конференція
AutoTRAK-2025

05-06 травня 2025 року
Київ, Україна

УДК 656
М 58
ISBN

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2025». – Київ: НУБіП України, 2025. – 225 с.

Матеріали засновані на виступах вчених на міжнародній науково-практичній конференції «AutoTRAK-2025». Видання включає сучасні питання проектування, експлуатації, діагностики, обслуговування та ремонту колісних та гусеничних машин аграрного виробництва і транспортних засобів, теорії експлуатації машино-тракторного парку, обладнання та устаткування сільського господарства та інноваційні рішення в рамках завдань комп'ютеризації останніх.

Головний редактор:

Ткачук Вадим Анатолійович
доктор економічних наук, професор,
відмінник аграрної освіти України,
заслужений працівник освіти України,
ректор НУБіП України

Заступник головного редактора:

Братішко Вячеслав Вячеславович
доктор технічних наук, професор, декан
механіко-технологічного факультету
НУБіП України

Редактор:

Калінін Євген Іванович
доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри тракторів і
автомобілів НУБіП України

© Національний
університет біоресурсів і
природокористування
України

2025 р.

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.-р. наук, проф. Anatoly B. Kolomeisky

д.-р. наук, проф. Tyukin I

д.-р. наук, проф. Ruslans Šmigins

д.-р. наук, проф. Mateusz Szarata

д.-р. наук, проф. Dominik Zimon

д.-р. наук, проф. Feliks Stachowicz

д.-р. наук, проф. Ján Viňáš

д.-р. наук, проф. Marcin Kicinski

д.-р. наук, проф. Olegas Prentkovskis

д.-р. наук, проф. Anatolijs Zabašta

д.-р. наук, проф. Marios M. Polycarpou

д.-р. наук, проф. Juozas Padgurskas

Rice University, Х'юстон, США

Academic Fellow, University of Leicester,
Велика Британія

Latvia University of Life Sciences and
Technologies, Латвія

Rzeszow University of Technology ,
Жешув, Польща

Rzeszów University of Technology,
Жешув, Польща

Rzeszów University of Technology,
Жешув, Польща

Rzeszów University of Technology,
Жешув, Польща

Poznan University of Technology, Польща

Vilnius Gediminas Technical University,
Вільнюс, Литва

Riga Technical University, Рига, Латвія

University of Cyprus, Кіпр

Institute of Power and Transport
Machinery Engineering, Vytautas Magnus
University, Литва

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.т.н., проф. Середа Б.П.

д.т.н., проф. Кругляк І.В.

д.т.н., проф. Богомолів В.О.

д.т.н., проф. Біліченко В.В.

д.т.н., проф. Шаломєєв В.А.

д.т.н., проф. Ляшук О.Л.

д.т.н., проф. Сахно В.П.

д.т.н., проф. Калінін Є.І.

д.т.н., проф. Монастирський Ю.А.

м. Кам'янське, Дніпровський державний
технічний університет

м. Кам'янське, Дніпровський державний
технічний університет

м. Харків, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет

м. Вінниця, Вінницький національний
технічний університет

м. Запоріжжя, Національний
університет «Запорізька політехніка»

м. Тернопіль, Тернопільський
національний технічний університет ім. І
Пулюя

м. Київ, Національний транспортний
університет

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

м. Кривий Ріг, Криворізьський
національний університет

д.т.н., проф. Кальченко В.І.

д.т.н., проф. Кіндрацький Б.І.

д.т.н., проф. Дмитрів В.Т.

д.т.н., проф. Диха О.В.

д.т.н., проф. Подригало М.А.

д.т.н., проф. Клименко В.І.

д.т.н., доцент Ребров О.Ю.

д.т.н., проф. Шуляк М.Л.

д.т.н., проф. Лебедев А.Т.

к.т.н., доцент Шевченко І.О.

к.т.н., доцент Цьонь О.П.

м. Чернігів, Національний університет
«Чернігівська політехніка»

м. Львів, Національний університет
«Львівська політехніка»

м. Львів, Національний університет
«Львівська політехніка»

м. Хмельницьк, Хмельницький
національний університет

м. Харків, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет

м. Харків, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет

м. Харків, Національний технічний
університет «Харківський політехнічний
інститут»

м. Суми, Сумський національний
аграрний університет

м. Суми, Сумський національний
аграрний університет

м. Харків, Державний біотехнологічний
університет

м. Тернопіль, Тернопільський
національний технічний університет ім. І
Пулюя

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету конференції

д.е.н., професор Ткачук В.А.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

д.т.н., професор Братішко В.В.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

Члени організаційного комітету:

академік НААН, д.т.н., професор
Кравчук В.І.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

член-кореспондент УААН, д.т.н.,
професор Войтюк Д.Г

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

д.т.н., професор Мацюк В.І.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

д.т.н., професор Загурський О.М.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

к.т.н., доцент Савченко Л.А.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

к.т.н, доцент Гуменюк Ю.О.

м. Київ, Національний університет
біоресурсів і природокористування
України

Голова секції д.т.н., професор Калінін Є.І., асистент Колеснік Ю.І. (секція №1)

Голова секції к.т.н., доцент Колеснік І.В., к.т.н., доцент Шевченко І.О. (секція №2)

Голова секції д.т.н., професор Ребров О.Ю., асистент Костюк С.Ю. (секція №3)

Голова секції д.т.н., професор Зубко В.М., к.т.н., доцент Романченко В.М. (секція №4)

Голова секції д.т.н., професор Шуляк М.Л., к.т.н., доцент Павленко М.Ю. (секція №5)

Голова секції д.т.н., доцент Кожушко А.П., Козлов Ю.Ю. (секція №6)

Голова секції к.т.н., Лебедєв С.А., асистент Лемішко Д.С. (секція №7)

Голова секції д.т.н., професор Степанов О.В., асистент Кулібаба Н.І. (секція №8)

Секретаріат

к.т.н., доцент Колеснік І.В., доцент кафедри тракторів і автомобілів - секретар
організаційного комітету

Адреса оргкомітету:

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, вул.
Героїв Оборони, 12В, корп. 11, кімн. 340

Секція 1

«Автомобільний транспорт»

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ OBD-II

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Проблема підвищення ефективності технічної діагностики гальмівних систем вантажних автомобілів набуває особливої актуальності в умовах зростання інтенсивності дорожнього руху та ускладнення конструкцій транспортних засобів [1]. Сучасні вантажівки обладнані електронними системами безпеки (EBS, ABS, ESP), які тісно пов'язані з функціонуванням гальмівної системи, проте традиційні методи обслуговування не завжди в змозі виявити приховані або періодичні відмови [2].

Завдяки впровадженню стандарту OBD-II (On-Board Diagnostics) з'явилась можливість безпосередньо зчитувати дані про параметри роботи різних систем, у тому числі гальмівної [3]. Основу запропонованої методики [4] становить аналіз масивів параметрів PID (Parameter ID), зокрема:

- PID 01–0D – швидкість транспортного засобу,
- PID 01–0C – оберти двигуна,
- PID 01–05 – температура охолоджуючої рідини,
- PID 01–52 – статус гальмівної системи (у розширеній реалізації).

Методика передбачає обробку цих параметрів у динаміці з метою побудови профілю гальмування та виявлення відхилень від норми. Такі відхилення класифікуються за допомогою алгоритмів машинного навчання – зокрема, дерев рішень (Decision Trees), що дозволяють встановити залежність між групами параметрів та ознаками відмов.

Для формалізації умов несправності введено показник коефіцієнта сповільнення a_b за формулою:

$$a_b = \frac{V_{до}^2 - V_{після}^2}{2s}, \quad (1)$$

де $V_{до}$ – швидкість до початку гальмування, м/с;

$V_{після}$ – швидкість після гальмування, м/с;

s – шлях гальмування, м.

Цей коефіцієнт дає змогу порівнювати фактичну ефективність з нормативною (визначеною відповідно до [5]).

При систематичному відхиленні a_b від нормативного значення (залежно від маси та швидкості) система формує попередження про погіршення ефективності гальмівного контуру.

Результати експериментальної перевірки на 20 вантажних автомобілях показали, що точність виявлення відмов за розробленим алгоритмом досягає 91,3%, що на 23% вище порівняно зі стандартною процедурою техогляду. Крім того, було встановлено, що такі ознаки як підвищення частоти короткочасних циклів гальмування та збільшення часу реакції системи EBS можуть слугувати ранніми діагностичними індикаторами зносу.

Запропонована методика має практичну цінність для впровадження в телематичні модулі діагностики автопарків та мобільні діагностичні станції. Вона дозволяє не лише фіксувати наявність несправності, а й прогнозувати її появу, що відкриває перспективи для переходу до систем прогнозової технічної діагностики (Predictive Maintenance [6]).

Список літератури

1. Бутко О.І. Системи активної безпеки вантажних автомобілів. – Харків: НТУ "ХПІ", 2021. – 184 с.
2. Manzoni, G., & Savaresi, S.M. (2020). Vehicle Dynamics and Brake Control Systems. Springer.
3. Guzzella, L., & Sciarretta, A. (2013). Vehicle Propulsion Systems. Springer.
4. SAE International. (2022). J1979 Diagnostic Test Modes. OBD-II Standard.
5. ДСТУ 3649:2010. Автомобілі дорожні. Вимоги до гальмівної дії.
6. Dutta, A., & Lee, H. (2019). Predictive maintenance using machine learning: A case study on heavy vehicles. Journal of Intelligent Transportation Systems, 23(4), 365–376.

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ OBD-II

д.т.н., професор Степанов О.В.

У роботі розглянуто підхід до вдосконалення діагностики гальмівних систем вантажних автомобілів шляхом аналізу параметрів OBD-II із використанням методів машинного навчання

Ключові слова: гальмівна система, вантажний автомобіль, OBD-II, машинне навчання, технічна діагностика, прогнозна аналітика.

IMPROVEMENT OF DIAGNOSTIC ALGORITHMS FOR MODERN TRUCK BRAKE SYSTEMS BASED ON OBD-II PARAMETER ANALYSIS

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The study presents an approach to improving truck brake system diagnostics through OBD-II parameter analysis using machine learning techniques.

Keywords: brake system, truck, OBD-II, machine learning, technical diagnostics, predictive analytics.

ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВОГО СТАНУ НАПІВ ОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Черкас А.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Дослідження надійності та ресурсу складових частин механізмів та машин є процесом який дозволяє робити висновки про безпечні терміни їх роботи. Саме таким елементом є напів ось у системі підвіски електромобіля.

Напів ось електромобілю являє собою типовий вал. Розглядаючи кручення валу відомо, що під дією скручувального моменту, прикладеного на вільному кінці, будь-який переріз на відстані x від місця закріплення повертається відносно закріпленого перерізу на певний кут ϕ – кут закручування [1]. При цьому, чим більший скручувальний момент M_k тим більший і кут закручування.

Згідно з гіпотезою плоских перерізів: перерізи, плоскі до деформацій залишаються плоскими при крученні круглого стрижня, повертаючись один відносно одного на деякий кут закручування. Кут зсуву на поверхні скручуваного стрижня можна подати у вигляді:

$$\gamma = r \cdot \frac{d\phi}{dx} = \theta \cdot r, \quad (1)$$

де θ – відносний кут закручування. Відомо, що крутний момент що діє на вільному кінці валу можна записати як:

$$M_k = \int_F \rho \cdot \tau \cdot dF, \quad (2)$$

де τ – дотичне напруження, що діє на елементарній площадці, розміщеній на довільній відстані ρ від центра перерізу. При крученні стержня виникають напруження чистого ссуву, які можна записати наступним чином:

$$\tau_{max} = \gamma \cdot G = \theta \cdot r \cdot G, \quad (3)$$

Помітно, що максимальні дотичні напруження виникнуть у валі за умови що $\rho = r$. Якщо підставити вираз для максимальних дотичних напружень у вираз (2), після перетворення отримаємо формулу для визначення відносного кута закручування круглого стрижня:

$$M_k = \theta \cdot G \int_F \rho^2 dF, \quad (4)$$

Тоді, загальний кут закручування стрижня (валу) довжиною l складе:

$$\varphi = \int_0^l \frac{M_k}{G \cdot J_h} dx, \quad (5)$$

Дана формула встановлює залежність між силовим фактором M_k та відповідною деформацією при крученні φ і виражає відповідний закон Гука. Для визначення дотичного напруження τ у будь-якій точці перерізу вала під дією крутного моменту M_k досить скомбінувати формули для відносного кута закручування θ та τ_{max} , тоді:

$$\tau_{max} = \frac{M_k}{J_h}, \quad (6)$$

де $J_h = \frac{\pi d^4}{32}$ – момент опору при крученні.

Статична міцність для дотичних напружень вважається забезпеченою, якщо $n_T \geq [n_T]$. Значення величини статичної міцності для дотичних напружень приймається в діапазоні 1,3...2,0 залежно від відповідальності конструкції і наслідків руйнування вала, від прийнятої точності визначення навантажень і напружень, від рівня технології виготовлення і контролю, від однорідності і стабільності властивостей матеріалу та інших факторів.

Запас міцності n_T досить легко визначити як

$$n_T = \frac{n_T \delta + n_T \tau}{\sqrt{n_T \delta^2 + n_T \tau^2}}, \quad (7)$$

де запаси міцності по нормальним та дотичним напруженням $n_T \delta$ та $n_T \tau$ відповідно визначаються як

$$n_T \delta = \frac{\sigma_T}{\sigma_i} \text{ та } n_T \tau = \frac{\tau_T}{\tau_i}, \quad (8)$$

Найбільші нормальні напруження діють на головних площадках, які нахилені під кутом 45° до площадок, де діють дотичні напруження чистого зсуву. Характер руйнування вала при крученні буде залежати від здатності матеріалу протидіяти дотичним нормальним напруженням. У матеріалах які погано чинять опір дії нормальних напружень тріщини руйнування пройдуть по лініях, нормальних до дії головних розтягувальних напружень, тобто по гвинтових лініях, дотичні до яких утворюють кут 45° з віссю вала [1]. Хоча сталеві вали на практиці часто руйнуються по поперечному перерізу, перпендикулярному до осі вала, практичні приклади доводять що руйнування валів зі сталі 38XM (AISI/SAE 4140) також може відбуватись по спіралі [2].

**Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2025»**

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Наведені залежності надають змогу здійснити параметричний опис напружено – деформованого стану напів осі електромобілю для дослідження її надійності та ресурсу.

Список літератури

1. Писаренко, Квітка та Уманський, Опір матеріалів, Київ: Вища школа, 2004.
2. S. W. Stafford та L. T. Jr., «Fatigue Cracking of a 3-MW Electric Motor Shaft,» *Journal Fail Analysis and Prevention*, т. 15, pp. 211-218, 2015.

**ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ**

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Черкас А.В.

Доводиться параметризація напруженого – деформованого стану напів осі електромобілю для дослідження її надійності та ресурсу.

Ключові слова: напів ось, електромобіль, крутний момент, дотичне напруження.

**THE PARAMETERIZATION STRESSED DEFORMED STATE
OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS**

Ph.D., docent Hladchuk Y., Cherkas A.

It is proved that the parameterization stressed deformed state of the electric car semi-axis for reliability and service research.

Key words: semi-axis, electric car, torque, tangential stress.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РІШЕННЯ В МІСЬКИХ АВТОБУСАХ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

В умовах інтенсивної міської експлуатації, де домінують часті зупинки, короткі ділянки прискорення та рух у режимі старт-стоп, традиційні дизельні двигуни втрачають ефективність. Водночас гібридні силові установки демонструють значну перевагу за рахунок рекуперації енергії гальмування та адаптивного керування [1].

Імітаційне моделювання міського циклу для автобуса масою 13 т проводилось у MATLAB/Simulink. Модель включає дизель-генератор, акумулятор (80 кВт·год) та тяговий електродвигун потужністю 160 кВт. Використано профіль маршруту, наближений до ЕСЕ R101 з поправками на рельєф (дані GPS-логування по м. Київ) [2].

Витрата енергії моделювалась за виразом:

$$E_{\text{спож}} = \int_0^T P(t) \cdot \eta(t)^{-1} dt, \quad (1)$$

де $P(t)$ – споживана потужність у момент часу t ;

$\eta(t)$ – ККД;

T – тривалість циклу.

Результати свідчать про зменшення витрати пального з 41,2 л/100 км до 29,4 л/100 км. Додатково, приблизно 21% загальної енергії покривалось за рахунок рекуперації, що зменшило викиди CO₂ на 20% і покращило економічні показники експлуатації [3].

Оцінка ефективності показала, що застосування систем інтелектуального керування (наприклад, fuzzy-logic контролерів) дозволяє адаптувати режими роботи до поточного трафіку, навантаження та профілю маршруту [4]. Це підвищує ККД на 10–15% у порівнянні зі звичайними стратегіями керування енергопотокami [5].

Отже, впровадження гібридних трансмісій у міському транспорті є економічно та екологічно доцільним. Подальші дослідження повинні зосереджуватись на оптимізації батарейних систем та адаптації до індивідуальних маршрутів.

Список літератури

- Sciarretta, A., Back, M., & Guzzella, L. (2004). Optimal control of parallel hybrid electric vehicles. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 12(3), 352–363.
- Євтушенко Ю.М., Марченко І.О. Енергозберігаючі технології у громадському транспорті. – К.: НАУ, 2022. – 138 с.

3. Hajizadeh, A., & Golkar, M.A. (2007). Intelligent power management strategy of hybrid distributed generation system. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 29(10), 783–795.
4. Пилипенко В.П., Чала В.П. Моделювання транспортних потоків з урахуванням енергоефективності. – К.: АртЕк, 2021. – 176 с.
5. Wu, Y., Zhang, H., & Lin, Z. (2021). Review of energy management strategies for hybrid electric buses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 136, 110414.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РІШЕННЯ В МІСЬКИХ АВТОБУСАХ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

Проаналізовано ефективність гібридної силової установки в умовах міського циклу шляхом моделювання енергоспоживання та рекуперації енергії

Ключові слова: гібридний автобус, енергоспоживання, рекуперація, моделювання, міський транспорт, MATLAB/Simulink.

ENERGY-SAVING SOLUTIONS IN URBAN BUSES WITH HYBRID POWERTRAIN: MODELING AND EFFICIENCY ASSESSMENT

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The efficiency of a hybrid powertrain in urban cycle conditions is analyzed through modeling of energy consumption and regeneration.

Keywords: hybrid bus, energy consumption, regeneration, modeling, urban transport, MATLAB/Simulink.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРАВЛІЧНИХ АМОРТИЗАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

Для перевезень різних вантажів, зокрема сільськогосподарського призначення, використовується переважно автомобільний транспорт. Як свідчить практика, виконання більш ніж 70% об'єму робіт посідає період із низькою температурою від -7 до -34°C тривалістю майже 7 місяців. Ця проблема актуальна для вантажних автомобілів різних марок, що використовуються для перевезень, які відповідають особливим критеріям. Однак через високі вимоги щодо вдосконалення транспортного процесу, одним із найбільш численних (близько 21% від усіх вантажних автомобілів) та перспективним транспортним засобом для транспортування вантажів у сільському господарстві є вантажні автомобілі сімейства КамАЗ.

Експлуатація непідготовлених автомобілів в умовах низьких температур спричиняє збільшення навантажень, що призводить до зростання кількості відмов систем та агрегатів. За дослідженнями багатьох вчених, відбувається зростання кількості відмов агрегатів і систем до 40% від загального їх числа, в тому числі до 9% припадає на підвіску. Кількість відмов підвіски автомобілів у зимові місяці збільшується майже у 2,5 рази, більшу частку яких становлять гідравлічні амортизатори (до 40%). Аналіз несправностей показав, що найбільш значущою причиною є витікання робочої рідини з амортизатора – до 55%.

Низькі температури експлуатації впливають як на збільшення кількості несправностей елементів підвіски, так й на погіршення експлуатаційних характеристик автомобілів, як-от зниження середньої ефективної швидкості, збільшення гальмівного шляху, погіршення умов праці, зниження продуктивності і збільшення експлуатаційних витрат. Одним з основних елементів підвіски, що впливають на активну безпеку і найбільш схильним до впливу низьких температур і, як наслідок, зносу, є гідравлічний амортизатор.

Відповідно до вимог нормативних документів, одним із показників, що визначають умови функціонування гідравлічних амортизаторів підвіски, є сили опору. Значення сил опору на відбій та стиск повинні відповідати конструкторській документації при максимальних швидкостях поршня до 0,52 м/с, і не перевищувати допустимих меж.

В якості робочої, в гідравлічних амортизаторах використовуються спеціальні рідини на нафтовій основі, збільшення в'язкості при низьких температурах яких призводить до суттєвого погіршення функціонування амортизаторів, трансмісії у комплексі. Таким чином, для функціонування гідравлічних амортизаторів за низьких температур з параметрами, зумовленими конструкторською документацією, необхідно забезпечити властивості робочої рідини.

Існуючі способи вирішення цієї проблеми не знайшли широкого застосування через низьку ефективність і значні витрати для масового застосування, а також малу вивченість даного напрямку. Передбачається, що забезпечення експлуатаційних характеристик гідравлічних амортизаторів, що працюють в умовах низьких температур, можливе шляхом адаптації складу робочої рідини до умов навантаження та температур навколишнього середовища.

Для дослідження впливу зміни швидкості переміщення штока на температуру амортизаторної рідини проведено серію експериментів, результати яких представлені на рис. 1.

В результаті експериментів встановлено, що зі збільшенням швидкості переміщення штока відбувається найбільш інтенсивне зростання температури амортизаторної рідини, проте крайнім значенням є швидкість 0,52 м/с.

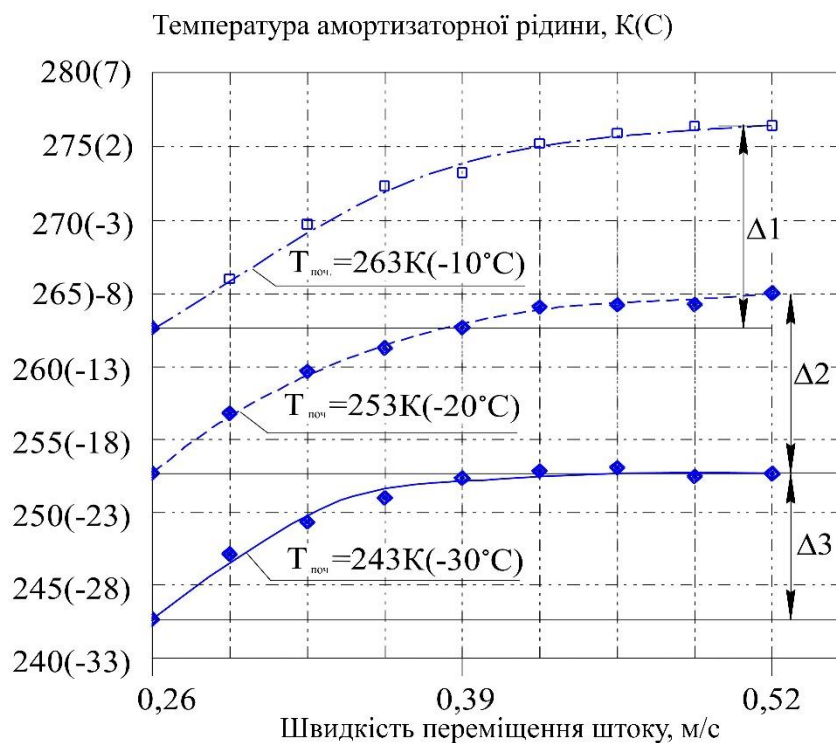


Рисунок 1 – Залежність температури амортизаторної рідини, що встановилася, від швидкості переміщення штока

Аналіз рис. 4.3 дозволив встановити, що з початкової температури що дорівнює 243 K (крива 3), зміна температури спостерігалася від 0,26 до 0,52 м/с, а різниця у показаннях в середньому складала 10K. При збільшенні швидкості переміщення штока більше 0,52 м/с нагрівання рідини майже не відбувалося, що говорить про значення температури амортизаторної рідини, що встановилося. Кривими 1 і 2 зображено зміну температур амортизаторної рідини при початкових температурах 253K і 263K. Аналіз залежностей показав, що різниця температур і однакова і їх значення дорівнювали 14K і 15K. Це

свідчило про значне нагрівання рідини. При цьому дроселювання рідини проходило в безперервному режимі без блокування рухомих елементів. Було виявлено також, що максимальна різниця між початковою температурою, що дорівнює температурі навколишнього середовища, та температурою амортизаторної рідини, досягнутої в результаті функціонування амортизатора, при зміні швидкості переміщення штока в діапазоні від 0,39 до 0,52 м/с склала 278K (15°C).

Список літератури

1. Hryciów, Z.; Rybak, P.; Gieleta, R. (2021) The influence of temperature on the damping characteristic of hydraulic shock absorbers. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 23(2), pp. 346–351.
2. Chernukhin, R.V. (2023) Modeling of Thermal Preparation of Shock Absorbers of Trucks. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 51(1), pp. 89–95.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРАВЛІЧНИХ АМОРТИЗАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Наведено результати дослідження впливу функціонування гідравлічного амортизатора на його температурні характеристики.

Ключові слова: вантажний автомобіль, гідравлічний амортизатор, температурні показники.

IMPROVEMENT OF OPERATING CHARACTERISTICS OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS OF TRUCKS OPERATING IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.

The results of a study on the effect of the functioning of a hydraulic shock absorber on its temperature characteristics are presented.

Keywords: truck, hydraulic shock absorber, temperature indicators.

IMPROVEMENT OF THE OPERATION OF HYDRAULIC STEERING BOOSTERS IN AGRICULTURAL VEHICLES

PhD, Associate Prof. Medvedev E.P

Gdansk University of Technology

Gdansk, Poland

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

Economic success in Ukraine's agro-industrial complex is largely determined by the reliability, productivity and efficient organisation of transport logistics.

The efficiency of transport logistics in the agro-industrial complex is determined by the reliability of agricultural machinery, which depends on its design and operational characteristics.

An analysis of the composition of agricultural machinery in the agro-industrial complex shows that half of it is motor vehicles. The main indicators of their operational and technical characteristics are: controllability, stability, manoeuvrability and safety. Therefore, the efficiency of the use of machinery in general depends on the choice of rational parameters for these characteristics. Driving a vehicle is the main production function of a driver and involves the purposeful organisation of the movement process. The trajectory of any vehicle is always curved, with continuously changing curvature. The wave-like nature of the trajectory is determined not only by the presence of curved sections of the road, but also by the action of external factors on the vehicle and the driver's influence on the controls in order to adjust the nature of the movement, in particular the direction of travel. When driving on straight sections, the limits of the change in the radius of curvature of the trajectory are small, so such movement is considered conditionally straight. Analysis of the use of motor vehicles in real conditions allows us to conclude that manoeuvring occurs along a curved trajectory in 50-75% of the total mileage, which means that increased requirements must be imposed on the steering system. One way to improve the active safety of a vehicle is to install a power steering system, which reduces the physical load on the driver when turning the steering wheel and reduces shocks and jolts transmitted from the steered wheels.

Ensuring that the force applied to the steering wheel does not exceed 130 N has created the conditions for the use of power steering systems in cars, which must meet the following requirements. Reducing the driver's energy expenditure when manoeuvring at low speeds on high surfaces or turning the steered wheels. At the same time, the required efficiency of the booster must be achieved regardless of the engine operating mode at a steering wheel angle speed of up to 10 rad/s. Ensuring optimal ergonomic load and speed characteristics of the steering system when driving at high and medium speeds, i.e. at such forces on the steering wheel at which the driver's sensitivity and the accuracy of the control inputs are highest and fatigue is lowest. Given that the required efficiency of the booster is determined by the most difficult wheel turning mode when stationary, it is found to

be excessive when driving at high speeds. As a result, the forces on the steering wheel are reduced to such an extent that steering accuracy is reduced and traffic safety is impaired. Therefore, it is advisable that as the speed of the vehicle increases, the efficiency of the booster decreases within the limits of the permissible forces on the steering wheel. Ensuring that the vehicle can be kept on the road in the event of tyre or suspension damage, as well as the ability to control the vehicle in the event of booster failure. Maintaining wheel stability, effectively damping shocks and impacts from the road, and eliminating the possibility of self-oscillation of the steered wheels. It is desirable to use boosters to force the steered wheels back to a straight-line position when the steering wheel is released. Reduction of unproductive energy consumption by the booster, for which the length and diameter of the lines and the passage cross-sections of the distributor throttles are reduced, pump unloading devices, fluid flow regulators, variable displacement pumps, adjustable electric pump drives and other means are used. In addition to the above requirements, steering boosters must be highly reliable in terms of their components and parts, manufacturability and operation, rational standardisation, low weight, dimensions and noise level. The proposed requirements for the design of steering boosters and steering systems are a complex and challenging problem.

One of the problems in the design of hydraulic power steering systems is the increase in its temperature and load due to prolonged operation in extreme positions of the steering wheel. Thus, an urgent scientific and technical task is to improve the operation of hydraulic steering boosters for agricultural vehicles, which will make it possible to meet the requirements for the design of the steering booster and steering system as a whole.

An analysis of the designs, operating modes and functional features of hydraulic power steering systems in cars used in the agricultural sector of Ukraine was carried out. Based on the analysis, it was concluded that the most common type of steering boosters in the agro-industrial complex are hydraulic steering boosters, and due to the harsh operating conditions of vehicles, the working fluid of the hydraulic steering booster overheats.

Based on theoretical studies of the temperature regimes of hydraulic power steering systems, the following has been established: the distribution of the thermohydraulic flow of the working fluid in the hydraulic power steering system, which makes it possible to determine the efficiency of the hydraulic power steering system in any operating mode; a physical model of a device for improving the cooling efficiency of the working fluid of a hydraulic power steering system; a device for controlling undesirable steering wheel angles has been proposed, which makes it possible to prevent overheating of the hydraulic power steering system and protect the components of the power steering system in any operating mode; energy balance of the hydraulic power steering under sand driving conditions, which is the most difficult turning mode, which allows us to conclude that the most intense heating of the fluid in the hydraulic power steering occurs at the maximum turning resistance of the steered wheels and the engine crankshaft speed of 1800...2100 rpm. As a result of the experiment, the dependence of the heating of the working fluid of the hydraulic power steering on variable factors was obtained: the crankshaft speed of the internal combustion engine, the operating time of the hydraulic power steering, and the rolling resistance coefficient.

References

1. Du, H.; He, Y.; Yang, Y.; Wang, Y. (2021) Study on Tie Rod Force Characteristics in Electro-Hydraulic Power Steering System for Heavy Vehicle. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 235(2–3), pp. 393–403.

IMPROVEMENT OF THE OPERATION OF HYDRAULIC STEERING BOOSTERS IN AGRICULTURAL VEHICLES

PhD, Associate Prof. Medvedev E.P, Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.,
The distribution of the thermohydraulic flow of the working fluid in the hydraulic power steering system has been established, which makes it possible to determine the efficiency of the hydraulic power steering system in any mode of operation. A physical model of a device for improving the cooling efficiency of the working fluid of a hydraulic power steering system has been obtained.

Keywords: steering mechanism, power steering, truck, temperature, operating conditions.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ГІДРАВЛІЧНИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ РУЛЬОВОГО МЕХАНІЗМУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБАХ

к.т.н., доцент Медведєв Є.П., д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н.

Встановлено розподіл теплогідрравлічного потоку робочої рідини в гідравлічному рульовому підсилювачі, що дає змогу визначити коефіцієнт корисної дії гідравлічного рульового підсилювача на будь-яких режимах його роботи. Отримана фізична модель пристрою підвищення ефективності охолодження робочої рідини гідравлічного рульового підсилювача.

Ключові слова: рульовий механізм, гідропідсилювач керма, вантажний автомобіль, температура, умови функціонування.

ПАРМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ОПОРУ ВТОМІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Кузьменко А. Я.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

За дослідження надійності та ресурсу складових частин механізмів та машин аналіз опору матеріалу деталей втомі є питанням, що дозволяє зробити висновок стосовно безпечного терміну їх експлуатаційної спроможності [1]. Саме це є суттєвим аспектом для такого завантаженого елемента системи підвіски електромобіля яким є напів ось.

Величини меж витривалості валів і осей в небезпечних перетинах визначають відповідно до [2] як

$$\overline{\sigma_{-1D}} = \frac{\overline{\sigma_{-1}}}{K}, \text{ та } \overline{\tau_{-1D}} = \frac{\overline{\tau_{-1}}}{K}, \quad (1)$$

де $\overline{\sigma_{-1D}}$ та $\overline{\tau_{-1D}}$ – медіанні значення меж витривалості матеріалу, визначені на лабораторних зразках, виготовлених з прутків діаметром 10-20 мм, а $\overline{\sigma_{-1}}$ та $\overline{\tau_{-1}}$ – медіанні значення меж витривалості матеріалу, визначені на лабораторних зразках, виготовлених із заготовок таких же поперечних перерізів, що і у досліджуваного валу. K для нашого випадку з діаметром валу менше ніж 150 мм обчислюється для легованих сталей як

$$K = \left(\frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} + \frac{1}{K_{F\sigma}} - 1 \right) + \frac{1}{K_v}, \text{ та } K = \left(\frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}} + \frac{1}{K_{F\tau}} - 1 \right) + \frac{1}{K_v}, \quad (2)$$

де коефіцієнт впливу поверхневого зміцнення K_v визначається за довідником, відношення $\frac{K_{\sigma}}{K_{d\sigma}} = 0,6 \frac{K_{\tau}}{K_{d\tau}}$ характеризує вплив концентрації напружень і масштабного фактору та визначається за [2], а коефіцієнт впливу якості обробки поверхні

$$K_{F\tau} = 0,575 \left(1 - 0,22 \left(\lg \frac{\sigma_s}{20} - 1 \right) \right) \lg R_a \quad (3)$$

за величини значення параметру шорсткості $R_a \geq 0,08$ мкм.

За відсутності даних значення $\overline{\sigma_{-1}}$ та $\overline{\tau_{-1}}$ можна орієнтовно визначити наступними співвідношеннями [3]

$$\overline{\sigma_{-1}} = (0,55 - 0,0001\sigma_s)\sigma_s, \text{ та } \overline{\tau_{-1}} = \frac{5}{6}\overline{\sigma_{-1}}, \quad (4)$$

Характеристики опору втомі для найбільш відповідальних валів і осей, пошкодження яких пов'язані із загрозою безпеці людей або серйозними економічними втратами, рекомендується визначати випробуваннями на втому натурних деталей при діаметрах $d \leq 300$ мм або досить великих моделей $d = 100 \dots 200$ мм, із здійсненням екстраполяції на натурні розміри на основі теорії подібності втомного руйнування.

Визначення розрахункових характеристик навантаженості виконано через визначення амплітуд нормальних і дотичних напружень за епюрами згинальних та крутних моментів в небезпечних перерізах. Формування блоку навантажень здійснюється за результатами тензометрування за [2]1.

Коефіцієнт варіації рівня навантаженості для електромобіля визначається на основі результатів ряду повторних вимірів експлуатаційної навантаженості з варіюванням таких факторів як стан дороги в межах певної групи доріг, кваліфікація водія, модель, стан погоди і под.

Розрахунок коефіцієнтів запасу міцності по нормальним і дотичним напруженням

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1Д}}{\sigma_{екв}}, \text{ та } n_{\tau} = \frac{\tau_{-1Д}}{\tau_{екв}}, \quad (5)$$

де $\sigma_{екв}$ та $\tau_{екв}$ – еквівалентні напруження циклу навантаження. Таким чином визначається умова забезпечення міцності.

Наведений аналіз опору втомі на прикладі напівосі електромобіля, надає змогу отримати інструмент для дослідження надійності та ресурсу складових частин механізмів та машин.

Список літератури

1. S. W. Stafford та L. T. Jr., «Fatigue Cracking of a 3-MW Electric Motor Shaft,» *Journal Fail Analysis and Prevention*, т. 15, pp. 211-218, 2015.
2. Н. Дмитро, Конструкторсько-технологічне забезпечення виготовлення шасі для перегонових болідів класу «Formula Student», Київ: Кафедра інтегрованих технологій машинобудування, ММІ, 2019.
3. Писаренко, Квітка та Уманський, Опір матеріалів, Київ: Вища школа, 2004.

ПАРМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ОПОРУ ВТОМІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Кузьменко А. Я.

Доводиться параметричний аналіз опору втомі напів осі електромобілю для дослідження її надійності та ресурсу.

Ключові слова: напів ось, електромобіль, витривалість, еквівалентне напруження.

THE PARAMETERICAL ANALYZE OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS FATIGUE RESISTANCE

Ph.D., docent Hladchuk Y., Kuzmenko A.

It is proved that the parametrical analyze of the electric car semi-axis fatigue resistance or reliability and service research.

Key words: semi-axis, electric car, endurance, equivalent stress.

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

к.т.н., доцент Славич В.П.

Херсонський національний технічний університет
м. Херсон, Україна

Оптимізація пасажирських перевезень автомобільним транспортом є важливим аспектом сучасної транспортної логістики. У контексті зростання урбанізації, інтенсивного руху та обмежених ресурсів питання ефективного планування транспортних маршрутів, графіків руху та використання автотранспорту набуває особливої актуальності. Транспортна задача – один із класичних методів математичного моделювання, що дозволяє мінімізувати витрати або час перевезення при заданих обмеженнях. Розглянемо особливості транспортної задачі у випадку перевезення пасажирів та модифіковану модель, що враховує специфіку автомобільного пасажирського транспорту. Класична транспортна задача належить до задач лінійного програмування і має на меті знаходження оптимального плану перевезень, що мінімізує загальні витрати [1-6].

У загальному вигляді транспортна задача формулюється наступним чином:

Задано:

a_i – кількість пасажирів, яких необхідно перевезти з пункту відправлення i ;

b_j – попит на перевезення у пункті призначення j ;

c_{ij} – вартість або час перевезення одного пасажирів з пункту i до пункту j ;

x_{ij} – кількість пасажирів, які перевозяться з i до j .

Необхідно знайти план перевезень, що мінімізує сумарні витрати:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = \overline{1, n} \\ x_{ij} \geq 0 \end{cases} \quad (2)$$

У випадку пасажирських перевезень автомобільним транспортом необхідно враховувати додаткові фактори, зокрема місткість транспортних засобів, графік руху, час у дорозі, інтервали між рейсами, потребу в забезпеченні зручних пересадок тощо.

Розглянемо розширену модель для пасажирських перевезень.

Для подальшого моделювання задачі перевезення пасажирів введемо додаткові параметри:

v_k – кількість місць у транспортному засобі типу k ;

t_{ij} – час поїздки між пунктами i та j ;

s_{ij} – кількість рейсів, які можуть бути здійснені між пунктами i та j ;

обмеження за часом прибуття пасажирів, наприклад, до певної години.

Оптимізаційна задача тепер полягає у мінімізації часу в дорозі при обмеженнях на кількість рейсів, пасажиромісткість та час очікування:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (3)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, j = \overline{1, n} \\ x_{ij} \leq v_k \cdot s_{ij} \\ x_{ij} \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

Дана модель дозволяє врахувати реальні обмеження, з якими стикається організатор пасажирських перевезень. Наприклад, якщо рейси виконуються автобусами з 50 місцями, і на маршруті можливо зробити лише 3 рейси на день, то загальна кількість пасажирів, яку можна перевезти цим маршрутом, не перевищить 150 осіб.

Модель може бути застосована для планування маршрутів міського транспорту, міжміських рейсів, евакуаційних перевезень у надзвичайних ситуаціях або оптимізації шкільного транспорту. У практиці планування автобусних маршрутів часто використовують методи апроксимації, евристичні алгоритми та симуляційне моделювання для врахування змінного пасажиропотоку, заторів, погодних умов та інших непередбачуваних факторів.

Висновки. Застосування транспортної задачі для моделювання пасажирських перевезень автомобільним транспортом дозволяє досягти значного підвищення ефективності перевезень. Розширення класичної моделі з урахуванням специфіки пасажирських потреб і обмежень автотранспортної інфраструктури забезпечує реалістичність рішень.

Список літератури

1. Filippi C., Guastaroba G, Peirano L., Grazia Speranza M. Trends in passenger transport optimisation. International Transactions in Operational Research. 2023. Vol. 30, No. 6. P. 3057–3086.
2. Manasra H., Toledo T. Optimization-based operations control for public transportation service with transfers. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2019. Vol. 105, P. 456-467.
3. Доля К., Доля О. Моделювання технології пасажирських маршрутних перевезень. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2023. Т. 40, № 3. С. 92–101.
4. Кристопчук М. Є., Лобашов О. О. Приміські пасажирські перевезення : навч. посіб. Харків : НТМТ, 2012. 224 с.
5. Славич В. П., Добрава К.Д. Модель та метод знаходження опорного та оптимальних планів модифікованої транспортної задачі у випадку групування постачальників вантажу. Прикладні питання математичного моделювання. 2020. Т. 3, № 1. С. 187 – 193.

6. Чернецька-Білецька Н. Б., Баранов І. О., Мірошникова М. В., Бережна С. В. Оптимізація пасажирських перевезень на основі організації однорідного приміського пасажиропотоку. Вісник машинобудування та транспорту. 2023. № 2. С. 183-189.

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

к.т.н., доцент Славич В.П.

Запропоновано модель транспортної задачі при перевезення пасажирів автомобільним транспортом із цільовою функцією мінімізації часу в дорозі при обмеженнях на кількість рейсів, пасажиромісткість та час очікування.

Ключові слова: транспортна задача, перевезення автомобільним транспортом.

MODEL OF THE TRANSPORT PROBLEM FOR PASSENGER TRANSPORT BY ROAD TRANSPORT

candidate of technical sciences, associate professor Slavych V.P.

A model of the transport problem for passenger transportation by road with the objective function of minimizing travel time under restrictions on the number of flights, passenger capacity and waiting time is proposed.

Key words: transport task, road transport.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЯ ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

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

На сьогодні електрифікація транспорту у світі є однією з ключових умов декарбонізації для реалізації Паризької угоди та виконання національно визначених внесків, як в країнах світу, Європи, так зокрема і в Україні. Як зростання автопарку електромобілів, так і збільшення виробництва ВДЕ можуть значно сприяти пом'якшенню наслідків зміни клімату, але їх інтелектуальна інтеграція має високий пріоритет. Спостерігається загальна тенденція надавати перевагу електромобілям за допомогою стимулів на місцевому, регіональному та національному рівнях. Але для того, щоб стимулювати розвиток електромобільності та супутніх технологій, потрібна системна, чітка, інноваційна та стабільна політика. Звісно, широке впровадження, розвиток та масове використання електротранспорту та його зарядної інфраструктури має відбуватись синхронно та узгоджено з відповідною трансформацією енергетичної системи.

В Україні транспортна галузь на рівні з енергетичною продукує до 28% викидів CO₂. Обсяги парникових викидів від використання двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), а з ними — ризики глобальної зміни клімату і забруднення повітря роблять доцільним широке впровадження електричного транспорту на всіх рівнях організації перевезень, і в першу чергу це стосується приватного користування електромобілями та міського пасажирського транспорту (муніципального парку електробусів, службової дорожньої техніки, таксі, служб доставки, тощо). Цього вимагають і прийняті Україною міжнародні екологічні зобов'язання. Згідно планів Єврокомісії, до 2030 року електромобілі повинні скласти половину всього міського автотранспорту. Передбачається, що такий перехід на електропривід дозволить значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу і знизить рівень акустичного забруднення навколишнього середовища. Згідно Національної транспортної стратегії в Україні розраховують до 2030 року повністю перейти на муніципальний транспорт з електродвигунами, повністю замінивши автобуси та маршрутні таксі. За даними Міністерства Інфраструктури України на 01.01.2024 р. в країні налічується близько 18,6 млн. автомобілів. При заміні української автотранспортної системи на електричну можна досягти значних природоохоронних результатів. Перші електромобілі в Україні були офіційно зареєстровані ще у 2012 році. У 2021 році в Україні було зареєстровано 8 500

електромобілів. Це приблизно на 20% більше, ніж у 2020 році. Створення національної інфраструктури зарядних станцій стане поштовхом не лише для поширення приватного електротранспорту, а й для муніципального, та для розвитку нових сервісів з використанням електромобілів, наприклад, у сфері логістики.

Оскільки з кожним місяцем електромобілів в Україні дедалі більше, це виводить на перший план розвиток зарядної інфраструктури. Відзначимо, що для збільшення кількості електротранспорту критично важливим є розвиток щільної мережі зарядок біля місця проживання та роботи. Маючи можливість зарядитися біля місця проживання, споживач з більшою вірогідністю обере електромобіль, купуючи автомобіль. У той самий час, бізнесу економічно не вигідно розбудовувати мережі зарядних станцій без достатньо розвинутого ринку електромобілів у короткостроковій перспективі [1].

Варто зазначити, що інфраструктура зарядних станцій зосереджена в основному в великих містах, а на міжміських маршрутах кількість зарядних пунктів вкрай обмежена. Тому вважається, що електромобілі найбільш зручні для пересування саме в межах міста. Звичайні розетки розташовані і на бензинових АЗС, і в придорожних закладах, однак слід враховувати, що час підзарядки автомобіля в даній ситуації складатиме близько 8-10 годин. В разі, коли виникає нагальна потреба терміново підзарядитися вдень, необхідно шукати саме швидкісну зарядку, що доволі складно.

Незважаючи на вищу вартість електричного транспорту, їх експлуатаційні витрати можуть виявитись суттєво нижчими, а за умови прогнозованого у майбутньому зниження вартості акумулятора, початкова вартість електромобілів фактично зрівняється з вартістю транспорту з ДВЗ, що прискорить стійке зростання частки електротранспорту в загальному автопарку країни.

Список літератури

1. Електромобілі чи інфраструктура: що первинне? <https://ua-energy.org/uk/posts/elektromobili-chy-zariadnainfrastruktura-shcho-pervynne> (дата звернення: 15.10.2022).
2. Костенко Г. П. Ситуаційний аналіз перспектив розвитку електротранспорту та його інтеграції до енергосистеми України, Енергетика: економіка, технології, екологія. 2023. № 1
3. Маємо стимулювати використання електромобілів в Україні та створити належну інфраструктуру <https://www.kmu.gov.ua/news/mayemo-stimulyuvati-vikoristannya-elektromobiliv-v-ukrayini-ta-stvoriti-nalezhuinfrastrukturu-vladislav-kriklij> (дата звернення: 15.10.2022)

ПЕРСПЕКТИВИ ТА РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЯ ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

У роботі розглянуто ключову роль електрифікації транспорту в контексті глобальної декарбонізації та виконання міжнародних екологічних зобов'язань, зокрема Паризької угоди. Наголошено на важливості інтелектуальної інтеграції електромобілів та відновлюваних джерел енергії, а також необхідності формування стабільної політики для розвитку електромобільності. Окрема увага приділяється ситуації в Україні, де транспортна галузь є одним з основних джерел викидів CO₂. Визначено, що масове впровадження електротранспорту та розвиток відповідної зарядної інфраструктури можуть значно знизити рівень шкідливих викидів та шумового забруднення. Описано динаміку росту кількості електромобілів, проблематику інфраструктури зарядних станцій та перспективи економічної ефективності електротранспорту у найближчому майбутньому.

Ключові слова: електромобілі, електротранспорт, декарбонізація, зміна клімату, зарядна інфраструктура, викиди CO₂, Паризька угода, транспортна стратегія, сталі розвиток, відновлювана енергетика.

PROSPECTS AND DEVELOPMENT OF ELECTRICAL TRANSPORT AND ITS INTEGRATION INTO THE UKRAINIAN POWER SYSTEM

Master of Industrial Training Slipukha T.I.

The paper examines the key role of transport electrification in the context of global decarbonization and the implementation of international environmental commitments, in particular the Paris Agreement. It emphasizes the importance of intelligent integration of electric vehicles and renewable energy sources, as well as the need to form a stable policy for the development of electromobility. Special attention is paid to the situation in Ukraine, where the transport industry is one of the main sources of CO₂ emissions. It is determined that the mass introduction of electric transport and the development of the corresponding charging infrastructure can significantly reduce the level of harmful emissions and noise pollution. The dynamics of the growth of the number of electric vehicles, the issues of charging station infrastructure, and the prospects for the economic efficiency of electric transport in the near future are described.

Key words: electric vehicles, electric transport, decarbonization, climate change, charging infrastructure, CO₂ emissions, Paris Agreement, transport strategy, sustainable development, renewable energy.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ПРИ РУСІ В КОЛОНІ

аспірант 1 року навчання Курілко Д.В.

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

Автоматизація та використання допоміжних систем в автомобілях привертає значну увагу громадськості, бізнесу та виробників автомобілів в останні роки. Не дивно що автоматизація вантажівок, як окремого напрямку є важливою темою для досліджень у всьому світі. Одним з перспективних напрямків покращення продуктивності вантажних перевезень є рух вантажних автомобілів у колоніях.

Впровадження та використання допоміжних систем можуть значно підвищити ефективність експлуатації вантажного автомобіля при русі в колоніях...

Основні переваги руху вантажних автомобілів у колоніях (platooning) включають:

- Зниження витрат палива: Це найважливіша перевага. Рух у колоні зменшує аеродинамічний опір, що призводить до значної економії палива. Економія може досягати від 7% до 25% залежно від факторів, таких як відстань між автомобілями, довжина колонії, швидкість та тип вантажівки.
- Підвищення ефективності перевезень: Більш ефективний використання дорожньої інфраструктури завдяки зменшенню відстані між транспортними засобами. Це може призвести до збільшення пропускної здатності доріг та зменшення заторів.
- Покращення безпеки: Хоча це може здатися парадоксальним, оскільки автомобілі знаходяться близько один до одного, системи автоматичного керування в колоніях можуть покращити безпеку, реагуючи на небезпечні ситуації швидше та точніше, ніж людські водії.
- Зменшення шкідливих викидів: Зниження витрат палива автоматично призводить до зменшення кількості шкідливих викидів в атмосферу.
- Поліпшення умов праці водіїв: Хоча водії все ще потрібні, їхня робота може стати менш стомлюючою завдяки меншій кількості операцій, необхідних для керування вантажівкою в колоніях.

Завдяки стрімкому розвитку технологій за останні 20 років прогрес просунувся значно вперед, і тепер ми маємо змогу вивчати численні дослідження які стосуються застосування допоміжних систем автоматизації руху вантажних автомобілів, використання цих систем в багатьох сценаріях, маємо можливість ознайомитись з усіма перевагами які нам надають сучасні технології та побачити перешкоди з якими ми можемо зустрітись.

Поняття автоколонії не нове. Наукові статті про автоколонії публікуються з 1970-х років, а перше масштабне випробування автоколонії було проведено в середині 1990-х

років у Каліфорнії. До 1992 року були проведені перші експерименти з використання автоколон були успішно завершені, а можливості автоколони з чотирьох машин було продемонстровано для відвідувачів у Сандієго в 1994 році. Основною метою цих ранніх досліджень було покращення ефективності руху та зменшення споживання транспортних засобів, а також розвиток існуючої технології, яка на той час мала серйозні обмеження.

Розвиток нових технологій і комунікацій в останнє десятиліття дав новий поштовх дослідженням транспортним автоколонам на автострадах, як одній з найперспективніших форм взаємодії поєднаних автоматизованих транспортних засобів. У зв'язку з цим сьогодні існує багато наукових публікацій, присвячених управлінню автоколонами з різними цілями, масштабами, сценаріями, які ґрунтуються на широкому розмаїтті транспортних засобів і технологій (тобто звичайні або окремі смуги, автомобілі або вантажівки, транспортні засоби з різними рівнямиSAE тощо).

У нинішньому столітті досягнення в автоматизації транспортних засобів, моніторингу та зв'язку дозволили розробку різних стратегій співпраці між пересувними засобами, спрямованими на покращення транспортного потоку, підвищення безпеки та зменшення впливу на навколишнє середовище (Maiti та ін., 2017; Martínez-Díaz та ін, 2018; Razmi та ін., 2020)

Типології та характеристика автоколон.

Автоколону можна класифікувати за п'ятьма основними критеріями: I) типом транспортних засобів в автоколоні, II) довжиною автоколони, III) топологією інформаційного потоку IV) політикою формування та V) Політикою слідування за автомобілем.

Щодо залучених транспортних засобів, дослідження автоколон зазвичай мають справу з подібними розмірами, тобто легкими (наприклад, Gouy та інші, 2014 рік; Ye and Yamamoto, 2018) або окремо важкими транспортними засобами (наприклад, McAuliffe et al., 2018, Calvert et al., 2019). Динамічне поєднання розмірів техніки всередині автоколони зустрічається нечасто, оскільки це створює додаткові труднощі в управлінні автоколоною (Feng et al., 2019). Наприклад, різноманітність механічних характеристик транспортних засобів передбачає проблеми через різні швидкості прискорення або гальмування. Це також може означати відсутність комфорту для деяких водіїв (напр.автомобіль, затиснутий між двома великими вантажівками). Крім того, машини в автоколоні зазвичай мають однаковий рівень автоматизації, який, як не дивно, рідко вказується відповідно до стандартів SAE (SAE, 2016). Рівні з обмеженим втручанням людини є кращими з міркувань безпеки, хоча поточні містять транспортні засоби рівнів 1 і 2, які оснащені спеціальним обладнанням, але все ще з активним залученням водія (Kockelman та ін., 2016; Калверт та ін., 2019).

Що стосується довжини автоколони (тобто кількості машин в одній автоколоні), то в дослідницьких роботах зазвичай її вважають нескінченною. Це дозволяє спростити та узагальнити аналіз дуже довгих автоколон. Загалом, чим довша автоколони, тим більші

вигоди (Feng et al., 2019), хоча реалістичність/ймовірність/доцільність дуже довгих автоколон незрозуміла. Зауважте, що для довгих автоколон, виклики, пов'язані з потоком інформації, управлінням і комунікаціями, будуть зростати.

Той факт, що більше транспортних засобів обмінюються інформацією, не означає більшої стабільності чи переваг. Дійсно, чим більше інформації передається, тим більша ймовірність затримок зв'язку, втрат пакетів тощо через перевантаження каналів зв'язку (Ху та ін., 2013; Zheng та ін., 2018; Li та ін., 2020).

Обмін інформацією є ключовим оперативним фактором. Інформація про швидкість, положення, прискорення, уповільнення тощо інших транспортних засобів має вчасно надходити до транспортних засобів, що перебувають у автоколоні, щоб вони могли реагувати ефективно та безпечно. Кілька топологій потоку інформації (IFT) традиційно використовуються в літературі, такі як слідування за попередником (PF), слідування з двома попередниками (TPF) і двонаправлене (BDL). Останнім часом, розвиток потужних систем зв'язку призвів до використання більш загальних схем, таких як g -потік попередників g -predecessor follow (rPLF). У деяких роботах стверджується, що конкретна інформація про лідера автоколон повинна додатково доходити до всієї автоколон. У цьому контексті все частіше використовуються топології потоку інформації IFT: слідування за попереднім лідером (PLF), двома попередниками за лідером (TPLF), g -попередником за лідером (rPLF), а також двонаправленим лідером (BDL) (Zheng et al., 2016; Feng et al., 2019). Динамічний характер автоколон, коли транспортні засоби змінюють своє взаємне розташування з часом, також ускладнює топологію зв'язку (Feng et al., 2019).

Перебуваючи у автоколоні транспортні засоби дотримуються заздалегідь встановлених правил руху за автомобілями. З постійним просторовим розривом (наприклад, Jia et al., 2019; Li et al., 2020) або політики постійного розриву в часі (наприклад, Bian et al., 2019; Wang et al., 2020), послідовники їздять відповідно, дотримуючись фіксованої дистанції або часу. Значення цих прогалин відрізняються в різних дослідженнях, залежно, зокрема, від розміру транспортних засобів і рівня автоматизації. Просування за постійним часом - просування автомобіля визначається як проміжок часу плюс час, необхідний для того, щоб транспортний засіб подолав свою довжину зі швидкістю руху - між 0,6 і 1 с загальноприйнятий у літературі, тоді як визначення розриву/простору між автомобілями, який визначається як простір плюс довжина автомобіля, різниться в літературі більше. Наприклад, Zhou et al. (2017) розглядали відстань у 7 м для розведення вантажівок.

Стратегія нелінійної відстані (наприклад, Orosz, 2016) спрямована на покращення стабільності ряду і загальні переваги автоколон, зокрема врахування впливу характеристик доріг (наприклад, схилів) на механічні властивості транспортних засобів, особливо вантажівок.

Для того, щоб систематизувати та закріпити наявні знання з даної галузі, повинна бути виконана комплексна та систематична перевірка. Поняття автоколон буде

концептуалізовано, щоб полегшити його аналіз і порівняння між дослідженнями. По-друге, ключові публікації на тему автоколони буде проаналізовано для визначення найбільш суттєвих впливів, які можна очікувати від її впровадження.

Сучасний рівень розвитку технологій дозволяє створювати та використовувати ефективні та надійні системи підвищення ефективності експлуатації вантажного автомобіля. Доступність сенсорів, процесорів та програмного забезпечення робить це дослідження технічно здійсненним.

Список літератури

1. Th. Benz, A. Braun, R. Krause, W. Pöhmiller, W. H. Schulz, M. Schulze, J. Sonntag, U. Ulken, Th. Vogel, and D. Vollmer, Telematics Application Programme Sector Transport: PROMOTE-CHAUFFEUR: User, Safety, and Operational Requirements (Technical Report Deliverable D03.1.1 Version 2.0), CORDIS (Community Research and Development Information Service), European Commission, 1996.

2. H. Fritz, C. Bonnet, H. Schiemenz, and D. Seeberger, Electronic Tow-Bar based Platoon Control of Heavy Duty Trucks using Vehicle-Vehicle Communication: Practical Results of the CHAUFFEUR2 Project, Proceedings of the 11th World Congress for Intelligent Transport Systems and Services, Nagoya, Japan, October 17-22, 2004.

3. S. Tsugawa, S. Kato, and K. Aoki, An Automated Truck Platoon for Energy Savings, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), San Francisco, CA, Sept. 25-30, 2011, pp.4109-4114.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ПРИ РУСІ В КОЛОНІ

аспірант 1 року навчання Курілко Д.В.

В роботі виконане теоретичне дослідження, що дозволяє визначити економічну, екологічну та логістичну важливість впровадження засобів підвищення ефективності експлуатації вантажного автомобіля при русі в колоні.

Ключові слова: підвищення ефективності експлуатації вантажного автомобіля, рух вантажних автомобілів в колоні.

INCREASING THE EFFICIENCY OF TRUCK OPERATION WHEN DRIVING IN A CONVOY

1st year postgraduate student Kurilko D.V.

The paper presents a theoretical study that allows us to determine the economic, environmental, and logistical importance of implementing means to increase the efficiency of truck operation when driving in a convoy.

Keywords: increasing the efficiency of truck operation, truck movement in a convoy.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКОТОНАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

Колодненко В.М.

Сумський національний аграрний університет

м. Суми, Україна

Вантажні автомобілі – складні мобільні транспортні засоби, що використовуються для перевезення сільськогосподарських вантажів.

Вантажні автомобілі повинні відповідати певним експлуатаційним вимогам, що базуються на науково обґрунтованих властивостях та показниках. До цих вимог відносяться насамперед забезпечення високої продуктивності та економічності, виконання всього комплексу сільськогосподарських робіт якісно, у найкращі агротехнічні терміни. Важливе значення мають вимоги агроекологічного характеру, що пов'язані із засміченням атмосфери шкідливими компонентами, які знаходяться у випускних газах двигунів, і впливом ходової частини цих машин на ґрунт. Ходова частина ущільнює ґрунт, що негативно впливає на його родючість та врожайність культур. Тому зниження негативного впливу вантажних автомобілів на ґрунт – одна з найважливіших експлуатаційних вимог. Продуктивність автомобіля визначається масою вантажу, що перевозиться, чисельністю пасажирів, а також середньою швидкістю руху. У зв'язку з цим вона залежить від потужності двигуна, прохідності, плавності ходу та надійності автомобіля, стану дорожнього покриття, легкості керування та інших факторів, що характеризують умови праці водія. Ефективність народногосподарської діяльності в цілому, окремих галузей, регіонів і підприємств залежить від безперебійної і ритмічної роботи транспорту. Глибока економічна криза, що охопила усі сфери економічного життя й особливо підприємств агропромислового виробництва, призвела до необхідності пошуку нових шляхів організації їх функціонування. Тому питання підвищення ефективності використання автотранспорту в умовах розвитку ринкових відносин є досить актуальними і тісно пов'язані із застосуванням нових форм організації транспортного процесу, удосконаленням прийомів економічного аналізу його роботи, а також розробкою заходів, що забезпечують поліпшення планування і керування виробничою діяльністю автотранспортних підрозділів різного рівня.

Встановлено, що в середній частині причепа овал нормальних напружень має вертикальне положення, а коефіцієнт бічного тиску дорівнює коефіцієнту рухомості

матеріалу. Оскільки дотичні напруження по стінкам причепа сприймають частину ваги сипкого тіла, площа епюри вертикальних тисків буде дещо менше, ніж теоретична, маючи зображення у вигляді кривої. Епюра бічного тиску буде мати вид трикутника, вершина якого матиме заокруглення, оскільки дотичні напруження в площині днища причепа сприймають частину бічного тиску, що діє у днища в центрі причепа.

Зроблено висновок, що виникнення автоколивань причепа автомобіля при навантаженні його сипким середовищем, призводить до формування коливань над колесами транспортного засобу. Причому, найбільші коливання за частотою та амплітудою (середнє значення амплітуди – до 15 кН) спостерігаються при навантаженні причепа як над його мостом, так і над мостом автомобіля. Мінімальні, за значеннями, амплітуди та частоти (середнє значення амплітуди – до 7 кН) коливання спостерігаються при навантаженні причепа між мостами. Таким чином, зменшення даного коливання (до 45%) можна досягти за рахунок вивантаження сипкого матеріалу між мостами причепа та транспортного засобу. Враховуючи режим вивантаження сипкого матеріалу встановлено, що можливі три варіанти імпульсного навантаження: прямокутне (при швидкості вивантаження до 60 л/хв), косинусоїдальне (до 100 л/хв) та експоненціальне (від 100 л/хв). За вдосконаленою динамічної моделлю деформації та руйнування гумового елемента підвіски визначено, що всі параметри суттєво залежать від форми імпульсу тиску. Прямокутний імпульс призводить до появи більших напружень та деформацій, аніж косинусоїдальний, а поява вістря в імпульсі (експонента) викликає сильне зростання усіх параметрів навколо вістря навантаження. За результатами розрахунків та моделювання втомного руйнування зроблено висновок, що формування прямокутного навантаження зменшує втомну витривалість гуми до 108 циклів (у порівнянні з 1010 циклів для косинусоїдального навантаження). Таким чином, ще одним варіантом збільшення втомної міцності гумових елементів підвіски може бути мінімізація інтервалу вивантаження в режимі прямокутного навантаження (зі швидкістю вивантаження до 60 л/хв). Проведені по розроблених методиках експериментальні дослідження в лабораторних та польових умовах підтвердили адекватність математичної моделі формування вагового навантаження та втомного руйнування гумового елемента підвіски. Розбіжність розрахункових і експериментальних результатів, яка оцінена за середнім та максимальним значенням, є задовільною та не перевищує 5%.

Список літератури

1. Mirzaev, N.N., Hamroev, R.K., Yunusxojaev, S.T., & Khudoyberdiev, M.S. (2020). The Study of Technical and Operational Performance of the Transportation of Grain by Trucks of the New Generation. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 29(9s), 5798–5803.

2. Kowalczyk, Z., & Romański, L. (2014). Level and Effectiveness of Use of Delivery Trucks and Trucks in the Selected Horticultural Farms. *Agricultural Engineering*, 3(151), 65–70.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКОТОНАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА

д.т.н., професор Калінін Є.І., Колодненко В.М.

За допомогою вдосконаленої теорії формування силового вагового навантаження на напівпричеп автопоїзда обґрунтовані теореми, що визначають умови рівноваги твердого тіла (напівпричепу) з порожниною, яка заповнена сипким середовищем. Встановлені залежності вагового навантаження на дно напівпричепу в залежності від його завантаження на кутів нахилу. Дані закономірності відрізняються від відомих врахуванням фізико-механічних властивостей сипкого середовища та його перерозподілу по поверхні напівпричепи під час вивантаження з бункера комбайну.

Ключові слова: сільськогосподарське виробництво, великотонажний автомобіль, динаміка, ефективність експлуатації, показники.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAVY-DUTY VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kolodnenko V.M.

Using an improved theory of the formation of force and weight loads on semi-trailers of road trains, theorems have been substantiated that determine the conditions of equilibrium of a solid body (semi-trailer) with a cavity filled with a loose medium. The dependencies of the weight load on the bottom of the semi-trailer depending on its load at angles of inclination have been established. These patterns differ from the known ones in that they take into account the physical and mechanical properties of the loose medium and its redistribution over the surface of the semi-trailer during unloading from the combine harvester hopper.

Keywords: agricultural production, heavy-duty vehicle, dynamics, operational efficiency, indicators.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

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

На сучасному рівні дослідження факторів надійності та ресурсу складових частин механізмів та машин і аналіз поведінки матеріалу з яких вони виготовляються за певних умов експлуатації є неможливим без використання сучасних технічних засобів проектування – систем автоматизованого проектування. Але для коректного функціонування, системи автоматизованого проектування потребують наявності адекватних моделей, що надають у формалізованому вигляді опис процесів та явищ об'єкту дослідження. Саме це положення й стало базовим у процесі створення математичної моделі елементу системи підвіски електромобілю – напів осі.

Математична модель напів осі електромобілю включає у себе наступні складові частини:

- геометричну модель напів осі електромобілю [1], що побудована у САПР Autodesk Inventor 2021 за допомогою САПР Autodesk AutoCAD 2022 з подальшим імпортом креслення з середовища Inventor у середовище AutoCAD у вигляді окремого файлу з розширенням .dwg. При цьому було зроблено акцент на збільшену проточку та буртик напів осі. Шліцьові з'єднання у моделі було побудовано як шліци з евольвентним профілем кількістю 34 з кожної сторони напів осі;

- скінченно-елементну модель напів осі електромобілю [2], що базується на використанні положень методу скінченних елементів та дозволяє повністю автоматизувати розрахунок параметрів механічної системи якою й є напів ось електромобілю. Кожен окремо взятий скінченний елемент повинен бути досить простим, що дозволяє визначати переміщення і напруження в будь-якій його частині по заданим переміщенням вузлів. Зв'язок між переміщеннями вузлів елементу і силами, що діють на них, задано за допомогою матриці жорсткості елемента. Кількість переміщень вузлів елемента, які однозначно визначають положення даного елементу, є числом ступенів свободи елементу. Аналогічно, для всієї скінченно-елементної схеми введена матриця жорсткості системи K (глобальна матриця жорсткості) що встановлює зв'язок між переміщеннями вузлів системи і силами, що діють на них, а також число ступенів свободи системи (глобальну ступінь свободи) – кількість координат вузлів системи, які однозначно визначають стан системи. Усі ступені свободи наведені у вигляді вектору вузлових переміщень.

Матриця жорсткості системи сформована з матриць жорсткості елементів. У програмних комплексах, що реалізують алгоритм методу скінченних елементів, ці матриці для елементів різних типів зберігаються в готовому вигляді [2]. Матриці жорсткості елементів можуть формуватися і зберігатися в пам'яті ЕОМ у своїх локальних системах осей координат. Матриця жорсткості системи формується в єдиній системі координат – глобальній системі осей координат.

Так як матриця жорсткості системи встановлює зв'язок між силами, прикладеними до її вузлів, і переміщеннями її вузлів, то, маючи побудовану матрицю жорсткості системи і знаючи вузлове навантаження, легко визначаються переміщення всіх вузлів скінченно-елементної сітки: вирішується система лінійних алгебраїчних рівнянь виду

$$K \cdot \bar{U} = \bar{F}_M + \bar{F}_0, \quad (1)$$

де F_M – вектор зовнішніх сил, а F_0 – вузловий вектор початкових сил (початкові умови).

Порядок цієї системи дорівнює глобальному числу ступенів свободи системи. За обчисленими із розв'язку цієї системи рівнянь переміщеннями визначаються напруження і деформації.

Наведені положення надали можливість створити математична модель напів осі електромобілю, що у формалізованому вигляді надає опис стану об'єкту моделювання відповідно до формалізованого опису системи автоматизованого проектування. Перевірка моделі на адекватність порівняно з даними, що наведені у відкритому доступі [3] показала задовільний результат: помилка за параметрами надійності складає до 6,2%, а ресурсу 5,8%.

Список літератури

1. T. Biermann, «The Innovative Schaeffler Modular E-Axle,» Schaeffler, [Онлайновий]. Available: <https://schaefflerevents.com/symposium/lecture/h8/index.html>. [Дата звернення: 07 05 2021].
2. D. Knetsch, M. Funk, T. Kennerknecht та C. Eberl, «Load Data Calculation in Electric Axle Drives and Fatigue Assessment for the Electric Motor Subsystem» *Materials Testing, Carl Hanser Verlag*, т. 56, № 7-8, pp. 535-541, 2014.
3. Walmart, «CV Axle Shaft for 13 15 Nissan Leaf,» [Онлайновий]. Available: <https://www.walmart.com/ip/Surtrak-NI-8444-CV-Axle-Shaft-for-13-15-Nissan-Leaf/220532300>. [Дата звернення: 2021 05 13].

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

Наведені особливості математичної моделі напів осі електромобілю з урахуванням аспектів систем автоматизованого проектування.

Ключові слова: напів ось, електромобіль, скінчено – елементарна модель.

FEATURES OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS

Ph.D., docent Hladchuk Y.

The features of the mathematical model of the electric car semi-axis are given, taking into account aspects of computer-aided design systems.

Key words: semi-axis, finite element method, mathematical model.

МАЙБУТНЄ КОМЕРЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ

асистент Костюк С.Ю.

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

У сучасному світі комерційний транспорт є однією з ключових складових глобальної економіки. Зростання обсягів перевезень, необхідність оптимізації витрат і підвищення ефективності логістичних процесів стимулюють впровадження інноваційних технологій. Автоматизація та роботизація стають основними рушійними силами змін у цій сфері, забезпечуючи новий рівень продуктивності, безпеки та екологічної стійкості. Ця теза розглядає основні аспекти майбутнього комерційного транспорту, зокрема автоматизовані системи управління, автономні транспортні засоби, роботизовані склади та інші передові технології. Автоматизація охоплює широкий спектр технологій, які дозволяють мінімізувати участь людини в управлінні транспортними процесами.

Автономні автомобілі та вантажівки вже активно тестуються і впроваджуються у багатьох країнах світу. Завдяки використанню штучного інтелекту (ШІ), сенсорних систем і високоточного GPS-навігації автономний транспорт здатен виконувати завдання без участі водія. Наприклад: Tesla Semi, Nicola One/Two, Daimler E-FUSO Vision One (рис. 1, 2, 3) - це електровантажівки з частковою або повною автономністю.



Рис. 1 - Nicola One/Two



Рис. 2 - Tesla Semi



Рис. 3 - E-FUSO Vision One

Використання таких транспортних засобів може скоротити витрати на логістику до 47%, оскільки відсутність водія знижує витрати на оплату праці.

Технології Інтернету речей (ІоТ) дозволяють відстежувати місцезнаходження вантажів, стан транспорту й обладнання в режимі реального часу. Це забезпечує:

- прозорість ланцюгів постачання.
- оптимізацію маршрутів доставки.
- підвищення ефективності використання ресурсів.

Безпілотні літальні апарати (дрони) використовуються для швидкої доставки малих вантажів у важкодоступні райони або міські центри з високим рівнем трафіку. Компанії, такі як Amazon і Walmart, вже активно розробляють дрон-системи для доставки товарів.

Роботизація складів є наступним кроком у розвитку логістики й транспортування товарів. Вона дозволяє значно скоротити витрати на людську працю та підвищити швидкість обробки замовлень.

Роботи можуть виконувати такі завдання:

- сортування товарів.
- переміщення вантажів між зонами складу.
- завантаження та розвантаження транспорту.

Наприклад, компанія Amazon активно використовує роботизовані системи Kiva для оптимізації роботи своїх складів.

Завдяки інтеграції роботизованих складів із автономними транспортними засобами створюється єдина система управління логістикою.

Хоча автоматизація й роботизація мають значний потенціал, існують певні виклики:

- висока початкова вартість впровадження нових технологій.
- необхідність навчання персоналу для роботи з новими системами.
- законодавчі бар'єри щодо використання автономних транспортних засобів у деяких країнах.
- ризики кібербезпеки через інтеграцію IoT-технологій.

Майбутнє комерційного транспорту нерозривно пов'язане з автоматизацією та роботизацією процесів. Ці технології не лише підвищують ефективність і скорочують витрати, але й сприяють екологічній стійкості галузі шляхом переходу на альтернативну енергію та оптимізацію ресурсів. У найближчому майбутньому можна очікувати подальшого розвитку автономних транспортних засобів, дрон-доставок і інтегрованих логістичних систем із використанням ШІ та IoT-технологій.

Водночас успішне впровадження цих інновацій залежить від вирішення низки викликів: адаптації законодавства до нових умов ринку, забезпечення кібербезпеки й доступності технологій для малого бізнесу.

Список літератури

1. Огляд електромобілів для бізнесу: від фургонів до електротягачів.
<https://hevcars.com.ua/reviews/top-elektricheskikh-furgonov-mikroavtobusov-i-elektrogruzovikov/>
2. The small thing that can keep drivers attentive while using partial automation.
https://www.theverge.com/2024/11/26/24306519/adas-partial-automation-driver-attention-steering-iihs?utm_source=chatgpt.com

МАЙБУТНЄ КОМЕРЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ

асистент Костюк С.Ю.

Автоматизація дозволяє мінімізувати участь людини в управлінні транспортними процесами.

Ключові слова: транспорт, роботизація, інновації.

THE FUTURE OF COMMERCIAL TRANSPORTATION: AUTOMATION AND ROBOTICS

Assistant Kostiuk S.Y.

Automation minimizes human involvement in the management of transportation processes.

Keywords: transport, robotization, innovations.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАПІВ ОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Коректне функціонування системи автоматизованого проектування частин механізмів та машин потребує чіткого визначення особливостей використання системних інструментів [1, 2]. Метод кінцевих елементів являє собою оптимальний системний інструмент для визначення параметрів ресурсу та надійності напів осі у системі підвіски електромобіля.

Основні етапи використання методу кінцевих елементів формуються як:

- геометричне моделювання, що включає створення геометрії моделі конструкції, придатної для реалізації методу кінцевих елементів, з урахуванням всіх параметрів, які можуть зробити істотний вплив на результати розрахунків. На цій стадії також задаються фізичні властивості матеріалів, з яких вона виготовлена;
- створення сітки скінченних елементів коли з'ясовується доцільність використання різних видів скінченних елементів як то оболонкових, балкових, пластин або об'ємних. Тут також виконують заходи щодо створення максимально можливої кількості областей з регулярним розташуванням елементної сітки. У місцях, де передбачаються великі градієнти напружень, сітка подрібнена. В існуючих програмних комплексах вже передбачено два основні методи: побудова довільної сітки (тетрагональної) і побудова впорядкованої (гексагональної) сітки. Для скінченних елементів, що використовуються в механічних розрахунках, дані співвідношення задають поведінку матеріалу, з якого виготовлена конструкція. Зокрема, при розгляді задач пружного деформування використовується узагальнений закон Гука, який зв'язує тензори деформацій і напружень в точці. Для лінійного пружного стрижневого елемента досить задати модуль Юнга E та коефіцієнт температурного розширення

$$\begin{aligned}\varepsilon_x &= \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)], \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G}, \\ \varepsilon_y &= \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)], \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G}, \\ \varepsilon_z &= \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)], \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G};\end{aligned}\quad (1)$$

моделювання граничних умов. Враховують дію активних сил і накладених на систему зв'язків. Додаткові силові фактори враховують особливості реальної роботи конструкції за певного режиму експлуатації. Кількість зв'язків повинна бути достатньою, щоб забезпечити побудову кінематично-незмінної моделі. Для розв'язання системи

диференційних рівнянь (1) методом кінцевих елементів крайові умови SU і SP в загальному випадку для переміщень та сил можна визначити як

$$\begin{aligned} U_i|_{S_U} &= U_i, \\ \sigma_{mn} v_n|_{S_P} &= P_m; \end{aligned} \quad (2)$$

де U_i – вектор переміщень, а P_m – вектор зовнішніх сил.

У нашому випадку напів осі електромобілю, як і в цілому при випробуваннях на кручення, один кінець є жорстко закріпленим, а до іншого прикладений крутний момент $M_{кр}$. Тоді дані краєві умови, вважаючи що координата у закріпленні дорівнює 0, а на повній довжині валу l

$$\begin{aligned} U(0) &= 0, \\ P(l) &= M_{кр}; \end{aligned} \quad (3)$$

Для оцінювання ступеня концентрації напружень доцільним є вводити теоретичного коефіцієнту концентрації напружень α , який характеризує місцеве підвищення напружень в порівнянні з номінальними в зонах різкої зміни розмірів чи форми об'єкта в умовах пружного деформування [3]. Теоретичний коефіцієнт α можна обчислити як

$$\alpha_\sigma = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\text{ном}}}, \quad \text{або} \quad \alpha_\tau = \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\text{ном}}}, \quad (4)$$

де $\sigma_{\max}$ та $\tau_{\max}$ – максимальне напруження у зразку з концентратором,
 $\sigma_{\text{ном}}$ та $\tau_{\text{ном}}$ – напруження отримане у зразку без концентратора.

Теоретичний коефіцієнт концентрації напружень α має суттєвий вплив та може дорівнювати залежно від діаметра отвору $1,0 < \alpha < 3,0$ (чим менший діаметр отвору, тим більшою є пконцентрація напружень), а поблизу вершини тріщини коефіцієнт α може сягати значення $\alpha \approx 200$.

чисельне рішення системи рівнянь рівноваги. Виконується автоматично з використанням формалізованих процедур ЕОМ;

аналіз отриманих результатів. Отримання полів законів розподілу напружень і деформацій, а також виведення результатів.

Список літератури

1. Sunder, Seetharam та Bhaskaran, «Cycle counting for fatigue crack growth analysis,» *International Journal of Fatigue*, т. 6, № 3, pp. 147-156, 1984.
2. М. Ivaniuk та D.-I. M. Schünemann, *Modellbasierte Bewertung verschiedener Konzepte zur Regelung der Fahrzeuglängsdynamik von Elektrofahrzeugen*, Magdeburg, 2021.
3. ДСТУ 2444-94 Розрахунки та випробування на міцність. Опір втомі. Терміни та визначення, ДСТУ.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАПІВ ОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

Доводиться особливості використання методу кінцевих елементів для моделювання стану напів осі електромобілю при дослідженні її надійності та ресурсу.

Ключові слова: кар'єрний екскаватор, час відновлення, закон гамма-розподілу.

FEATURES OF USING THE FINITE ELEMENT METHOD FOR THE MODELING OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS

Ph.D., docent Hladchuk Y.

It is proved the features of using the finite element method for the state modeling of the electric car semi-axis when studying its reliability and resource.

Key words: semi-axis, electric car, finite element method.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКІСНОГО РЕЖИМУ

асистент Лемішко Д.С.

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

Економія палива автомобільним транспортом є найважливішим чинником збереження енергетичних ресурсів країни. Однак паливна економічність сучасних автомобілів досить висока, тому знаходити нові шляхи економії палива – нелегке завдання. Так звані «економічні» швидкості руху автомобіля невеликі і становлять приблизно 0,4-0,6 максимальної, а для забезпечення високої продуктивності бажані великі швидкості.

При зміні будь-якого конструктивного параметра автомобіля швидкість руху і витрата палива найчастіше змінюються таким чином, що їх оптимальні значення виявляються зрушеними по фазі відносно один одного. Змінюючи, наприклад, передатне число головної передачі, зазвичай одержують мінімальні витрати палива при менших, а максимальні середні швидкості при більших значеннях. Аналогічне явище спостерігається при зміні питомої потужності та інших параметрів автомобіля.

У багатьох випадках зменшення середніх швидкостей руху до економічних величин спричиняє значне падіння продуктивності автомобіля, а підвищення їх – суттєве погіршення паливної економічності. Внаслідок цього необхідний розумний, науково обґрунтований підхід до зменшення витрат палива (енергетичних витрат) з допомогою зниження швидкостей руху. При цьому необхідно дбати не просто про економію палива, а про найефективніше використання його енергії.

При виведенні формули визначення запропонованого показника ефективності енерговитрат прийнято, робота, вироблена над тілом (у разі корисним вантажем) із боку довкілля, дорівнює зміні його енергії. Ефективність використання енергії палива, а точніше ефективність роботи автомобіля, можна оцінити, порівнюючи роботу, зроблену з переміщення вантажу, з еталонною, тобто. найменшою з можливих робіт, що виконуються з однаковою середньою швидкістю руху.

За зразок прийнято роботу в «консервативної» систему, вироблена над тілом, маса якого дорівнює масі корисного навантаження автомобіля. Її можна визначити за формулою

$$A_e = \Delta E_m = \Delta E_k + \Delta E_n, \quad (1)$$

де A_e - еталонна робота;

ΔE_m - зміна механічної енергії;

ΔE_k - зміна кінетичної енергії;

ΔE_n - зміна потенційної енергії.

Зазвичай прийнято оцінювати швидкісні властивості і паливну економічність автомобіля на вимірjuвальній ділянці, початок і кінець якої розташовані на одній висоті над рівнем моря. У цьому разі не відбувається приросту потенційної енергії тіла, а еталонна робота дорівнює тільки приросту його кінетичної енергії. Водночас швидкість переміщення вантажу з одного пункту в інший оцінюється середньою швидкістю руху, тобто умовною швидкістю, яку приймають постійною на всій вимірjuвальній ділянці. Це дає змогу вважати, що над тілом, яке рухається в "консервативній" системі з якоюсь середньою швидкістю, було здійснено роботу, що дорівнює приросту його кінетичної енергії під час розгону від нульової швидкості до середньої.

З урахуванням сказаного еталонну роботу на переміщення вантажу можна визначити за формулою

$$A_e = \frac{mv_{\text{сеп}}^2}{2 \cdot 3,6^2} \text{ Дж} \quad (2)$$

де m - маса корисного навантаження в кг;

$v_{\text{сеп}}$ - середня швидкість руху автомобіля в км/год.

Оскільки автомобіль здійснює роботу з переміщення вантажу в «неконсервативній» системі і ця робота прямо пропорційна пройденому шляху, то для забезпечення умов порівнянності її необхідно визначати на заданій відстані, однакоvій для всіх автомобілів. На підставі дослідних даних нами прийнято шлях 1000 м, зокрема, це продиктовано необхідністю отримання значень показника ефективності роботи автомобіля в прийнятних величинах. Роботу з переміщення вантажу можна визначити через енергію витраченого палива E_m за формулою

$$A_n = E_n = \frac{Q_s \gamma_n H k}{100} \text{ Дж} \quad (3)$$

де Q_s - витрата палива в л/100 км;

γ_n - щільність палива;

H - теплотворна здатність палива в ккал/кг;

k - коефіцієнт приведення одиниць, що дорівнює 4186,8 Дж/ккал.

Відношення еталонної роботи до виконаної на прикладі вантажу названо коефіцієнтом роботи автомобіля

$$\eta_{\text{ef}} = \frac{A_e}{A_n} 100\% \quad (4)$$

У розгорнутій формі цей вираз має вигляд

$$\eta_{ef} = \frac{10^4 m v_{cep}^2}{2 \cdot 3,6^2 Q_s \gamma_n H k} \% \quad (5)$$

Якщо відношення постійних величин, що входять у вираз (5), позначити через коефіцієнт C , то отримаємо остаточно

$$\eta_{ef} = \frac{m v_{cep}^2}{Q_s \gamma_n H k} C \% \quad (6)$$

За середніх значень $H=10600$ ккал/кг для бензинів і $H=10460$ ккал/кг для дизельного палива значення постійного коефіцієнта C можна прийняти такими, що дорівнюють:

для автомобілів, що працюють на бензині

$$C = \frac{1}{115000};$$

для автомобілів, що працюють на дизельному паливі

$$C = \frac{1}{113500}.$$

Пропонований показник η_{ef} можна застосовувати для розв'язання низки прикладних технічних задач, зокрема для оптимізації конструктивних та експлуатаційних параметрів автомобіля. Прикладом використання коефіцієнта ефективності роботи автомобіля може слугувати вибір його оптимальних швидкісних режимів руху. Маючи в своєму розпорядженні тільки паливно-швидкісну характеристику, наприклад, вантажного автомобіля, важко сказати, які режими його руху є найбільш бажаними під час перевезення вантажів. Встановити це можна дослідним шляхом, але завдання це складне і дуже трудомістке. Найбільш правильний шлях - підрахувати собівартість перевезень за різних швидкостей руху і побудувати відповідну графічну залежність. Однак при цьому потрібно виконати досить трудомісткий розрахунок, оскільки у формули входить безліч компонентів, які визначаються наближено на підставі статистичних даних. Не завжди є ці дані. Завдання вирішується значно простіше - підрахунком коефіцієнта η_{ef} , причому зона оптимальних швидкісних режимів у цьому разі проявляється навіть із більшою чіткістю, ніж під час розрахунку питомої собівартості.

Аналогічне положення спостерігається і під час розв'язання задач оптимізації конструктивних параметрів. Достовірність розв'язання цих задач за допомогою коефіцієнта η_{ef} перевірена на прикладах.

Таким чином, отриманий коефіцієнт η_{ef} ефективності роботи автомобіля можна використовувати для вирішення різних завдань, як це робилося за допомогою

питомої собівартості використання автомобіля. При цьому пропонований показник вигідно відрізняється від останньої простотою розрахунку, оскільки в його розрахункову формулу входять лише значення технічних величин, які визначаються в процесі експерименту. Крім того, він не залежить від рівня цін на паливо, зміна якого іноді залежить від кон'юнктурних міркувань. Особливо перспективно застосовувати η_{ef} для оцінки нових моделей або для порівняння вітчизняних автомобілів із зарубіжними аналогами через відсутність у цих випадках багатьох даних

Цей показник можна використовувати для оцінки ефективності енерговитрат не тільки автомобіля, а й будь-якого іншого транспортного засобу, що дасть змогу за необхідності порівнювати їх між собою.

Список літератури

1. Ukraine continues to actively integrate digital technologies into logistics processes to enhance efficiency and reduce costs for businesses, even in challenging circumstances. https://navisgroup.com.ua/en/2025/01/06/digitalization-in-ukrainian-logistics-a-step-into-the-future/?utm_source=chatgpt.com

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКІСНОГО РЕЖИМУ

асистент Лемішко Д.С.

Економія палива автомобільним транспортом є найважливішим чинником збереження енергетичних ресурсів країни.

Ключові слова: паливо, екологія, швидкість.

OPTIMIZATION OF FUEL EFFICIENCY OF ROAD TRANSPORT BY REGULATION SPEED MODE

Assistant Lemishko D.S.

Fuel economy in road transport is the most important factor in preserving the country's energy resources.

Keywords: fuel, ecology, speed.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРИВАЛОСТІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Данілова М.С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Технічний ресурс є термін експлуатації механізму або машини при спливанні якого дана машина або механізм мають бути зняті з експлуатації. Він може дорівнювати гарантійному терміну або перевищувати його. Сучасні автовиробники надають від 24 до 36 місяців гарантії на нові електромобілі з обмеженням пробігу у 100тис кілометрів або без його обмеження [1]. Технічного ресурс визначається блоковим навантаженням, в якості якого використовують цикл WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) у 23,25 км.

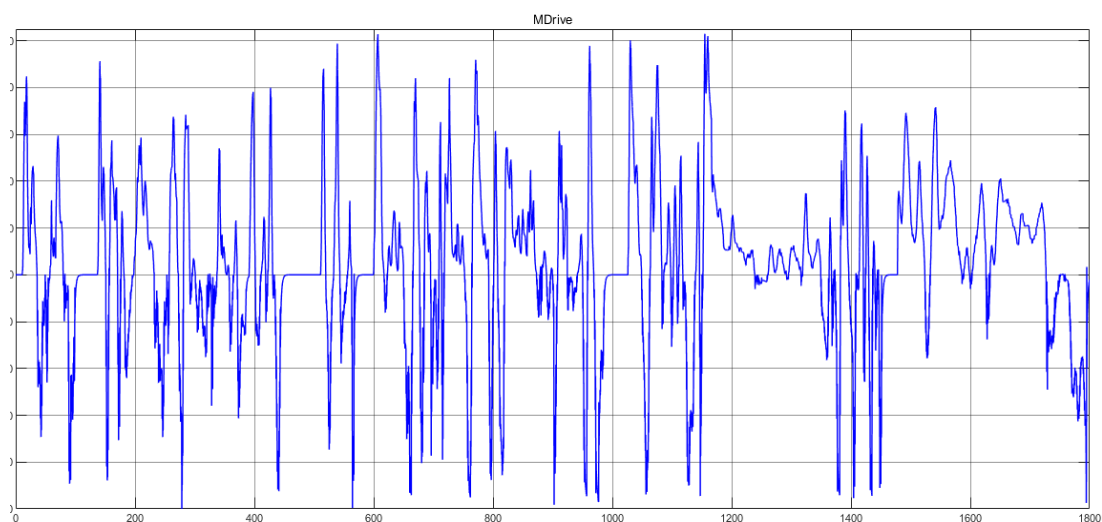


Рисунок 1. Перебіг крутного моменту протягом циклу WLTP

За гарантією електромобіль має витримати $\frac{10^5}{23,25} = 4301$ блоків навантаження

або 2190 блоків навантаження за щоденного використання протягом гарантії (дані були отримані математичним моделюванням у Matlab/Simulink) [2]. Помітна велика нерегулярність даного блоку навантаження. Максимальне значення крутного моменту що виникає під час циклу складає 145,4 Нм. Ця величина й була використана для перевірки проміжного валу напів осі електромобілю на статичну міцність.

Джерелом втоми напівосі є знакозмінні навантаження циклічного характеру під час розгону та гальмування. Згідно з гіпотезою Пальмгрена-Майнера [3], якщо кількість циклів до руйнування за амплітуди σ_{ai} дорівнює N_i то за ції амплітуди напів ось електромобілю відпрацює частку свого ресурсу, що дорівнює $\frac{n_i}{N_i}$, тобто умову

руйнування при блоковому навантаженні яке складається з r ділянок можна визначити як

$$\sum_{i=1}^r \frac{n_i}{N_i} = 1, \quad (1)$$

Схематизація процесу навантаження дозволяє встановити характеристики спектру навантаження деталі у вигляді функції розподілу амплітуд експлуатаційних навантажень. Для здійснення схематизації циклу та побудови функції розподілу амплітуд напружень використано відомий метод Rainflow Diagramm.

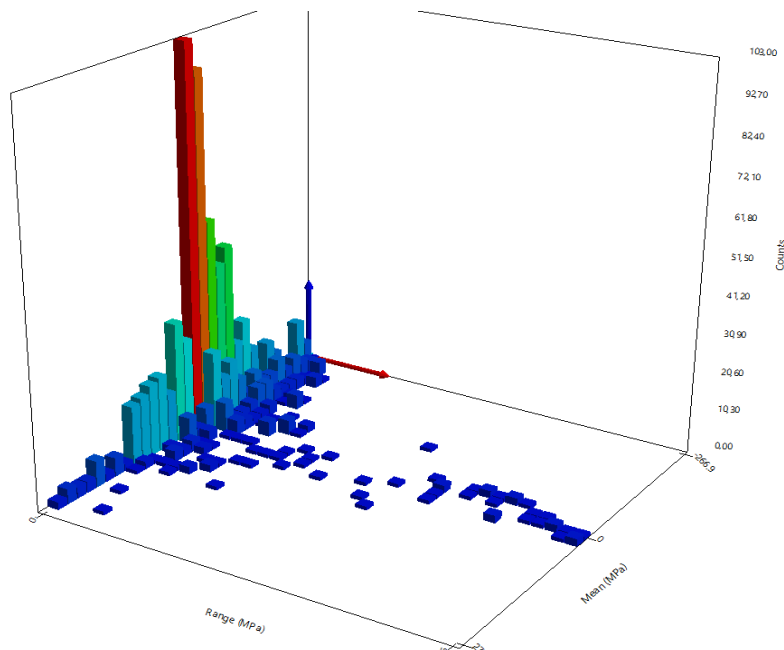


Рисунок 2. Rainflow Diagramm

Це дало змогу зробити аналіз даних втомі для амплітуди зміни напружень до еквівалентного набору простих симетричних циклів навантаження та розвантаження. На виході отримані розподілені на групи цикли навантаження, сумарне пошкодження від яких з'ясовано відповідно до гіпотези Пальмгрена-Майнера.

Список літератури

1. ADAC, «Neuwagen-Garantie: Wer gibt wieviel?», 19 09 2024. [Онлайновий]. Available: <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/auto-kaufen-verkaufen/neuwagen-garantie/>. [Дата звернення: 16 04 2025].
2. М. Ivaniuk та D.-I. M. Schünemann, Modellbasierte Bewertung verschiedener Konzepte zur Regelung der Fahrzeuglängsdynamik von Elektrofahrzeugen, Magdeburg, 2021.
3. Sunder, Seetharam та Bhaskaran, «Cycle counting for fatigue crack growth analysis», *International Journal of Fatigue*, т. 6, № 3, pp. 147-156, 1984.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРИВАЛОСТІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Данілова М.С.

Доводиться дослідження витривалості напів осі електромобілю відповідно до гіпотези Пальмгрена-Майнера математичним моделюванням у Matlab/Simulink.

Ключові слова: піввісь, електромобіль, метод скінченних елементів..

RESEARCH INTO THE DURABILITY OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS

Ph.D., docent Hladchuk Y., Danilova M.

It is proved the research into the endurance of the electric car semi-axis to the hypothesis Pulmgren-Miner by mathematical modeling Matlab/Simulink.

Key words: semi-axis, electric car, finite element method.

Секція 2

«Тракторна енергетика»

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО ПРИСТРОЮ НА ШВИДКІСТЬ РУХУ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

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

Мобільні сільськогосподарські агрегати є частиною матеріально-технічної бази виконання сільськогосподарських механізованих робіт. Визначальним завданням їхнього подальшого розвитку є забезпечення зростання продуктивності за збереження високої якості виконання робіт та високого рівня експлуатаційних показників.

Технологічні процеси виробництва в рослинництві, тваринництві та інших галузях сільського господарства включають безліч механізованих робіт, важливу частину яких становлять транспортні роботи. Їх виконання пов'язане зі значними енергетичними та трудовими витратами. Статистика показує, частка витрат, що з транспортуванням вантажів, становить 25-40% від суми витрат за вироблену продукцію. При виробництві силосу та сінажу ці витрати досягають 60-70% [1]. Зі збільшенням виробництва продукції сільського господарства ці витрати неухильно зростатимуть.

Для цього обсягу робіт на внутрішньогосподарських перевезеннях поруч із автомобілями широко використовується тракторний транспорт, переважно з урахуванням колісних тракторів, як найбільш пристосованих для транспортних робіт. Рациональність застосування колісних тракторів обґрунтовується можливістю їх руху як польовими, так і асфальтованими дорогами. За даними науково-дослідних інститутів питома вага перевезень тракторним транспортом становить 50-60% від загального обсягу внутрішньогосподарських перевезень у сільському господарстві.

Високого рівня також досягло застосування тракторного транспорту у країнах Західної Європи та США. Так було в господарствах провідних країн Західної Європи (Німеччина, Італія, Франція та інших.) близько 70-90%) перевезень сільськогосподарських вантажів здійснюється тракторним транспортом.

В результаті дослідження була отримана залежність швидкості руху тракторно-транспортного поїзда від маси вантажу, що перевозиться, і коефіцієнта демпфування при русі по стерні.

Аналізуючи цю залежність, можна зробити висновок, що оптимальною швидкістю руху є швидкість від 4,6 м/с за мінімального завантаження причепа і до 3,5 м/с за максимального завантаження причепа, що відповідає коефіцієнту демпфування від 4 до 12 кНс/м. Як зазначалося раніше, даному коефіцієнту демпфування відповідає діаметр дроселюючих отворів, що дорівнює 0,008м.

На рис. 1 представлена залежність швидкості руху тракторно-транспортного поїзда від маси перевезеного вантажу, типу тягово-зчіпний пристрій і дорожнього фону при оптимальному коефіцієнті демпфування.

З цього графіка видно, що зі збільшенням маси перевезеного вантажу, швидкість руху тракторно-транспортного поїзда зменшується. Це пояснюється збільшенням тягового навантаження та зростанням за величиною ударних навантажень. Проте за використанні модернізованого тягово-зчіпного пристрою спостерігається зростання швидкості руху тракторно-транспортного поїзда з допомогою зниження максимальних значень ударних навантажень, тобто. за рахунок стабілізації тягового зусилля.

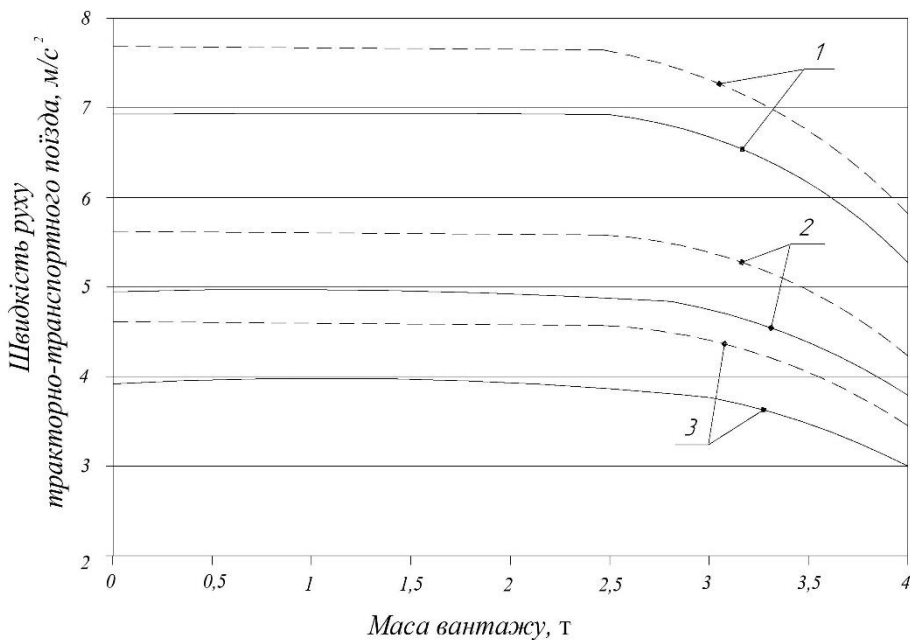


Рисунок 1 – Залежність швидкості руху тракторно-транспортного поїзда від маси вантажу, що перевозиться при русі по різних фонах:

---- – модернізований тягово-зчіпний пристрій; — — — — серійний тягово-зчіпний пристрій;
1- асфальтована дорога; 2 – грунтова дорога; 3 – стерня

Як результат слід зазначити, що при русі тракторно-транспортного поїзда, обладнаного модернізованим тягово-зчіпним пристроєм, асфальтованою дорогою швидкість збільшилася на 15 - 17%, при русі грунтовою дорогою на 16 - 18% і при русі по стерні на 17 - 20%.

Список літератури

1. Koliesnik I., Kalinin, E., Koliesnik, J. (2024). Influence of the type of tractional coupling device on the redistribution of braking torques when the operational and design factors of the trailer change // Науковий журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2024. Issue №:3 (126), P. 65-74. <https://doi.org/10.37128/2520-6168-2024-3-7>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО ПРИСТРОЮ НА ШВИДКІСТЬ РУХУ ТРАКТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

У роботі розглянуто роль мобільних сільськогосподарських агрегатів у забезпеченні ефективності механізованих робіт у сільському господарстві, зокрема транспортних операцій, які становлять значну частку загальних виробничих витрат. Особливу увагу приділено тракторному транспорту, як основному засобу внутрішньогосподарських перевезень. Встановлено залежність швидкості руху тракторно-транспортного поїзда від маси вантажу та коефіцієнта демпфування при русі різними типами дорожнього покриття. Проведено порівняння ефективності серійного і модернізованого тягово-зчіпного пристрою, що дало змогу підвищити швидкість руху на 15–20% за рахунок зменшення ударних навантажень та стабілізації тягового зусилля. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації транспортних процесів у сільському господарстві.

Ключові слова: тракторно-транспортний поїзд, сільськогосподарські перевезення, мобільні агрегати, тягово-зчіпний пристрій, демпфування, транспортна ефективність, механізація, внутрішньогосподарські роботи.

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF THE TYPE OF TRACTION AND COUPLING DEVICE ON THE SPEED OF A TRACTOR-TRANSPORT TRAIN

Ph.D., associate professor Kolesnik I.

The paper considers the role of mobile agricultural units in ensuring the efficiency of mechanized work in agriculture, in particular transport operations, which constitute a significant share of total production costs. Particular attention is paid to tractor transport as the main means of intra-farm transportation. The dependence of the speed of a tractor-transport train on the mass of the cargo and the damping coefficient when moving on different types of road surfaces has been established. The efficiency of the serial and modernized traction and coupling device has been compared, which made it possible to increase the speed of movement by 15–20% by reducing shock loads and stabilizing the traction force. The results obtained can be used to optimize transport processes in agriculture.

Keywords: tractor-transport train, agricultural transportation, mobile units, traction and coupling device, damping, transport efficiency, mechanization, intra-farm work.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНОГО ПРИВОДУ КОЛІС У БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАКТОРІВ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У сучасних умовах експлуатації тракторів спостерігається значне ускладнення робочих сценаріїв, зокрема через змінність рельєфу місцевості, підвищену складність ґрунтових умов, а також розширення сфер використання тракторної техніки. Трактори все частіше виконують не лише традиційні аграрні функції, а й активно залучаються до комунальних і транспортних робіт, що зумовлює гібридне призначення цих машин. У зв'язку з цим виникає актуальне завдання — забезпечити оптимальне співвідношення між тягловим зусиллям і паливною економічністю, а також підвищенням загальної ефективності роботи машини в умовах змінного навантаження.

Одним з технологічно перспективних шляхів досягнення такого балансу є інтеграція гідрооб'ємного приводу (ГОП) у систему трансмісії ведучих коліс тракторів. Гідрооб'ємні приводи здатні забезпечити плавне, безступеневе регулювання швидкості руху техніки, що особливо важливо під час роботи в складних дорожньо-польових умовах. Крім того, впровадження ГОП дозволяє значно зменшити масогабаритні характеристики трансмісійного вузла, підвищити загальний коефіцієнт корисної дії системи та покращити маневровість техніки.

Проте досягнення максимальної ефективності функціонування гідрооб'ємної трансмісії можливе лише за умови комплексної оптимізації її параметрів. Зокрема, йдеться про налаштування робочого тиску в системі, оптимізацію об'ємної витрати гідравлічної рідини та вибір відповідного передатного числа, яке забезпечить найкраще поєднання тягових і динамічних характеристик.

Сутність роботи гідрооб'ємного приводу полягає у перетворенні гідравлічної енергії, яка генерується насосом високого тиску, у механічну енергію обертання, що приводить у дію ведуче колесо трактора. Передача потужності від насоса до гідромотора здійснюється через потік робочої рідини під високим тиском. Цей потік створює крутний момент у гідромоторі, який далі передається на колесо. Кутова швидкість обертання ведучого колеса визначається як співвідношення тиску, об'ємної витрати рідини та ефективності роботи всієї системи, що в сукупності забезпечує стабільний та енергоефективний рух трактора навіть у найскладніших умовах експлуатації.

Кількість енергії, що надходить до колеса, залежить від поточного тиску в системі, швидкості потоку рідини та ефективності роботи приводу. Загальна

ефективність визначається множенням механічного та гідравлічного коефіцієнтів корисної дії, які враховують втрати на тертя, турбулентність, деформації та витoki. В реальних умовах коефіцієнт корисної дії гідросистеми становить близько 75–85%, залежно від якості з'єднань, температури рідини, ступеня зношення компонентів та правильності регулювання.

Об'ємна витрата насоса прямо пропорційна частоті обертання колінчастого вала двигуна та налаштуванням регулятора потоку. У свою чергу, тиск в системі змінюється залежно від навантаження на колесо, опору руху та типу ґрунту. Таким чином, потужність, яку отримує колесо, зростає зі збільшенням тиску або витрати, але за умови збереження стабільного коефіцієнта корисної дії.

Практичні дослідження показують, що при робочому тиску в межах 17–19 МПа та витраті 20–25 л/хв можна забезпечити вихідну потужність на рівні близько 6 кВт на одне колесо, що є оптимальним для тракторів класу 1.4 при польових роботах середньої складності. Перевищення тиску призводить до зростання втрат у системі, а зменшення — до зниження тягових характеристик.

Описаний підхід дозволяє інженерам обґрунтовано розраховувати параметри насоса і гідромотора для заданих умов експлуатації трактора, а також реалізовувати адаптивні схеми керування приводом залежно від рельєфу місцевості, швидкості руху та характеру навантаження. Це створює технічні передумови для впровадження інтелектуальних гідромеханічних систем у сучасних багатоцільових тракторах.

Згідно з теоретичною моделлю приводу, потужність на колесі визначається як:

$$P_{\text{кол}} = p \cdot Q \cdot \eta, \quad (1)$$

де p – робочий тиск у системі, Па;

Q – подача рідини, м³/с;

η – ККД системи (залежить від обертів, навантаження та температури).

Розрахунок показав, що для трактора класу 1.4 оптимальним є робочий тиск у межах 17–19 МПа при витраті 20–25 л/хв. Зниження тиску до 15 МПа приводить до втрати тягового зусилля до 12%, а перевищення понад 21 МПа – до зростання гідравлічних втрат (до 9%).

Моделювання енергоспоживання в MATLAB/Simulink з урахуванням змінного навантаження показало, що динамічне регулювання витрати Q в залежності від навантаження забезпечує економію пального до 8,5% на 100 мотогодин у порівнянні зі стандартною схемою з фіксованим насосом [2].

Перспективним напрямом є інтеграція електронного блоку керування приводом з GPS/IMU-системами для адаптивного керування в реальному часі відповідно до рельєфу та опору ґрунту.

Список літератури

1. Петренко В.І., Костюк В.М. Тракторні приводи з гідрооб'ємною передачею. – К.: НУБіП України, 2020. – 212 с.
2. Hazarika, D., & Pandey, K.P. (2021). Dynamic simulation of hydrostatic transmissions for agricultural tractors. Biosystems Engineering, 210, 78–90.
3. ISO 500 Hydraulic Fluid Power – Test Methods for Pumps, 2019.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНОГО ПРИВОДУ
КОЛІС У БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАКТОРІВ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

У статті досліджено метод оптимізації гідрооб'ємного приводу колісного трактора з урахуванням енерговитрат і тягових характеристик.

Ключові слова: гідрооб'ємний привід, трактор, трансмісія, енергоефективність, тиск, витрата.

**OPTIMIZATION OF WHEEL HYDROSTATIC DRIVE PARAMETERS IN MULTI-
PURPOSE TRACTORS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper investigates a method for optimizing hydrostatic wheel drive systems in tractors, taking into account energy consumption and traction performance.

Keywords: hydrostatic drive, tractor, transmission, energy efficiency, pressure, flow rate.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ПРИЧІП – ТРАКТОР – ОПЕРАТОР

асистент Колеснік Ю.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

У роботі наведено порівняння результатів досліджень тракторно-транспортного поїзда, обладнаного серійними та модернізованими тягово-зчіпними пристроями для обох резонансних частот. Як видно, використання модернізованого тягово-зчіпного пристрою дозволяє знизити середньоквадратичні прискорення в обох випадках до прийняттого рівня.

При дослідженні частотних характеристик тракторно-транспортного поїзда у процесі руху було використано загальноприйняті методики.

В результаті проведених досліджень одержано залежність середньоквадратичних прискорень сидіння оператора від частоти коливання навантаження на гаку (рис. 1).

При аналізі графіка простежуються дві резонансні частоти. Першій частоті від 0,5 до 1,5 Гц відповідає збіг власної частоти коливання трактора та частоти коливання навантаження на гаку. Другий резонансної частоти від 3 до 4,5 Гц відповідає збіг власної частоти коливання оператора з частотою коливання навантаження на гаку.

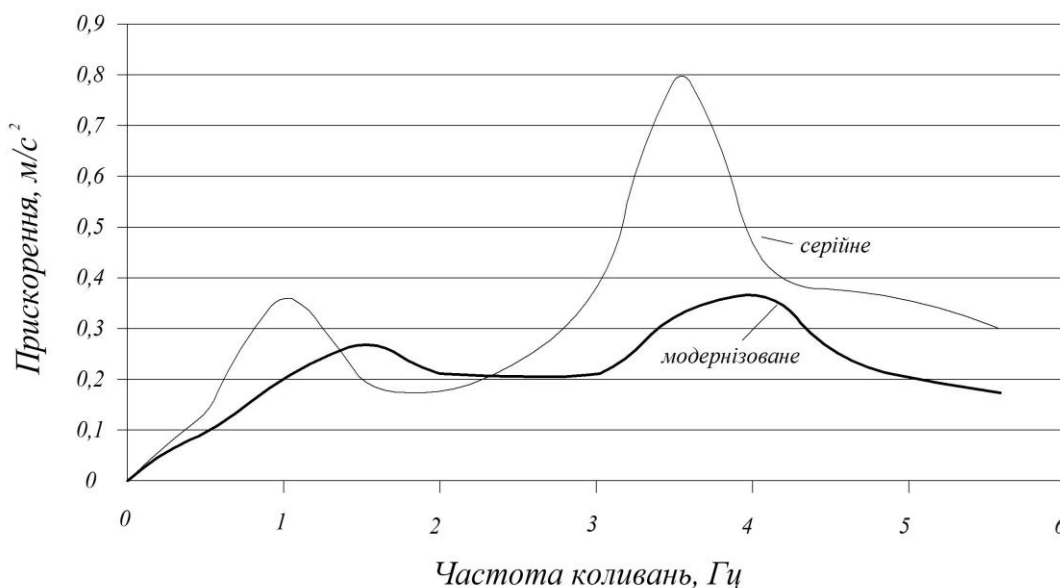


Рисунок 1 – Залежність середньоквадратичних прискорень сидіння оператора від частоти коливання навантаження на гаку (маса трактора 3250 кг, маса водія 90 кг)

При порівнянні результатів досліджень тракторно-транспортного поїзда, обладнаного серійним та модернізованим тягово-зчіпними пристроями для обох резонансних частот видно, що застосування модернізованого тягово-зчіпного пристрою дозволяє знизити середньоквадратичні прискорення в обох випадках до допустимого рівня.

Список літератури

1. І.В. Колеснік, Є.І. Калінін, Ю.І. Колеснік, І.О. Шевченко Теоретичні основи ефективності використання транспортного агрегату. Вісник НТУ «ХПІ». Серія Автомобіле- та тракторобудування. 2023, №2, С. 70-79. <https://doi.org/10.20998/2078-6840.2023.2.08>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ПРИЧІП – ТРАКТОР – ОПЕРАТОР

асистент Колеснік Ю.І.

У роботі представлено результати порівняльного дослідження тракторно-транспортного поїзда, оснащеного серійним та модернізованим тягово-зчіпним пристроєм. Основну увагу приділено аналізу частотних характеристик коливань та впливу конструкції зчіпного вузла на рівень вібрацій, які передаються на сидіння оператора. Встановлено наявність двох резонансних частот, пов'язаних з коливаннями трактора та водія. Результати дослідження свідчать, що застосування модернізованого зчіпного пристрою дозволяє суттєво зменшити середньоквадратичні прискорення на обох резонансних частотах, забезпечуючи комфортніші умови праці оператора.

Ключові слова: тракторно-транспортний поїзд, тягово-зчіпний пристрій, резонансні частоти, коливання, вібрації, прискорення, комфорт оператора, гачкове навантаження.

RESEARCH OF FREQUENCY CHARACTERISTICS OF THE SYSTEM TRAILER – TRACTOR – OPERATOR

assistant Koliesnik Yu.

The paper presents the results of a comparative study of a tractor-transport train equipped with a serial and modernized traction and coupling device. The main attention is paid to the analysis of the frequency characteristics of vibrations and the influence of the design of the coupling unit on the level of vibrations transmitted to the operator's seat. The presence of two resonant frequencies associated with the vibrations of the tractor and the driver has been established. The results of the study indicate that the use of the modernized coupling device allows to significantly reduce the root-mean-square accelerations at both resonant frequencies, providing more comfortable working conditions for the operator.

Keywords: tractor-transport train, traction and coupling device, resonant frequencies, vibrations, acceleration, operator comfort, hook load.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ ЗА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Технологічні і виробничі процеси, що об'єднують в єдиний комплекс трактори, устаткування, транспортні засоби, пристрої контролю і управління і об'єкти виробництва є складними динамічними системами [1, 3].

Характерною особливістю більшості цих систем є яскраво виражений характер вірогідності і невизначеність функціонування, які обумовлені випадковими властивостями і характером дії зовнішнього середовища на технологічні і виробничі процеси, непостійністю в часі і просторі і великою мінливістю різних чинників, що варіюють сезонністю і відмінністю випадково метеорологічних, кліматичних і організаційно – господарських умов регіонів і навіть конкретних господарств [2].

Чинники, що визначають експлуатаційно-технологічну ефективність техніки, включають групу, що характеризує рівень засобів механізації, оптимальність технічних параметрів тракторів, машинозабезпеченість конкретного виробництва, ступінь досконалості механізованих технологій і їх практичну реалізацію, а також групу організаційно-економічних чинників, що враховують концентрацію і спеціалізацію виробництва, структуру і склад машинно-тракторного парку господарств.

Проблема підвищення функціональної стабільності та експлуатаційної технологічності тракторів, комплексів і систем полягає в системній оптимізації їх параметрів і властивостей, розробці більш ефективних технологічних процесів і створення нових з більш високими техніко-експлуатаційними якостями тракторів і комплексів. Взаємодія елементів виробничий – технологічної бази з системою технічного обслуговування і ремонту (ТОР) оцінюється показниками надійності і економічної ефективності.

Для розробки шляхів і конкретних методів підвищення експлуатаційно-технологічної ефективності тракторів, які є складними системами вже недостатньо диференційованого їх розгляду і детермінованого підходу.

Необхідне вивчення їх взаємодії з середовищем, що безперервно змінюється, а також функціонування у складі комплексів і систем. В окремих випадках вимагають також більш глибокого розгляду і основні фізичні явища, що визначають закономірності і механіко-технологічні особливості формування експлуатаційно-технологічних показників їх ефективності.

Формалізація широкого класу таких задач в термінах «технічні параметри – експлуатаційно-технологічна ефективність», «ефективність-вартість» і інших, характерних

для системного аналізу, дозволить вже на ранніх стадіях проектно-пошукових робіт формувати надійні критерії ефективності, оцінювати, оптимізувати і прогнозувати базові параметри тракторів і машинних агрегатів, структуру і склад комплексів тракторів і технологічних процесів.

У якості математичних методів побудови моделей для дослідження і синтезу систем і елементів залежно від їх фізичної природи можуть застосовуватися різні методи математичної статистики, статичної динаміки, теорії масового обслуговування, динамічного програмування тощо.

Висока конкуренція на ринку техніки зобов'язала виробників нести відповідальність за якість тракторів, що випускаються, яка може бути досягнута в межах заявленої ціни на продукцію. Цей принцип чітко відображає позицію зарубіжних фірм: за високу надійність треба платити.

Зв'язок вартості і ціни з рівнем надійності безперечний, хоча висока ціна не гарантує високу надійність.

Таким чином, надійність трактора або агрегату, як показує вітчизняний і зарубіжний аналіз, багато в чому залежить від її економічного аспекту.

Тому при конструюванні виникає проблема розподілу витрат між виробництвом і експлуатацією створених тракторів.

Сучасне тракторобудування має своєму в розпорядженні вельми ефективні засоби забезпечення високої надійності, але їх застосування обмежено ціною виробу. При створенні нової моделі тракторів або вирішенні проблеми підвищення функціональної надійності тракторів, що серійно випускаються, розподіл витрат вимагає нових підходів при аналізі та обґрунтуванні критеріїв оцінки.

Уявлення про надійність тракторів дає сукупність відомостей про терміни їх служби, напрацювання, інтенсивність експлуатації, витрати на ремонт і подальше зниження вартості тракторів.

Комплексною оцінкою ефективності використання техніки можуть служити витрати на технічне обслуговування і ремонт.

Способи, напрями і джерела прояву економічного ефекту від підвищення надійності залежать від призначення (функцій) техніки і їх агрегатів, досягнутого до даного моменту часу технічного рівня, прийнятої системи обслуговування і ремонту, ролі об'єкту, що вивчається, в системі функціонуючих тракторів і інших чинників. Якщо для механічної частини тракторів головний ефект від надійності криється в зростанні її продуктивності, то для діагностичного устаткування тракторів на першому місці ефект від підвищення точності і виключення помилок.

Надійність транспортних засобів, особливо на пасажирських перевезеннях, означає перш за все безпеку їх роботи для людей. Питання безпеки і екології, вирішення яких немислимо без забезпечення надійності, примушують враховувати не тільки економічну, але і соціальну сторону ефективності від зміни надійності.

Підвищення надійності впливає на ряд економічних показників роботи підприємств-виготовлювачів і споживачів техніки. Чинниками, що впливають на економіку виготовлювача, є: збільшення витрат на виготовлення більш надійних виробів унаслідок ретельного конструктивного відпрацювання, введення додаткових технологічних операцій, використання більш надійних комплектуючих виробів і матеріалів; додаткові витрати на забезпечення і підтримку високої культури виробництва; економія внаслідок зниження браку і зменшення втрат на гарантійні ремонти по рекламаціях; додаткові витрати на посилення технічного контролю якості; економія від упровадження винаходів і раціоналізаторських пропозицій; економія від підвищення серійності випуску тракторів унаслідок зростання попиту на більш надійну техніку.

На економіку користувачів техніки впливають наступні чинники: скорочення кількості тракторів, необхідних для виконання певного об'єму робіт, унаслідок збільшення термінів служби і технічних ресурсів, зменшення або усунення резервних тракторів, скорочення простоїв внаслідок відмов і для ремонтних робіт; зниження витрат на виконання ремонтів; підвищення ритмічності і поліпшення інших показників виробничого процесу; усунення або зменшення втрат від відмов, що спричиняють за собою зрив планових завдань і зобов'язань перед замовниками; спрощення структури ремонтних і обслуговуючих господарств; зменшення потреби в запасних частинах, а, отже, скорочення їх виробництва і вивільнення відповідних матеріальних і трудових ресурсів.

Перший з перерахованих чинників приводить до багатьох економічних результатів: скорочуються витрати на придбання техніки і на її зміст; економляться виробничі і інші площі, супутні капітальні вкладення для створення фундаментів, споруд, комунікацій; скорочується потреба в робочій силі, оснащенні і енергії; зменшується кількість шкідливих виділень в оточуючу середовище тощо.

Функціонування системи підвищення і забезпечення надійності, а також системи технічного обслуговування і ремонту тракторів, що мають значний термін експлуатації супроводжується певними витратами. До них відносяться як виробничі витрати, пов'язані з надійністю, так і частина експлуатаційних витрат, і в першу чергу витрати на технічне обслуговування, ремонт тракторів, втрати від відмов, простоїв тощо [4-5].

Заходи по підвищенню надійності у сфері виробництва впливають в першу чергу на виробничі витрати, але великий їх вплив і на експлуатаційні витрати, особливо в початковий період експлуатації.

Надалі у міру старіння тракторів все більшу роль в рівні їх експлуатаційних витрат має система технічного обслуговування і ремонту і відповідні заходи в цій системі. Внаслідок цього, наприклад, ефект від заходів щодо підвищення надійності прийнято визначати за період до першого капітальному ремонту, вважаючи, що надійність тракторів після капітального ремонту більшою мірою визначається не її початковою якістю, а якістю проведеного ремонту.

Розвиток будь-якої системи є вирішенням наявних протиріч. Вдосконалення системи

ТОР тракторів повинне вирішити суперечність, що полягає в невідповідності основних положень і принципів побудови планово попереджувальної системи ТОР, вимогам сучасних механізованих процесів і шляхів повного або часткового усунення цих суперечностей.

Одна з основних методичних труднощів вимірювання ефективності тракторів, що мають значний термін експлуатації з різним рівнем надійності полягає в «розмитості» їх результатів і витрат по роках експлуатації, необхідності сукупного вимірювання цих різночасних показників.

Виникає необхідність у вивченні залежностей динаміки результатів і витрат по роках експлуатації за термін служби.

Практично у всіх видів тракторів спостерігається зменшення річного об'єму корисної роботи або річної продуктивності у міру фізичного зносу трактора. Зменшення річної продуктивності трактора викликано в першу чергу збільшенням простоїв в ремонтах і обслуговуванні, які зменшують корисну фундацію робочого часу. Крім того, знос трактора з деякого моменту часу починає позначатися і на ряді технічних параметрів, що також знижує напрацювання.

Таким чином, при визначенні економічної ефективності від підвищення надійності тракторів, що мають значний термін експлуатації не можна не враховувати закономірностей їх фізичного зносу, що виражаються в зміні продуктивності і витрат протягом терміну служби.

Трудність аналізу динаміки результатів і витрат викликана тим, що на цей процес впливає безліч чинників. Кожен трактор зноситься по-своєму, і, щоб встановити якісь закономірності, необхідно організувати збір потрібної інформації за ряд років на великій вибірці аналізованих об'єктів.

Список літератури

1. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин : навч. посіб. Житомир : Держ. агроєколог. ун-т, 2008. 410 с.
2. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки. Харків : Торнадо, 2000. 192 с.
3. Анілович В.Я., Грінченко О.С., Карабін В.В. та ін. Міцність та надійність машин. За ред. В.Я. Аніловича. К.: Урожай, 1996. 288 с.
4. Стельмащук А.М., Половинко І.К. Аграрний сервіс: економіка, організація, ефективність: навчальний посібник. Тернопіль: Економічна думка. 2007. 182 с.
5. Гуков Я.С., Молодик М.В., Моргун А.М. та ін. Концепція перспективного розвитку технічного сервісу АПК України. Глеваха: ННЦ ІМЕСГ, 2004. 59 с.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ ЗА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю.

Забезпечувати стабільну надійність або навіть підвищувати її – це значить досягати того, щоб трактори по своїх параметрах і властивостях були завжди як нові або майже як нові. Щоб ця мета стала досяжною потрібно розглянути безліч технічних і організаційних варіантів, вибрати саме економічно ефективне рішення.

Ключові слова: трактор, техніко-економічні критерії, технічне обслуговування і ремонт, надійність, експлуатаційно-технологічна ефективність.

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE USE OF TRACTORS BY TECHNICAL AND ECONOMIC CRITERIA

higher education student Kozlov Yu.Yu.

Ensuring stable reliability or even increasing it means achieving that tractors are always as good as new or almost as good as new in terms of their parameters and properties. To achieve this goal, it is necessary to consider many technical and organizational options, and choose the most cost-effective solution..

Key words: tractor, technical and economic criteria, maintenance and repair, reliability, operational and technological efficiency.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНОГО ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА COMMON RAIL

асистент Костюк С.Ю.

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

Сучасні дизельні двигуни внутрішнього згоряння, зокрема ті, що використовуються в легковому, вантажному та сільськогосподарському транспорті, дедалі частіше оснащуються системами розподіленого впорскування палива типу Common Rail. Ці системи забезпечують точне дозування пального, зменшення викидів шкідливих речовин і покращену паливну економічність. Водночас вони вимагають високоточної діагностики та обслуговування, адже навіть незначні відхилення у роботі форсунок, тиску у паливній рейці чи несправності клапанів можуть призводити до серйозних порушень у роботі двигуна.

У таких умовах автоматизоване тестування систем Common Rail набуває вирішального значення. Традиційні методи діагностики, що базуються на візуальному аналізі чи ручному зчитуванні параметрів, вже не забезпечують необхідної точності та швидкості. Необхідне використання автоматизованих стендів і цифрових алгоритмів, здатних здійснювати повний аналіз роботи системи впорскування у динамічному режимі.

Розробка та удосконалення підходів до автоматизованого тестування систем Common Rail із використанням комп'ютеризованих діагностичних комплексів, сенсорних модулів високої точності та програмного забезпечення для візуалізації результатів аналізу. Основну увагу приділено аналізу роботи електромагнітних і пьезоелектричних форсунок, оцінці тиску в рейці, а також синхронізації подачі пального із положенням колінчастого валу.

В рамках дослідження були апробовані різні методи автоматизованого тестування, включаючи:

- використання цифрових осцилографів для зчитування характеристик імпульсів керування форсунками;
- застосування сенсорів тиску з цифровим інтерфейсом для контролю стабільності подачі пального;
- алгоритми самодіагностики, що імітують режими холостого ходу, часткових і повних навантажень;
- моделі адаптивної діагностики, які аналізують історію відхилень та вчаться прогнозувати потенційні збої в системі.

Отримані результати показали, що автоматизований підхід дозволяє:

- зменшити час повного циклу діагностики системи впорскування до 30–40% у порівнянні з ручними методами;
- виявити до 98% типових несправностей (несправність форсунки, некоректний тиск, затримка імпульсу, залипання клапана тощо);
- мінімізувати людський фактор у процесі обслуговування.

Запропоновано створення відкритої платформи для моніторингу систем впорскування на базі мікроконтролерів STM32 із підключенням до ПК через CAN-шину. Це рішення може бути реалізоване як у сервісних центрах, так і в навчальному процесі технічних ВНЗ.

Таким чином, автоматизоване тестування систем Common Rail є одним із ключових напрямів забезпечення надійності, екологічності та економічності сучасного дизельного транспорту. Результати дослідження мають як наукову, так і практичну цінність і можуть бути впроваджені у практику діагностики на СТО, у виробничих лабораторіях, а також у процесі підготовки майбутніх фахівців.

Список літератури

1 Ottomotor mit Direkteinspritzung: Verfahren, Systeme, Entwicklung, Potenzial/R. van Basshuysen (Hrsg.). – Wiesbaden (Deutschland): Springer Vieweg, 2013. – 465 s.

АВТОМАТИЗОВАНЕ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНОГО ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА COMMON RAIL

асистент Костюк С.Ю.

Метою даної роботи є розробка та удосконалення підходів до автоматизованого тестування систем Common Rail із використанням комп'ютеризованих діагностичних комплексів, сенсорних модулів високої точності та програмного забезпечення для візуалізації результатів аналізу.

Ключові слова: Common Rail, форсунки, CAN-шина.

AUTOMATED TESTING OF COMMON RAIL DISTRIBUTED FUEL INJECTION SYSTEMS

Assistant Kostiuk S.Y.

The purpose of this paper is to develop and improve approaches to automated testing of Common Rail systems using computerized diagnostic systems, high-precision sensor modules, and software for visualizing analysis results.

Keywords: Common Rail, injectors, CAN-bus.

АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ ЗМІННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

У контексті переходу до енергоощадного землеробства актуальними стають дослідження паливної ефективності тракторів з гібридною силовою установкою (ГСУ). Основна ідея полягає у використанні електричної підсистеми для живлення допоміжного навантаження (гідропідійомник, ВВП, кондиціонер) та рекуперації кінетичної енергії [1].

Для аналізу ефективності створено симуляційну модель у середовищі MATLAB/Simulink. В якості бази обрано трактор потужністю 90 кВт (двигун Perkins 1104D) з додатковою електромашиною на ВВП (15 кВт) та блоком акумуляторів (LiFePO_4 , 15 кВт·год).

Моделювання базується на циклі з 3 фаз: холостий хід, культивация, транспорт. У кожному режимі визначається питома витрата пального:

$$b_e = \frac{G}{P_e \cdot t}, \quad (1)$$

де G – витрата пального, кг;

P_e – ефективна потужність, кВт;

t – час роботи, год.

Результати показали, що в режимі транспортування (з рекуперацією) питома витрата знижується з 265 до 217 г/кВт·год, а в режимі холостого ходу – на 15% завдяки живленню від акумулятора.

В цілому, економія дизельного пального склала до 11,2%, при цьому перехід на режим комбінованої роботи (ДВЗ + електромотор) забезпечує додаткове зниження навантаження на ДВЗ на 12–17% у фазі культивации [2].

Навантаження на акумулятор розраховується з урахуванням електробалансу:

$$W = \int_0^T I(t) \cdot U(t) \cdot dt, \quad (2)$$

де $I(t)$ – струм;

$U(t)$ – напруга акумулятора.

Встановлено, що при 50% циклічному навантаженні ГСУ забезпечує максимальну ефективність, тоді як при повному навантаженні додатковий ефект

зменшується до 4%. У перспективі планується розширити модель на основі нейронних мереж для адаптивного керування.

Список літератури

1. Кузнецов А.В., Січкарь І.О. Гібридні трактори: сучасні технології та перспективи. – Львів: ЛНАУ, 2021. – 144 с.
2. Darr, M.J., & Karkee, M. (2020). Electrification strategies for off-road vehicles: A review. *Applied Energy*, 276, 115385.
3. ISO 8178-4:2017. Reciprocating internal combustion engines — Exhaust emission measurement.

**АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРІВ З
ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ ЗМІННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

Проаналізовано економічну ефективність використання гібридних силових установок у тракторах при змінному режимі навантаження.

Ключові слова: гібридна силова установка, трактор, паливна ефективність, рекуперація, симуляція, MATLAB.

**FUEL EFFICIENCY ANALYSIS OF TRACTORS WITH HYBRID POWERTRAIN
UNDER VARIABLE LOAD CONDITIONS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper analyzes the economic efficiency of hybrid powertrains in tractors operating under variable load conditions.

Keywords: hybrid powertrain, tractor, fuel efficiency, regeneration, simulation, MATLAB.

IMPROVEMENT OF THE CONTROL AND STABILITY OF MTU WITH FRONTALLY MOUNTED WEAPONS

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I.,

PhD, Associate Professor Kolesnik I.V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

One of the promising areas of modern agricultural development is the creation of combined machine-tractor units (MTUs) consisting of a traction unit, front and rear implements. Such units, performing several operations in a single pass, save human and fuel and energy resources, protect the soil from excessive destruction and compaction, increase labour productivity, maximise the load on energy-intensive tractors, etc. However, the use of such units creates certain problems, namely the negative impact of the front-mounted implement on the stability and manoeuvrability of the machine-tractor unit during movement. With insufficient stability of the machine-tractor unit with a front attachment, it is sometimes impossible to achieve high technical and economic indicators, and, most importantly, it is difficult to ensure the agrotechnical indicators of the MTU, which complicates their use or makes them economically unfeasible. The use of a spring element in the design of the front mounting mechanism ensures a flexible connection between the agricultural implement and the tractor, which, on the one hand, makes it possible to turn it in the same direction as the steered wheels, which improves the stability and manoeuvrability of the unit as a whole by reducing the resistance forces from the implement when the tractor turns, and on the other hand, ensures that the implement returns to the neutral position. In this regard, it is important to do theoretical and experimental research on the movement of a tractor with a front-mounted implement and a spring element in the mounting system, and to choose the most efficient design parameters for the mounting mechanism and spring element that can improve the stability of the MTU.

The aim of the work is to ensure high manoeuvrability of the machine-tractor unit with a front-mounted soil cultivation implement, while maintaining its stability, by reducing the negative influence of the resistance forces from the implement on the turning of the unit when manoeuvring between rows of row crops. The object of the study is a machine-tractor unit, which includes a power source, a device for front mounting of cultivators and a cultivator. The subject of the study is the movement process of a machine-tractor unit with a front-mounted implement. A mathematical model of the movement of an aggregate consisting of a tractor and a front-mounted implement has been developed. The relationships between the turning of the tractor's steered wheels and the turning of the front-mounted implement have been determined. A

design has been proposed for a mounting device that ensures, on the one hand, the stability of the front-mounted implement and, on the other hand, improves the manoeuvrability of the tractor-implement combination based on the ability to turn the implement in order to reduce the forces that prevent the unit from moving in a straight line. Field tests of a tractor with a front-mounted implement were carried out, which confirmed the adequacy of the mathematical models obtained. The similarity of the results was within 85–90%.

Based on the results of theoretical and experimental studies, it was established that the elastic connection of the front implement to the tractor allows, on the one hand, ensure a stable position of the implement relative to the tractor and, on the other hand, reduce the turning resistance moment when the MTU moves along a curved trajectory by 35–38% compared to an aggregate with a rigidly fixed front hitch. In the case of straight-line movement, stability increases by 20–25% compared to the movement of a tractor with a rigidly fixed implement.

The manoeuvrability of the unit with the upgraded suspension system was 0.72, which was sufficient to ensure controllable movement throughout the entire range of experimental runs. The manoeuvrability of the tractor when idling was 0.82. The manoeuvrability of the unit with a rigidly mounted implement was 0.28.

This unit had unsatisfactory manoeuvrability, but the movement itself was possible either on a straight section of the track or when moving in a sine wave with a period of at least 45–50 m. At the same time, the turning angles of the MTA's steered wheels were within $\pm 7^\circ$, and the cultivator's deviation angle was within $\pm 3^\circ$, which was sufficient to ensure controllable movement throughout the entire range of experimental runs.

The dispersion of deviations of the working body from the specified trajectory of movement with a flexible connection (movement along a sine wave) was about 15.7 cm², with a rigid connection – 38 cm², and at the same time 60% of the trajectory of movement the working body was outside the protective zones. In the case of straight movement, the dispersion of deviations of the working body from the specified trajectory of movement with a flexible connection was 9.7 cm², with a rigid connection – 6.2 cm², while the dispersion of the centre of mass of the tractor moving with a rigidly fixed implement is 5.9 cm², and with a flexible attachment of the implement – 3.8 cm², which is close in value to the indicator of the tractor at idle speed – 2.9 cm².

References

1. Hryciów, Z.; Rybak, P.; Gieleta, R. (2021) The influence of temperature on the damping characteristic of hydraulic shock absorbers. *Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 23(2), pp. 346–351.
2. Chernukhin, R.V. (2023) Modeling of Thermal Preparation of Shock Absorbers of Trucks. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 51(1), pp. 89–95.

IMPROVEMENT OF THE CONTROL AND STABILITY OF MTU WITH FRONTALLY MOUNTED WEAPONS

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I.,
PhD, Associate Professor Kolesnik I.V.

The work establishes that the elastic connection of the front implement to the tractor allows, on the one hand, to ensure a stable position of the implement relative to the tractor and, on the other hand, reduce the turning resistance moment when the MTA moves along a curved trajectory by 35–38% compared to an aggregate with a rigidly fixed front suspension. In the case of straight-line movement, stability increases by 20–25% compared to the movement of a tractor with a rigidly fixed implement. The manoeuvrability of the unit with the upgraded suspension system was 0.72, which was sufficient to ensure controllable movement throughout the entire range of experimental runs. The manoeuvrability of the tractor at idle speed was 0.82. The manoeuvrability of the unit with a rigidly mounted implement was 0.28. This unit had unsatisfactory manoeuvrability, but the movement itself was possible either on a straight section of the track or when moving in a sine wave with a period of at least 45–50 m.

Keywords: tractor unit, front linkage, stability, manoeuvrability, dynamics.

ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ТА СТАБІЛЬНОСТІ МТА З ФРОНТАЛЬНО НАВІШЕНИМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИМИ МАШИНАМИ

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Колеснік І.В.

В роботі встановлено, що пружне з'єднання фронтального знаряддя з трактором дозволяє, з одного боку, забезпечити стійке положення знаряддя відносно трактора, з іншого, зменшити момент опору повороту при русі МТА по криволінійній траєкторії на 35...38% в порівнянні з агрегатом з жорстко закріпленим фронтальним навішенням. У разі прямолінійного руху стійкість збільшується на 20...25% порівняно з рухом трактора з жорстко закріпленим знаряддям. Керованість агрегату з модернізованою системою навішення склала 0,72, що було достатньо для забезпечення керованого руху у всьому діапазоні експериментальних заїздів. Керованість трактора на холостому ході склала 0,82. Керованість агрегату з жорстким кріпленням знаряддя склала 0,28. Даний агрегат мав незадовільну керованість, але сам процес руху міг бути можливий або прямою ділянкою гону, або при русі по синусоїді з періодом не менше 45...50 м.

Ключові слова: тракторний агрегат, фронтальна навіска, стійкість руху, керованість, динаміка.

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЙ ТРАКТОРІВ

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю., к.т.н., доцент Шевченко І.О.

Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна

Трансмисії тракторів необхідні для передачі крутного моменту від двигуна на ведучі колеса трактора, зміни цього моменту, а також частоти та напрямку оберту ведучих коліс. Типова трансмісія колісного трактору з чотирма ведучими колесами включає: муфту зчеплення, коробку передач, роздавальну коробку, карданні передачі та ведучі мости з головною передачею, диференціалом та колісними редукторами [1]. Типова кінематична схема такої трансмісії подана на рис. 1.

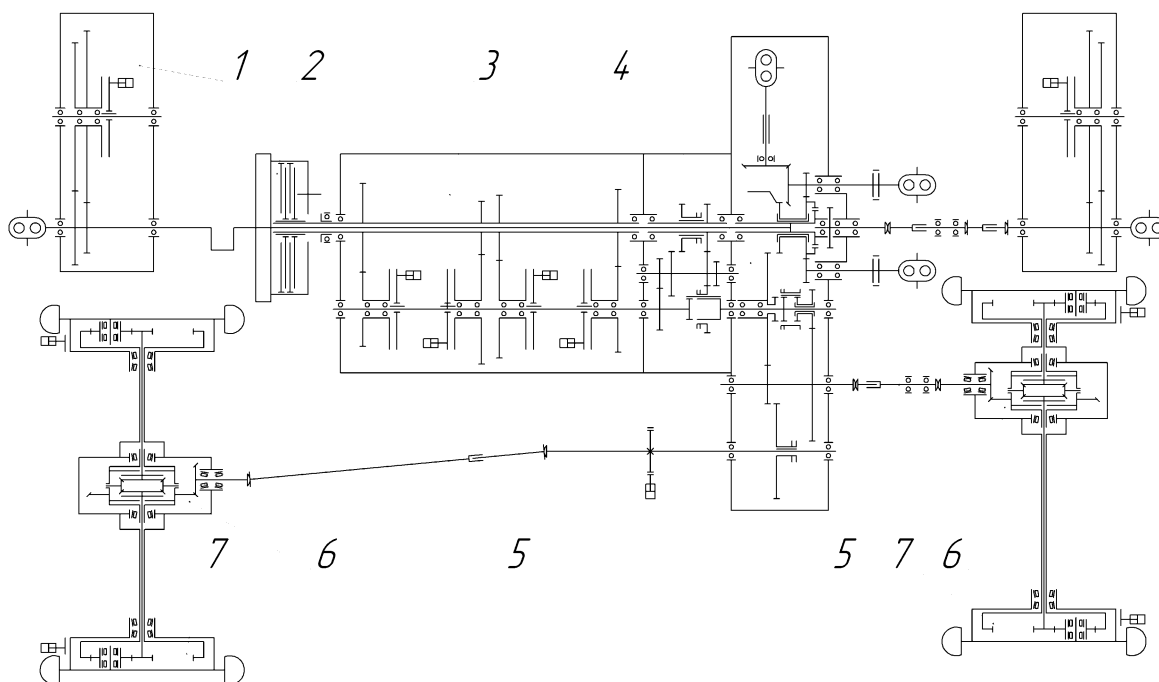


Рисунок 1. Кінематична схема колісного трактору з шарнірно-зчленованою рамою:
1 – двигун; 2 – муфта зчеплення; 3 – коробка передач; 4 – роздавальна коробка; 5 – карданні передачі; 6 – головні передачі з диференціалом; 7 – та колісні редуктори.

Під час руху елементи трактору підпадають під дію складного навантаження [2]. Джерелом рушійної сили трактора є двигун. Реалізований ним крутний момент передається через трансмісію до рушіїв трактора. Якщо тяговий опір на кожному колесі рівний, то крутний момент розподіляється між колесами рівномірно. Якщо ж тяговий опір по різних колесам відрізняється, то на трансмісію трактора починає діяти складне навантаження.

Так, завдяки роботі диференціалу [3, 4] крутні моменти, що підведені до коліс,

будуть прагнути урівноважити опір на колесах або ж трактор почне відхилятися від стану сталого руху.

Як бачимо з рис. 1, єдиним елементом трансмісії трактору, який може знаходитися під впливом нерівномірного навантаження, є ведучий міст. Виходячи з цього, можна вважати, що навантаження, які діють на ведучі мости тракторів, є найбільш складними для визначення, а самі мости є найбільш визначальними елементами трансмісії тракторів з точки зору сталого руху.

Основними призначеннями ведучих мостів є:

- змінювати підведений крутячий момент та передавати його від приводного карданного валу до рушіїв тракторів;
- при повороті забезпечувати можливість ведучим колесам обертатися з різними швидкостями;
- передавати через корпус тяглове зусилля та реактивний момент від рушіїв до остову трактора.

Виходячи з цього ведучі мости повинні задовольняти вимогам:

- високий ККД;
- низький рівень зовнішнього шуму;
- компактні розміри;
- висока міцність;
- високий опір зносу;
- високий гальмовий момент;
- придатність для обслуговування;
- забезпечення високих динамічних характеристик трактора;
- забезпечення високої прохідності трактора.

Типова принципова схема ведучих мостів колісних тракторів з шарнірно-зчленованою рамою наведена на рис. 2.

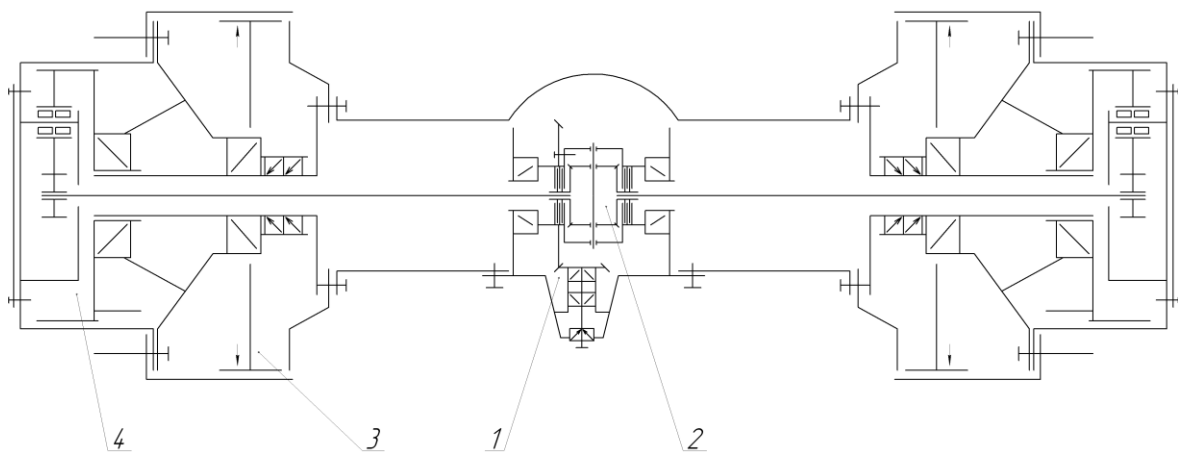


Рисунок 2. Схема ведучого моста трактору з шарнірно-зчленованою рамою:

1 – головна передача; 2 - диференціал підвищеного тертя; 3 – колісні гальма; 4 – колісний редуктор

Основні механізми, що передають крутний момент ведучих мостів колісних тракторів – головна передача з диференціалом та колісні редуктори.

Головна передача у більшості випадків представляє собою пару конічних шестерень з круговим зубом або гіпоїдних.

Її основна функція – передача крутного моменту до півосей трактору під кутом 90°, збільшуючи його при цьому. Навантаження, діюче на шестерні головної передачі не залежить від рівномірності навантаження ведучого моста.

Диференціали колісних тракторів бувають різних типів: прості без блокування, з примусовим блокуванням, та з автоматичним блокуванням (у тому числі диференціали підвищеного тертя). Кожен з цих типів має свої переваги та недоліки, які не є предметом розгляду у цій роботі.

Диференціал є ключовим елементом ведучих мостів, який розподіляє крутний момент по колісним редукторам та впливає на сталий рух машино-тракторного агрегату.

Колісні редуктори остаточно підвищують крутний момент та передають його безпосередньо на колеса. Конструкції колісних редукторів у різних тракторів дуже різноманітні.

Вони бувають як одноступеневими, так і багатоступеневими; як циліндричними, так і конічними і планетарними. Саме шестірні колісних редукторів піддаються дії нерівномірного навантаження, і є найбільш навантаженим елементом ведучих мостів (від дії крутного моменту).

Список літератури

1. Лебедев А.Т., Шуляк М.Л., Шевченко І.О. Основні тенденції розвитку трансмісій колісних тракторів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. № 8. С. 107-113.
2. Лихвенко С.П., Вовк С.О. Дослідження взаємодії ведучих мостів трактора Т-150К. Тракторная энергетика в растениеводстве. Сб. науч. трудов ХГТУСХ, вып. 6. Харьков, 2003. С. 43-49.
3. Крапівін О.Б., Лесь О.М., Микитенко В.М. Підвищення надійності конструкції диференціалу тягача типу Т-150К. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка, Харків, 2007. Вип. 51. «Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва» С. 212-217.
4. Трактори та автомобілі. Ч. 3. Шасі: Навч. Посібник. А.Т. Лебедев, В.М. Антощенков, М.Ф. Бойко та ін.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. К.: Вища освіта, 2004. 336 с.

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЙ ТРАКТОРІВ

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю., к.т.н., доцент Шевченко І.О.

При створенні сучасної тракторної техніки виникають труднощі, що обумовлені недостатніми теоретичними та експериментальними дослідженнями варіантів конструкцій. Сьогодні є перспективним напрямком створення тракторів на основі аналізу нових технічних рішень, що повинні впроваджуватись через вдосконалення конструкцій трансмісій та оригінальним компонованням систем та агрегатів.

Ключові слова: трактор, трансмісія, диференціал, крутний момент, ведучий міст, шарнірно-зчленована рама, колісний редуктор.

TRACTOR TRANSMISSION LOAD ANALYSIS

higher education student Kozlov Yu.Yu., associate professor Shevchenko I.O.

When creating modern tractor technology, difficulties arise due to insufficient theoretical and experimental research of design options. Today, a promising direction is the creation of tractors based on the analysis of new technical solutions, which should be implemented through the improvement of transmission designs and the original layout of systems and units.

Key words: tractor, transmission, differential, torque, drive axle, articulated frame, wheel reducer.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТУПІНЧАСТИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ І БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ВАРІАТОРІВ (CVT) У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРАХ

аспірант Костюк С.Ю.

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

Сучасні сільськогосподарські трактори відіграють ключову роль у механізації аграрного виробництва, а ефективність їх експлуатації значною мірою залежить від типу трансмісії, що використовується. Найбільш поширеними типами трансмісій у тракторах є традиційні ступінчасті коробки передач (механічні або гідromеханічні) та безступінчасті варіатори типу CVT (Continuously Variable Transmission). Кожен з цих типів трансмісій має свої техніко-експлуатаційні переваги та обмеження, які варто враховувати при виборі техніки для певних умов роботи.

У даній тезі проведено порівняльний аналіз характеристик обох типів трансмісій за основними критеріями: енергоефективність, зручність керування, надійність, вартість виробництва й обслуговування, адаптивність до змінних навантажень, а також вплив на продуктивність сільськогосподарських операцій.

Ступінчасті коробки передач, особливо з синхронізаторами та реверсом, залишаються популярними завдяки своїй простоті, надійності та низькій вартості. Вони забезпечують фіксовані передаточні числа, що дозволяє ефективно передавати потужність за умов сталого навантаження. Проте обмеження полягають у меншій гнучкості - при зміні навантаження або швидкості необхідне перемикання передач, що супроводжується втратами потужності та збільшенням витрати палива.

Безступінчасті варіатори (CVT) натомість забезпечують плавне регулювання швидкості руху без необхідності перемикання передач, що дозволяє двигуну працювати в оптимальному режимі майже за будь-яких умов. Це сприяє зниженню витрат палива, покращенню паливної економічності, а також зменшенню зносу двигуна. CVT-варіатори також дозволяють ефективно працювати з системами точного землеробства, автоматичними режимами обробітку поля, системами керування навісним обладнанням.

Дослідження, проведені на моделях тракторів провідних світових виробників (CLAAS, Fendt, John Deere, Case IH), показують, що CVT-трансмісії забезпечують до 10–15% кращу паливну ефективність у порівнянні з класичними ступінчастими коробками передач у режимах змінного навантаження. Однак варіатори залишаються дорожчими у виробництві, мають складнішу конструкцію, вимагають точного обслуговування та кваліфікованого ремонту.

Водночас аналіз показує, що для легких і середніх тракторів у сегменті дрібного та середнього фермерства ступінчасті коробки залишаються доцільнішими з точки зору ціни та простоти обслуговування. Для великотоварного виробництва, де важливими є висока продуктивність, точність обробки та мінімізація витрат, CVT-варіатори є оптимальним рішенням.

У висновку зазначається, що подальший розвиток трансмісійної техніки йтиме шляхом удосконалення CVT-систем, зменшення їх собівартості та інтеграції з цифровими системами управління. Однак ступінчасті трансмісії залишатимуться актуальними в умовах обмежених бюджетів і традиційних підходів до обробки земель. Результати аналізу можуть бути корисними для аграрних підприємств при виборі техніки відповідно до їхніх технологічних потреб і ресурсних можливостей.

Список літератури

1 Маяк М. М. До питання визначення технічної швидкості міського маршрутного автобусу в залежності від умов його експлуатації / М. М. Маяк, С. В. Мельничук, Р. М. Головня, С. П. Чуйко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2018. - № 1. - С. 58-65.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТУПІНЧАСТИХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ І БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ВАРІАТОРІВ (CVT) У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРАХ

аспірант Костюк С.Ю.

Найбільш поширеними типами трансмісій у тракторах є традиційні ступінчасті коробки передач та безступінчасті варіатори типу CVT.

Ключові слова: трансмісії, трактори, надійність.

COMPARATIVE ANALYSIS OF STEP TRANSMISSIONS AND CONTINUOUSLY VARIABLE VARIATORS (CVT) IN AGRICULTURAL TRACTORS

Postgraduate student Kostiuk S.Y.

The most common types of transmissions in tractors are traditional step gearboxes and continuously variable transmissions (CVT).

Keywords: transmissions, tractors, reliability.

Секція 3

«Експлуатація колісних та гусеничних машин»

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЗНОСУ ОПОРНИХ КОТКІВ І ГУСЕНИЧНОЇ СТРІЧКИ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У процесі експлуатації гусеничних машин, особливо в агропромисловому та будівельному секторах, важливим фактором є збереження надійності та рівномірності зносу ходової частини, зокрема опорних котків, підтримуючих роликів та гусеничної стрічки. Порушення геометрії гусеничного обводу або нерівномірний знос викликають ударні навантаження, підвищений шум, втрати енергії на вібрації й прискорений вихід з ладу як ходової, так і суміжних систем машини. Це особливо критично для техніки, яка експлуатується в умовах інтенсивного ритму робіт, наприклад, при плануванні ґрунтів, обробці важких земель чи транспортуванні вантажів на короткі дистанції.

Дослідження проводилося на базі гусеничних тракторів ХТЗ-150К та аналогів із середнім напрацюванням понад 2500 мотогодин. Унаслідок цього відбувається не тільки передчасне стирання робочих поверхонь, а й деформація корпусних деталей. Спостерігається, що в таких умовах середній ресурс гусеничної стрічки скорочується з номінальних 3000 мотогодин до 1700–1900, при цьому рівень вібрацій у кабіні збільшується вдвічі, що негативно впливає і на працездатність оператора, і на стан суміжних вузлів – трансмісії, підвісу, зчеплення.

З метою підвищення ресурсу було запропоновано метод контролю зносу, заснований на періодичному вимірюванні зміни діаметру котків за допомогою ультразвукового товщиноміра та обробці результатів у мобільному додатку на базі Android. Це дозволяє виявити початкові ознаки зношування ще до візуально помітних дефектів. Крім того, впровадження автоматичного змазування пальцевих вузлів з використанням індукційного датчика температури дозволило знизити ризик сухого тертя в умовах піщаних або глинистих ґрунтів.

Встановлено, що інтеграція такої системи в режимі реального часу забезпечує збільшення ресурсу опорних елементів до 35%, а також скорочення часу простою техніки на ТО на 21%. Умовна вартість модернізації системи становить не більше 5% від вартості машини, що окупається протягом першого року експлуатації. В умовах інтенсивної сезонної експлуатації це дозволяє зекономити до 40–60 мотогодин на одиницю техніки за період. Запропонований підхід створює підґрунтя для впровадження повноцінної системи цифрового моніторингу технічного стану ходової частини з використанням інтернету речей (IoT) та технологій Industry 4.0.

Список літератури

1. Євтушенко О.В., Василенко В.Л. Ресурсозбереження в експлуатації гусеничних машин. – К.: НАУ, 2020. – 168 с.
2. Pahlavan, R., & Heidary, H. (2022). Predictive maintenance strategies in tracked vehicles. Journal of Terramechanics, 103, 23–32.
3. ДСТУ 2899:2002. Трактори. Методи визначення технічного стану гусеничного обводу.

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ШЛЯХОМ
АНАЛІЗУ ЗНОСУ ОПОРНИХ КОТКІВ І ГУСЕНИЧНОЇ СТРІЧКИ В
УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

Досліджено вплив експлуатаційних факторів на знос елементів гусеничної ходової частини та запропоновано методи його контролю з метою продовження ресурсу техніки.

Ключові слова: гусенична машина, знос, ходова частина, ресурс, контроль, мастило.

**ENHANCING RELIABILITY OF TRACKED VEHICLES BY WEAR ANALYSIS OF
SUPPORT ROLLERS AND TRACK CHAINS UNDER CYCLIC LOADS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The study explores wear mechanisms of tracked vehicle components under cyclic loading and proposes monitoring methods to extend service life and reliability.

Keywords: tracked vehicle, wear, undercarriage, service life, monitoring, lubrication.

МАЙБУТНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ: ВІД ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДО СМАРТ-РІШЕНЬ

аспірант Костюк С.Ю.

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

У відповідь на виклики сучасного аграрного виробництва - такі як потреба в зниженні викидів, зростання енергоефективності, інтеграція з цифровими технологіями - конструкція тракторів, зокрема їхніх трансмісій, переживає суттєву трансформацію. Традиційні механічні й гідромеханічні системи передач, що десятиліттями домінували в агротехніці, поступово доповнюються й витісняються інноваційними рішеннями: від безступінчастих варіаторів (CVT) до електромеханічних приводів і смарт-керованих модулів. У цій тезі розглядаються ключові напрями розвитку систем трансмісії тракторів у найближчому майбутньому.

Одним із визначальних векторів розвитку є електрифікація трансмісій. Використання електроприводів, зокрема у вигляді гібридних систем (Diesel-Electric) або повністю електричних трансмісій, дозволяє забезпечити гнучке регулювання тягового зусилля, знизити витрати пального та скоротити викиди CO₂. Електроприводи також забезпечують кращу точність роботи із навісним обладнанням, стабільність тягової характеристики незалежно від навантаження, можливість рекуперації енергії та покращення балансу навантаження між передніми й задніми осями.

Наступним напрямом є інтелектуалізація трансмісії, що передбачає використання електронних систем управління, датчиків, GPS-навігації, IoT-технологій та машинного навчання. Такі «смарт-трансмісії» здатні адаптувати роботу до рельєфу поля, виду ґрунту, вологості, маси причепа, режиму агрегатування. Завдяки цьому можливе автоматичне перемикання передач, оптимізація швидкості руху та навантаження двигуна в реальному часі. Ці системи вже використовуються в тракторах преміум-класу (наприклад, Fendt VarioDrive або John Deere AutoPowr), і очікується, що у найближчі 5–10 років такі рішення стануть доступнішими і для техніки середнього класу.

Ще одним перспективним напрямом є модульність і уніфікація трансмісій, яка дозволить створювати гнучкі платформи з різними типами приводу (колісний, гусеничний, повнопривідний), але з єдиним керуванням і принципами діагностики. Такі системи вже проектуються з урахуванням потреб різних регіонів, кліматичних умов та типів фермерських господарств.

Крім того, значну роль відіграватиме зниження технічного обслуговування та прогнозна діагностика. Сучасні трансмісії будуть оснащуватись датчиками зносу, температури, вібрацій, які передаватимуть інформацію у хмарні системи моніторингу.

Це дозволить не лише уникати раптових поломок, а й планувати обслуговування з урахуванням реального технічного стану вузлів.

Варто зазначити, що цифрові трансмісійні рішення сприятимуть інтеграції тракторів у загальну цифрову агроплатформу, де всі дані щодо навантаження, витрат палива, обробленої площі, витрат ресурсів об'єднуватимуться в єдину систему аналітики. Це підвищить прозорість агровиробництва, дозволить краще планувати логістику, знижувати витрати й підвищувати ефективність кожної технологічної операції.

Таким чином, майбутнє трансмісій сільськогосподарських тракторів - це не лише питання потужності чи надійності, а й високотехнологічної адаптивності, цифрової взаємодії з середовищем та мінімізації екологічного сліду. Від електроприводів до автономних смарт-систем - трансмісія стає частиною великого цифрового агропроцесу, і саме в цьому - шлях до ефективного, сталого та технологічного сільського господарства майбутнього.

Список літератури

1 Duda M., Pach J., Lesiuk G. Influence of polyurea composite coating on selected mechanical properties of AISI 304 steel // Materials. – 2019. – Vol. 12(19).

МАЙБУТНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ: ВІД ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДО СМАРТ-РІШЕНЬ

аспірант Костюк С.Ю.

Майбутнє трансмісій сільськогосподарських тракторів - це не лише питання потужності чи надійності, а й високотехнологічної адаптивності, цифрової взаємодії з середовищем та мінімізації екологічного сліду.

Ключові слова: трансмісії, трактори, екологічність.

FUTURE TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF TRACTOR TRANSMISSION SYSTEMS: FROM ELECTRIC DRIVES TO SMART SOLUTIONS

Postgraduate student Kostiuk S.Y.

The future of agricultural tractor transmissions is not only about power or reliability, but also about high-tech adaptability, digital interaction with the environment and minimizing the ecological footprint.

Keywords: transmissions, tractors, environmental friendliness.

ПІДВИЩЕННЯ ЗБЕРЕЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПРИ ДОВГОМУ ЗБЕРІГАННІ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

Аналіз механізмів корозійних процесів показав, що у паливній системі протікає під впливом кліматичних факторів електрохімічна корозія, а під впливом експлуатаційного середовища – хімічна корозія. При тривалому зберіганні відбувається обводнення ДП у баку, об'єм води у відстої становить від 300 до 700 мл. Огляд внутрішньої поверхні паливного баку показав наявність корозійних елементів в якості суцільної корозії. Циклічна втома металу сталі 08кп, після ураження корозією знижує свою первісну міцність на 30...40%. Швидкість корозії сталі 08кп у дизельному паливі становить 165 г/м² рік, а глибина окремих осередків сягає 0,2 мм.

Вибрані інгібітори корозії в якості присадок до ДП: нітрована олія (АКОР-1) та амід жирної кислоти (АЖК) показали досить високі антикорозійні властивості. Проведена оптимізація складу РКП показала, що для ефективного захисту необхідно ІК АКОР-1 – 5%, а ІК АЖК – 2%. Розроблений новий склад ІК у вигляді суміші двох інгібіторів дозволив отримати високоефективний інгібітор анодно-катодної дії, що перевищує захисну ефективність АКОР-1 у 1,4 рази, АЖК у 1,1 разів. Результати випробувань впливу інгібіторів корозії у складі РКП на якісні показники показали: а) інгібітор АЖК не збільшує масову частку сірки, навіть при 10% концентрації масова частка сірки склала 5,8 г/кг, що значно нижче за норму згідно ДСТУ 32511 (не більше 10мг/кг). Інгібітор АКОР-1 значно збільшує вміст сірки при концентрації ДП в межах 2%...10% від 10 до 172 разів від допустимої норми; б) за зольністю випробування витримав інгібітор АЖК при концентрації у складі РКП 2%; в) введення інгібітора АЖК до складу РКП в діапазоні 2...10% не знижує цитанове число нижче за норму, інгібітор корозії АКОР-1 витримав випробування тільки для значення з концентрацією 2%; г) введення інгібіторів корозії підвищує мастильну здатність ДП: ІК АЖК зменшує діаметр плями зносу в 1,5...1,2 рази, а ІК АКОР-1 – в середньому в 1,2 рази; д) показники на окислювальну стабільність РКП за ДСТУ 32511 не перевищили норми; е) вплив кількості інгібітора корозії у складі РКП на температуру спалаху показало задовільний результат для усіх зразків.

Випробування, що проведені в рамках ДСТУ 14846-2020 об'ємом 450 годин, показали відсутність слідів газової ерозії днищ поршнів і поверхні циліндрів, а також незначний знос гільз циліндрів на верхньому поясі в інтервалі 9...15 мкм тільки у разі використання ДП. Енергетичні та економічні показники відповідають технічним умовам заводу-виробника, їх значення різняться залежно від виду палива на 3...5%. Двигун у процесі випробувань запускався з 1...3 спроб та працює стійко. При роботі двигуна на РКП спостерігалось

зниження викидів окису вуглецю та вуглецю на 7,4 та 13,3% відповідно. Таким чином, випробування показали, що дизельний двигун витримав випробування на безвідмовність відповідно до критеріїв, визначених в ДСТУ 14846-2020.

Аналіз результатів отриманих з використанням фізичної моделі показав високу ефективність захисних матеріалів, а також дозволив провести якісну оцінку розподілу та характеру ураження пластин в залежності від середовища вода-дизельне паливо. Наявність води в дизельному паливі призводить до збільшення зносу деталей транспортного засобу в 1,3 рази. Введення інгібітора корозії АЖК зменшує діаметр зносу в 16 рази, а АКOP-1 – збільшує в 125 рази.

Список літератури

1. Dahatonde, B.; Kadam, M.; Gupta, S. Review: Degradation of automotive clear coat caused by bird droppings. *Paintindia* 2020, 70, 78–90.
2. Zaneti, R.N.; Etchepare, R.; Rubio, J. Car Wash Wastewater Treatment and Water Reuse—A Case Study. *Water Sci. Technol.* 2013, 67, 82–88.

ПІДВИЩЕННЯ ЗБЕРЕЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПРИ ДОВГОМУ ЗБЕРІГАННІ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

В роботі показано, що у паливній системі протікає під впливом кліматичних факторів електрохімічна корозія, а під впливом експлуатаційного середовища – хімічна корозія. При тривалому зберіганні відбувається обводнення ДП у баку, об'єм води у відстої становить від 300 до 700 мл.

Ключові слова: дизельне паливо, збережність, корозія, консерваційне паливо.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAVY-DUTY VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I.

The paper shows that electrochemical corrosion occurs in the fuel system under the influence of climatic factors, and chemical corrosion under the influence of the operating environment. During prolonged storage, diesel fuel in the tank is watered, the volume of water in the sediment ranges from 300 to 700 ml.

Keywords: diesel fuel, preservation, corrosion, preservation fuel.

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІСНИХ МАШИН В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ НА ОСНОВІ ІНДИКАТОРІВ ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО ТА ПРОДУКТИВНОСТІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У сучасному агропромисловому виробництві ефективність використання колісної техніки є ключовим чинником економіки всього господарства. Традиційні підходи до оцінки ефективності зводяться до обліку витрати пального на гектар або тонну продукції, однак такий підхід не враховує комплексної динаміки експлуатації техніки, змінні умови ґрунту, погодні фактори та особливості навантаження [1].

Для побудови більш об'єктивної системи контролю було запропоновано індикативну модель, в якій ключовими параметрами виступають питома витрата пального на одиницю корисної роботи (наприклад, на гектар обробки або перевезену масу) та коефіцієнт продуктивності, який враховує час активної роботи машини, її технічну готовність та фактичне навантаження. Такий підхід дозволяє оцінити не лише технічний стан, а й рівень організації роботи машини в аграрному процесі [2].

Дослідження проводилось на базі 12 машин типу MT3-82, Claas Arion 420 та John Deere 6155M протягом двох сільськогосподарських сезонів у центральній Україні. Збір даних здійснювався за допомогою CAN-інтерфейсу, GPS-навігації та супутникових трекерів, синхронізованих з бортовими терміналами. Було встановлено, що середня витрата пального для обробітку ґрунту становить 19,2 л/га, але при цьому коливання між екземплярами сягали до 30% в залежності від стану шин, буксування, щільності ґрунту, а також правильності регулювання навісного обладнання та взаємодії з агрегатом.

Запровадження системи індикативного оцінювання з подальшим аналізом через платформу Power BI дозволило виявити «вузькі місця» експлуатації, розробити рекомендації з регулювання тиску в шинах, оптимального баластування та зниження холостих пробігів. У результаті вдалося зменшити питому витрату пального в середньому на 12%, підвищити коефіцієнт використання змінного часу на 9% та скоротити середній пробіг без навантаження на 18% [3]. Такі результати свідчать про ефективність поєднання технічного аналізу з цифровими інструментами обліку, що формує підґрунтя для створення автоматизованих систем управління агропарком техніки. У перспективі така модель може бути інтегрована у виробничі ERP-системи аграрних холдингів.

Список літератури

1. Ратушняк Г.С., Бондарчук С.М. Системний аналіз технічної експлуатації колісних машин. – К.: НУБіП України, 2021. – 176 с.
2. Xue, L., & Zhang, Y. (2020). Fuel consumption modeling in agricultural vehicles based on operation dynamics. Computers and Electronics in Agriculture, 169, 105207.
3. ISO 22865:2018. Tractors and machinery for agriculture — Measurement of field efficiency.

**ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІСНИХ
МАШИН В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ НА ОСНОВІ ІНДИКАТОРІВ
ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО ТА ПРОДУКТИВНОСТІ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

Запропоновано індикативну модель оцінювання ефективності експлуатації колісних машин на основі аналізу витрати пального та коефіцієнта продуктивності.

Ключові слова: колісна машина, витрата пального, продуктивність, ефективність, аналіз, аграрний сектор.

**EFFICIENCY EVALUATION OF WHEELED MACHINES IN AGRICULTURE
BASED ON FUEL CONSUMPTION AND PRODUCTIVITY INDICATORS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

An indicative model is proposed to evaluate the operational efficiency of wheeled agricultural machines based on fuel consumption and productivity metrics.

Keywords: wheeled machine, fuel consumption, productivity, efficiency, analysis, agriculture.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АНТИБЛОКУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ КОЛИВАННЯХ НОРМАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ

д.т.н., професор Ребров О.Ю.

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна*

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

Колесо, основним елементом якого є шина, виконує функції опорного (підтримуючого), ведучого або гальмівного та напрямного елементів. Взаємодію еластичного автомобільного колеса з опорною поверхнею прийнято оцінювати його вихідними характеристиками. Найбільш важливими з них є: залежність поздовжньої реакції R_x від прослизання S і поперечної реакції R_y від кута відведення δ . Вивченню характеристик взаємодії автомобільного колеса з опорною поверхнею присвятили свої праці багато вчених. Численними експериментальними дослідженнями встановлено, що залежності $R_x = F(S)$ або відношення R_x до нормального навантаження $\varphi_x = R_x / R_z = F(S)$ досягають максимального значення при деякому проковзуванні $S_{кр}$ званому критичним (рис. 1). Залежність $\varphi = F(S)$ отримала у літературі назву $\varphi - S$ діаграми. У зоні докритичного прослизання характер залежності чи $R_x = F(S)$ або $\varphi_x = F(S)$ визначаються, переважно, пружними властивостями шини і, головним чином, її тангенціальною еластичністю. При $S \geq S_{кр}$ превалююче значення набувають зчіпні властивості шини і опорної поверхні. Вони оцінюються коефіцієнтом зчеплення φ_m , що є відношенням максимальної поздовжньої реакції до нормального навантаження. При юзовому гальмуванні R_x і φ_x , як правило, нижче своїх максимальних значень і це зниження найбільш значно на вологих, забруднених, засніжених і обмерзлих дорогах (див. рис. 1, б). Залежності $R_y = F(\delta)$ або $\varphi_y = R_y / R_z = F(\delta)$ протікають якісно аналогічно залежностям $R_x = F(S)$. При навантаженні колеса одночасно бічними і поздовжніми силами залежності $R_y = F(\delta)$ і $R_x = F(\delta)$ істотно змінюються. Навантаження колеса гальмівною або тяговою силою призводить до зменшення поперечної реакції і, навпаки, реалізація поперечної реакції супроводжується зниженням поздовжньої. Як показують дослідження, зі зростанням прослизання відбувається зниження R_y і φ_y . Це зниження відбувається найбільш інтенсивно при $S > S_{кр}$.

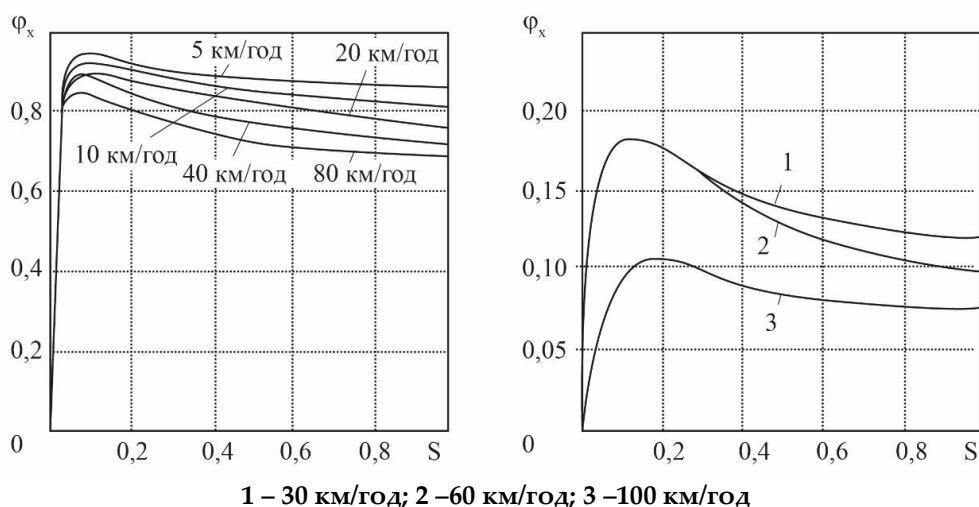


Рисунок 1.1 – Експериментальні діаграми при гальмуванні з різними швидкостями на сухій асфальто-бетонній (а) та на обмерзлій дорозі (б)

Список літератури

1. Belrzaeg, M., Ahmed, A. A., Almabrouk, A. Q., Khaleel, M. M., Ahmed, A. A., Almkhtar, M. Vehicle dynamics and tire models: An overview (2021) *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 12 (1), pp. 331-348.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АНТИБЛОКУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ КОЛИВАННЯХ НОРМАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ

д.т.н., професор Ребров О.Ю., д.т.н., професор Калінін Є.І.

В роботі розроблено математичний опис елементів АБС, а також пакет програм, що дозволяють моделювати роботу даних систем на ПК з похибкою, що не перевищує 5%.

Ключові слова: гальмівна система, автомобіль, АБС, нормальне навантаження.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAVY-DUTY VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Doctor of Technical Sciences, Professor Rebrov O.Yu., Doctor of Technical Sciences, Professor Dr. Kalinin E.I.

In this work, a mathematical description of the ABS elements and a software package have been developed to simulate the operation of these systems on a PC with an error not exceeding 5%.

Keywords: braking system, car, ABS, normal load.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

асистент Костюк С.Ю.

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

У сучасних умовах експлуатації автомобільного транспорту особливої важливості набуває питання ефективної діагностики гальмівної системи, яка є критичною для безпеки дорожнього руху. З огляду на тенденцію до автоматизації технічного обслуговування транспортних засобів, дедалі частіше застосовуються комп'ютеризовані методи контролю технічного стану, що базуються на аналізі цифрових сигналів, зчитаних із електронних блоків управління або спеціалізованих датчиків. Проте обробка великого обсягу даних у реальному часі ставить нові вимоги до алгоритмічного забезпечення таких систем.

Метою цієї роботи є дослідження та оптимізація алгоритмів обробки даних, які використовуються при комп'ютерній діагностиці гальмівної системи, з метою підвищення точності виявлення несправностей, зменшення часу обробки сигналів та зниження навантаження на обчислювальні ресурси.

У тезі розглянуто сучасні архітектури комп'ютерних діагностичних систем, включаючи CAN-шину, OBD-II протокол та системи ESP/ABS, а також алгоритми, що обробляють вхідні дані про тиск у магістралях, кут обертання коліс, навантаження на педаль гальма, температуру гальмівних колодок тощо. Встановлено, що найбільш поширеними є алгоритми фільтрації, кореляційного аналізу, логічного аналізу подій та класифікації на основі порогових значень.

Було запропоновано низку покращень, зокрема впровадження модифікованого алгоритму цифрового згладжування сигналів із динамічним вікном, який дозволяє зменшити вплив шумів у даних, не втрачаючи оперативності діагностики. Також використано методику побудови адаптивних нейронних мереж, які навчаються на основі реальних сценаріїв гальмування та дозволяють прогнозувати появу несправностей до їх фактичного прояву.

У роботі надано приклади виявлення несправностей, таких як несиметричне спрацювання коліс, недостатній тиск у контурі, залипання електромагнітного клапана ABS, із застосуванням удосконалених алгоритмів. Було проведено порівняльний аналіз часу обробки даних і точності виявлення несправностей до і після впровадження оптимізованих рішень.

Результати дослідження засвідчили, що запропоновані алгоритми дозволяють скоротити час діагностики до 20–30% порівняно зі стандартними підходами, а точність виявлення критичних несправностей зросла до 95–97%.

У підсумку, оптимізація алгоритмів обробки даних у комп'ютерній діагностиці гальмівної системи сприяє підвищенню надійності транспортних засобів, зменшенню кількості аварійних ситуацій та підвищенню рівня автоматизації в технічному обслуговуванні автомобілів. Запропоновані рішення можуть бути інтегровані у вже існуючі діагностичні комплекси або використані при розробці нових поколінь автомобільних систем безпеки.

Список літератури

1. Madhup M., Shah N., Wadhwani P. Investigation of surface morphology, anti-corrosive and abrasion resistance properties of nickel oxide epoxy nanocomposite (NiO-ENC) coating on mild steel substrate // Progress in Organic Coatings. – 2015. – Vol. 80. – P. 1–10.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ

асистент Костюк С.Ю.

У тезі розглянуто сучасні архітектури комп'ютерних діагностичних систем, включаючи CAN-шину, OBD-II протокол та системи ESP/ABS

Ключові слова: діагностика, несправність, експлуатація.

OPTIMIZATION OF DATA PROCESSING ALGORITHMS FOR COMPUTER DIAGNOSTICS OF THE BRAKE SYSTEM

Assistant Kostiuk S.Y.

The thesis discusses modern architectures of computer diagnostic systems, including CAN-bus, OBD-II protocol and ESP/ABS systems

Keywords: diagnostics, malfunction, operation.

Секція 4

**«Інтелектуальні системи мобільних машин.
Системи точного землеробства»**

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ КОЛІСНИХ МАШИН НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЯМ

д.т.н., професор Калінін Є.І., Костюк С.Ю.

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

Зменшити кількість аварій, травм та жертв дозволяють системи безпеки автомобіля, які поділяють на системи пасивної та активної безпеки. Системи пасивної безпеки автомобіля діють в основному під час аварії, а також після неї, і спрямовані на зниження тяжкості наслідків зіткнень. Системи активної безпеки (САБ) можна розділити на традиційні, метою яких є забезпечення керованості та курсової стійкості автомобіля, система запобігання буксуванню ведучих коліс, та системи нового покоління, робота яких спрямована на запобігання зіткненням автомобіля з іншими учасниками дорожнього руху або елементами дорожньої обстановки.

На основі статистики ДТП, зібраної державами та міжнародними організаціями у галузі безпеки дорожнього руху, а також збільшення числа патентів, що реєструються, можна зробити висновок, що дослідження та розвиток САБ транспортних засобів, що запобігають зіткненню, є важливим та актуальним завданням.

Випробування автомобіля з використанням розроблених алгоритмів ухилення від зіткнень проводилися на автополігоні у вересні 2022 р. та у лютому-березні 2023 р. Випробування полягали у виконанні маневрів об'їзду віртуальної перешкоди за допомогою екстреної перебудови.

Ширина лінії приймалася рівною 3,5 м, що відповідає розмітці для маневру «Переставка» ДСТУ 31507-2012 «Автотранспортні засоби. Керованість та стійкість». На рис. 1 представлені фрагменти випробувань на сухому асфальті та укоченому снігу.



Рисунок 1 – Фрагменти дорожніх випробувань: маневр на асфальті (ліворуч); маневр на укоченому снігу (праворуч)

Маневри виконувались так: рухаючись у режимі автоматичного управління, автомобіль збільшував швидкість до цільового значення, не змінюючи напрями руху; при досягненні цільової швидкості проводилася перебудова на паралельну поздовжній осі автомобіля лінію, розташовану на відстані 3,5 м, за допомогою автоматичного керування кутом повороту РК за допомогою траєкторного регулятора, що тестується. Цільова швидкість підвищувалася від заїзду до заїзду з кроком 5 км/год і досягала 100 км/год у випробуваннях на сухому асфальті з літніми шинами, 80 км/год – на сухому асфальті та зимовими шинами, 70 км/год – на укоченому снігу із зимовими шинами.

За результатами проведення випробувань визначалася мінімальна безпечна відстань (R_6) до перешкоди, на якій необхідно розпочати виконання маневру ухилення, щоб запобігти зіткненню з урахуванням зон безпеки завширшки 1 метр навколо перешкоди. Геометричні розміри перешкоди були прийняті рівними габаритним розмірам автомобіля, що випробовується.

Параметри курсового регулятора з ПІ-регулятором та чотириконтурного регулятора у літніх випробуваннях на сухому асфальті налаштовувалися емпірично, і з цими ж налаштуваннями виконувалось моделювання.

Налаштування для укоченого снігу та сухого асфальту з використанням зимових шин були оптимальними і при моделюванні, і при випробуваннях, але в ході дорожніх експериментів проводилося їхнє додаткове калібрування. Усього було проведено 64 заїзди на сухому асфальті з літніми шинами, 161 заїзд на сухому асфальті із зимовими шинами, 143 заїзди на укоченому снігу із зимовими шинами. На рис. 2 – 4 представлено порівняння результатів дорожніх випробувань та моделювання маневрів на сухому асфальті з літніми шинами з використанням курсового регулятора з ПІ-регулятором та чотириконтурного регулятора.

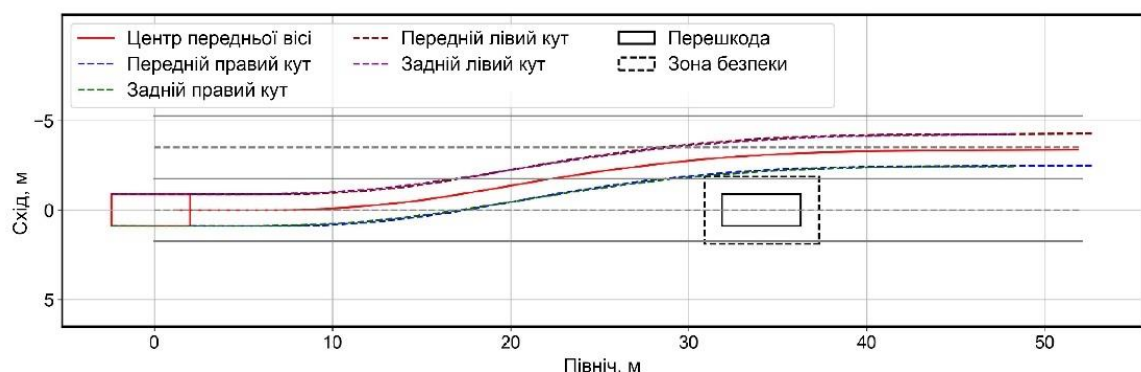


Рисунок 2 – Траєкторія руху автомобіля при виконанні маневру

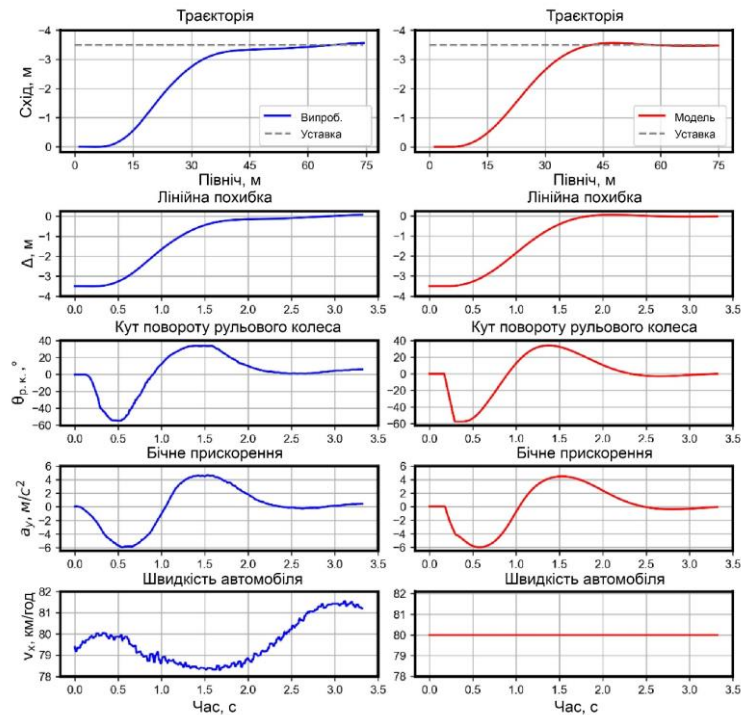


Рисунок 3 – Результати дорожнього випробування (ліворуч) та математичного моделювання (праворуч) при використанні курсового регулятора з ПІ-регулятором (сухий асфальт, літні шини)

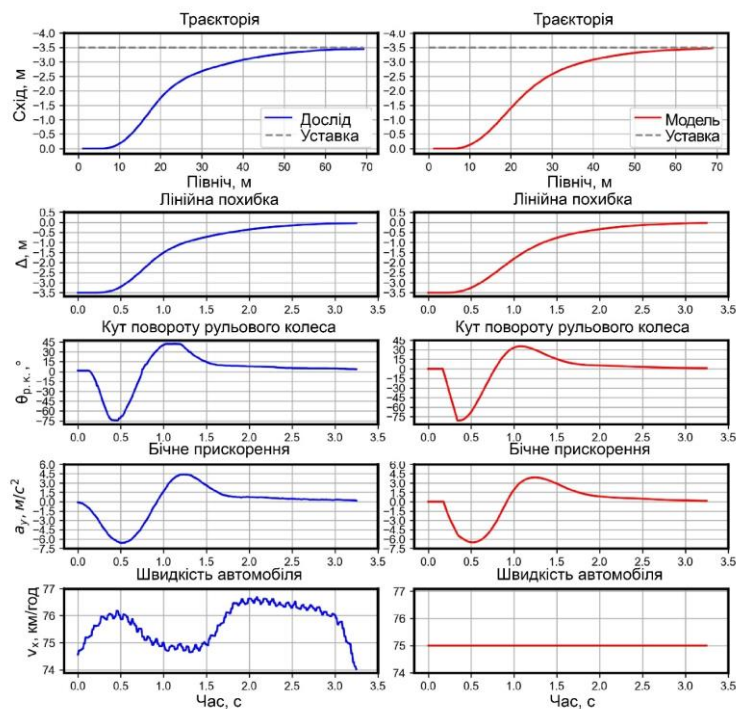


Рисунок 4 – Результати дорожнього випробування (ліворуч) та математичного моделювання (праворуч) при використанні чотириконтурного регулятора (сухий асфальт, літні шини)

Проведені дорожні випробування підтвердили працездатність регуляторів, що виконують екстрені маневри ухилення від зіткнень, та відповідність їх характеристик безпеці та якості результатам теоретичних досліджень на поверхнях як з високим, так і з низьким зчепленням шин. Дослідження, що виконане за допомогою методу NMPC, показало, що використання екстреного маневрування замість екстреного гальмування дозволяє зменшувати відстань, на якій можна запобігти зіткненню.

Список літератури

1. Hamlet A.J., Emami P. and Crane C.D. The cognitive driving framework: joint inference for collision prediction and avoidance in autonomous vehicles: Proceedings of the 15th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS), 2015. – P.1714-1719.
2. Aga, M. and A. Ogada. Analysis of Vehicle Stability Control Effectiveness from Accident Data. The 18th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Proceedings, 2003. – 7 p.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
ВЕЛИКОТОНАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АГРАРНОГО
ВИРОБНИЦТВА**

д.т.н., професор Калінін Є.І., Костюк С.Ю.

В роботі запропоновано новий метод дослідження та розробки алгоритмів запобігання зіткненням на основі нелінійного модельно-прогностичного управління. У методі використовується оригінальний критерій оптимізації, що забезпечує максимальну інтенсивність маневрів, мінімальну коливність перехідного процесу, стабілізацію автомобіля в смузі руху та облік зниження нормальних реакцій на колесах автомобіля для запобігання його перекиданню.

Ключові слова: автомобіль, динаміка, безпека руху, запобігання зіткненням, стабілізація.

**INCREASING THE EFFICIENCY OF HEAVY-DUTY VEHICLES IN
AGRICULTURAL PRODUCTION**

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kostiuk S.Y.

The paper proposes a new method for research and development of collision avoidance algorithms based on nonlinear model predictive control. The method uses an original optimisation criterion that ensures maximum intensity of manoeuvres, minimum variability of the transient process, stabilisation of the car in the lane and consideration of the reduction of normal reactions on the car wheels to prevent its overturning.

Keywords: car, dynamics, traffic safety, collision avoidance, stabilisation.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ВАНТАЖНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ НА ОСНОВІ V2X ТЕХНОЛОГІЙ

д.т.н., професор Калінін Є.І., Курілко Д.В.

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

Найважливішим завданням сільськогосподарського виробництва – забезпечення подальшого зростання продуктивності праці при збереженні високої якості виконання сільськогосподарських робіт. Одним із найбільш ефективних засобів підвищення продуктивності є впровадження систем точного землеробства, при використанні яких здійснюється диференційоване внесення доз добрив, норм висіву, поливу залежно від неоднорідності поля за різними показниками. Реалізація такого підходу стала можливою завдяки появі систем глобального позиціонування (GPS, GALILEO), розвитку бортової електроніки та робочих механізмів сільгоспмашин. Системи точного землеробства, засновані на використанні радіонавігаційних систем, набули широкого поширення у США, Канаді та країнах західної Європи, активно відбувається їх впровадження на території України. У численних публікаціях відзначається висока ефективність систем точного землеробства під час виконання сільськогосподарських робіт, а також економія палива, добрив та гербіцидів. Одним з найбільш важливих елементів системи точного землеробства є системи підрулювання та автопілотування, що дозволяють здійснювати керування рухом без участі водія (або за його мінімальною участю).

Однак, на сучасному рівні розвитку даних технологій можна ставити питання про автоматизацію не тільки тракторів, а і вантажних автомобілів, які в межах поля виконують однотипні операції по однаковим коридорам руху. Тому автоматизація руху вантажних автомобілів є сучасним та актуальним питанням.

Спроековано та створено електромеханічну систему управління рухом, яка використовує супутникові радіонавігаційні системи GPS. Система забезпечує рух по траєкторії без участі водія і може бути використана для управління різними колісними машинами. Для перевірки коректності роботи всіх програмно-апаратних складових системи, злагодженої їх взаємодії між собою, алгоритмів локального та глобального регулювання, а також з метою заміни дорогих польових випробувань, отримана електромеханічна система керування проходила процес налагодження в лабораторних умовах на експериментальному стенді «підвіска легкового автомобіля».

При проведенні експерименту на стенді реально існують передні керовані колеса, рульове управління і розроблений пристрій, що підрулює. Засіб замінюється його механіко-математичною моделлю диференціальних рівнянь руху. При інтегруванні рівнянь в реальному часі система глобального регулювання по відхиленням трактора від траєкторії,

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

що задається, визначає необхідне значення поточного кута повороту керованих коліс, що забезпечує задається рух.

Система локального регулювання реалізує наближення поточного кута повороту керованих коліс до кута, що задається. Крім цього, для наближення експерименту до реальних умов в механіко-математичну модель були введені впливи, що обурюють, що діють з боку ґрунту на колеса. На рис. 1 та 2 представлено зовнішній вигляд експериментального стенду, а також комплект обладнання та апаратури для проведення випробувань.



Рисунок 1 – Експериментальний стенд з керуючим електродвигуном та ПК із програмою управління та блок, що інтегрує в собі апаратні компоненти системи управління



Рисунок 2 – . Кріплення датчика кута повороту керованих коліс

Розроблено прикладне ПЗ, що забезпечують функціонування системи управління та реалізує алгоритми локального та глобального регулювання, а також управління рухом у режимі реального часу. Програмне забезпечення має модульну структуру, що дає змогу доповнювати систему новими апаратними компонентами. Проведено апробацію системи управління в лабораторних умовах. Імітувався рух в режимі реального часу на експериментальному стенді «кермо-передня підвіска автомобіля». Результати випробувань підтвердили працездатність системи та

алгоритмів управління. При русі прямолінійною траєкторією для автомобіля максимальне відхилення склало 0,03 м, середнє квадратичне відхилення – 0,01 м, для причепа: 0,02 м та 0,01 м відповідно.

Список літератури

1. Al-Sultan S, Al-Doori MM, Al-Bayatti AH, Zedan H (2014) A comprehensive survey on vehicular ad hoc network. J Netw Comput Appl 37(Supplement C):380–392
2. Barr R, Haas ZJ, van Renesse R (2005) Jist: an efficient approach to simulation using virtual machines. Softw Pract Exp 35(6):539–576
3. Behrisch M, Bieker L, Erdmann J, Krajzewicz D (2011) Sumo–simulation of urban mobility: an overview. In: Proceedings of the third international conference on advances in system simulation, ThinkMind
4. Bellavista P, Caselli F, Foschini L (2014) Implementing and evaluating v2x protocols over itetris: traffic estimation in the colombo project. In: Proceedings of the fourth ACM international symposium on development and analysis of intelligent vehicular networks and applications, ACM, DIVANet '14, pp 25–32.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ВАНТАЖНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ НА ОСНОВІ V2X ТЕХНОЛОГІЙ

д.т.н., професор Калінін Є.І., Курілко Д.В.

В роботі спроектовано та створено електромеханічну систему управління рухом, яка використовує супутникові радіонавігаційні системи GPS. Система забезпечує рух по траєкторії без участі водія і може бути використана для управління різними колісними машинами.

Ключові слова: вантажний автомобіль, управління рухом, супутникова радіонавігація, GPS.

DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR UNMANNED CARGO VEHICLES BASED ON V2X TECHNOLOGIES

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kurilko D.V.

In this paper, an electromechanical motion control system using GPS satellite radio navigation systems is designed and created. The system provides movement along a trajectory without driver participation and can be used to control various wheeled vehicles.

Keywords: truck, traffic control, satellite radio navigation, GPS.

ІНТЕГРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ АВТОНОМНОМУ РУСІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Автоматизація мобільних машин в агропромисловому секторі неможлива без впровадження систем штучного інтелекту для автономної навігації в умовах непередбачуваних середовищ. Однією з найбільш перспективних технологій у цьому напрямі є використання комп'ютерного зору для виявлення статичних і динамічних перешкод. У системах точного землеробства це дозволяє забезпечити безпечне переміщення техніки полем, зменшити ризик зіткнень та уникнути втрат продуктивності.

Дослідження було проведено на базі мобільної платформи з гусеничним приводом, обладнаної відеокамерами формату RGBD, лазерним лідаром та модулем GPS RTK. Для обробки зображень використовувались алгоритми сегментації YOLOv5 та DeepLabv3+, адаптовані під польові умови із частковою втратою контрасту та високою кількістю шумів [1]. Застосовано фреймворк ROS для побудови карти перешкод та інтеграції з системою автономної навігації.

У результаті експериментів встановлено, що точність виявлення перешкод на відстані до 12 метрів становила 94%, при цьому середня затримка в реакції системи не перевищувала 0,3 секунди. Додаткове використання фільтрів Кальмана дало змогу передбачати рухомі об'єкти (люди, тварини, транспорт) з похибкою до 0,5 м. Тестування в реальних умовах показало зниження кількості помилкових зупинок на 28% у порівнянні з базовими методами обробки на основі тільки лідару.

Результати підтверджують ефективність комбінованого підходу до виявлення перешкод у мобільних машинах за допомогою комп'ютерного зору, а також створюють основу для впровадження більш комплексних моделей прогнозування поведінки об'єктів у зоні дії автономної техніки.

Список літератури

1. Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. arXiv preprint arXiv:1804.02767.
2. ROS.org. Robot Operating System. Available: <https://www.ros.org>
3. Chen, L.C. et al. (2018). Encoder-decoder with atrous separable convolution for semantic image segmentation. ECCV, 833–851.

ІНТЕГРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ АВТОНОМНОМУ РУСІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

У роботі розглянуто підхід до виявлення перешкод мобільними машинами на основі систем комп'ютерного зору та нейронної сегментації з метою підвищення безпеки автономного руху.

Ключові слова: автономна мобільна машина, комп'ютерний зір, штучний інтелект, навігація, точне землеробство.

INTEGRATION OF COMPUTER VISION INTO INTELLIGENT SYSTEMS OF MOBILE MACHINES FOR DETECTING OBSTACLES DURING AUTONOMOUS DRIVING

Ph.D., professor Stepanov O.V.

This study presents an approach to obstacle detection for mobile vehicles using computer vision and neural segmentation to enhance safety in autonomous field navigation.

Keywords: autonomous mobile machine, computer vision, artificial intelligence, navigation, precision agriculture.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ВОДІЯ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

Кількість ДТП, спричинених станом втоми чи ослабленої уваги водія за кермом транспортного засобу, з кожним роком зростає та призводить до травматизму серед населення у всьому світі. Багато водіїв за кермом автомобіля відчують втому або ослаблену увагу, і вони навіть не підозрюють про те, що знаходяться в такому стані.

В якості вирішення цієї проблеми науковою спільнотою було запропоновано підхід до розробки систем активної безпеки, спрямованих на запобігання аварійним ситуаціям на основі моніторингу поведінки водія та своєчасного оповіщення водія про поточну ситуацію за рахунок генерації йому контекстно-орієнтованих рекомендацій. Проте, використання алгоритмів персоналізації поведінки та стилю водіння того чи іншого водія на основі статистики управління ТЗ з використанням віддаленого сервісу дозволить розширити можливості таких систем та розробити розподілену систему попередження аварійних ситуацій (далі РСПАС), що враховує інформацію про профіль водія, ТЗ, поточний контекст, попередній досвід використання системи та статистику взаємодії між іншими учасниками та системою, що у свою чергу відрізняє дане рішення від існуючих відеореєстраторів та пристроїв електроніки, що несуться.

Таким чином, розробка системи моніторингу поведінки водія, що виконує визначення небезпечного стану водія в кабіні ТЗ та його попередження про можливість виникнення аварійної ситуації за рахунок генерації контекстно-орієнтованих рекомендацій із використанням смартфона, є актуальним та затребуваним завданням.

При реалізації модуля калібрування використовувався підхід, який аналізує просте ковзне середнє (Simple Moving Average, SMA) на інтервалі значень, що надходять з сенсорів. Механізм ручного калібрування включає визначення відхилення положення голови водія від орієнтації смартфона (точніше, орієнтації Землі) з метою коректної роботи алгоритму розпізнавання небезпечного стану, втоми у поведінці водія.

Щоб забезпечити повноту і точність параметрів, що обчислюються, мобільним додатком встановлюється тимчасовий період рівний 10 секунд, протягом якого відбувається накопичення результатів аналізу лицьових характеристик водія з передньої камери смартфона. Це завдання виконується за допомогою вбудованого в Android класу CountdownTimer, що дозволяє реалізувати програмний таймер зі зворотним відліком. У процесі даного калібрування голова водія повинна бути

спрямована прямо у напрямку руху транспортного засобу. Обчислення параметрів нахилу та повороту голови водія, що калібруються, реалізовано мовою Kotlin.

Екран калібрування положення голови водія представлений на лівій частині рис. 1. Зовнішня межа прямокутника позначає область, в якій повинна бути голова водія. Внутрішня межа прямокутника та точки на обличчі водія показують результат пошуку та розпізнавання його лицьових характеристик. При необхідності водій може наблизити або віддалити (функція «Зумування») зображення з фронтальної камери смартфона за допомогою повзунка, тим самим знайшовши відповідну для модуля калібрування роздільну здатність зображення обличчя. На правій частині рис. 1 зображено екран налаштування гучності повідомлень для попереджувальних сигналів та рекомендацій водію.

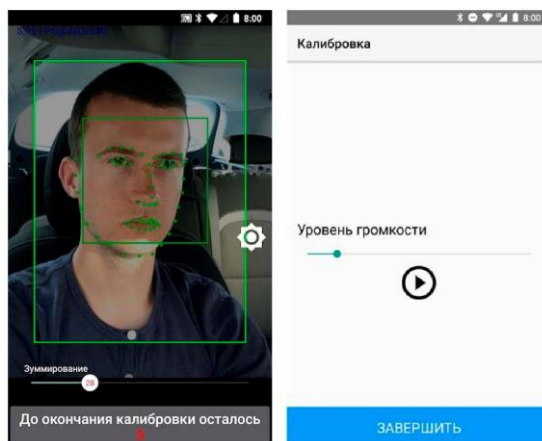


Рисунок 1 – Етапи калібрування програми. Ліворуч показано екран калібрування положення голови водія, а праворуч – екран налаштування гучності звукових повідомлень

Мобільний додаток, що встановлюється на смартфон водія, розроблений для пристроїв на базі операційної системи Android з мінімальною підтримуваною версією Android 4.2 і цільовою версією, що дорівнює Android 8.1.

Мобільний програмний комплекс побудований на основі застосування статично типізованих мов програмування, що офіційно підтримуються платформою Android, якими є Java, Kotlin, C++. Незважаючи на те, що спочатку стандартною мовою розробки мобільних програм для Android був Java, мова Kotlin [15] забезпечує безпеку на рівні компіляції коду, має лаконічний і простий синтаксис, зворотну сумісність з Java. Зважаючи на те, що мова Kotlin почала використовуватися при розробці мобільного додатка після його офіційної підтримки компанією Google у платформі Android, колишня частина проекту залишається мовою Java.

Аналіз поведінки водія ТЗ на основі детектування, відстеження та розпізнавання його лицьових характеристик на зображенні реалізований мовою програмування C++ за допомогою програмних бібліотек комп'ютерного зору OpenCV та машинного навчання Dlib. Для виконання програмного коду, написаного на C++ і скомпільованого у вигляді динамічних бібліотек (з розширенням .so), з Java були використані JNI

інтерфейси, що реалізують механізм пізнього зв'язування. Інші компоненти, такі як модуль прийняття рішень, модуль генерації рекомендацій та планування завдань, були написані мовами Java та Kotlin.

Список літератури

1. A. Geisberger, A. Khajepour, and F. Golnaraghi. Modelling of a hydraulic mount with a new MDOF decoupler using bondgraphs. Department of Mechanical Engineering. University of Waterloo. Waterloo. Ontario. Canada X2L 3G1.
2. Corcoran P.E., Ticks A. Hydraulic Engine Mount Characteristics// SAE paper, 2023. – №840407. – 9 p.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ВОДІЯ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Запропоновано контекстно-орієнтований підхід до створення розподіленої системи попередження аварійних ситуацій водія та генерації йому рекомендацій з використанням фронтальної камери та сенсорів смартфона, що дозволяє системі адаптуватися до стилю водіння у процесі її функціонування за рахунок аналізу та групування профілів водіїв та виділення патернів їхньої поведінки в кабіні транспортного засобу.

Ключові слова: автомобіль, динаміка, пасивна безпека, моніторинг, стан водія, смартфон.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HEAVY-DUTY VEHICLES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I.

A context-oriented approach to the creation of a distributed system for preventing driver emergencies and generating recommendations using the front camera and smartphone sensors is proposed, which allows the system to adapt to the driving style in the course of its operation by analysing and grouping driver profiles and identifying patterns of their behaviour in the vehicle cabin.

Keywords: car, dynamics, passive safety, monitoring, driver's state, smartphone.

ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

асистент Костюк С.Ю.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Вбудовані системи діагностування працюють на основі інтеграції датчиків, електронних блоків управління (ECU) та програмного забезпечення. Датчики встановлюються на ключових вузлах автомобіля: двигуні, трансмісії, гальмовій системі, підвісці тощо. Вони збирають дані про фізичні параметри (температуру, тиск, швидкість обертання тощо) і передають їх до ECU.

Електронний блок управління аналізує отримані дані відповідно до заданих алгоритмів і визначає відхилення від нормальних значень. У разі виявлення несправностей система генерує коди помилок або попередження для водія через інформаційний дисплей або індикатори на панелі приладів.

Моніторинг стану компонентів: ВСД дозволяють контролювати роботу двигуна, трансмісії, гальмової системи та інших важливих вузлів.

Попередження про несправності: Система повідомляє водія про потенційні проблеми через світлові або звукові сигнали.

Самодіагностика: Стандартизовані протоколи OBD-II дозволяють зчитувати коди помилок і проводити аналіз несправностей за допомогою спеціального обладнання.

Оптимізація роботи: ВСД можуть автоматично коригувати режими роботи окремих компонентів для підвищення ефективності використання палива та зменшення шкідливих викидів.

Інтеграція з іншими системами: Сучасні ВСД можуть взаємодіяти з навігаторами, мобільними додатками та хмарними сервісами для збору й аналізу даних.

Типи вбудованих засобів діагностування

1. **Датчики:** датчики температури охолоджувальної рідини, датчики тиску масла, лямбда-зонди для контролю складу вихлопних газів, датчики ABS для моніторингу гальмового зусилля.

2. **Електронний блок управління (ECU):** центральний процесор автомобільної електронної системи, аналізує дані від датчиків і приймає рішення щодо коригування роботи компонентів.

3. **Системи самодіагностики OBD-II:** стандартизований інтерфейс для доступу до кодів помилок і параметрів роботи автомобільних систем, використовується як професійними сервісами, так і приватними користувачами через адаптери Bluetooth або Wi-Fi.

4. **Інформаційно-діагностичні дисплеї:** відображають інформацію про стан автомобільних систем у реальному часі, можуть бути інтегрованими в панель приладів або доступними через мобільний додаток.

Переваги вбудованих систем діагностування:

Підвищення безпеки руху

ВСД оперативно реагують на критичні ситуації (наприклад, перегрів двигуна чи низький рівень масла), що дозволяє уникнути аварійних ситуацій.

Завдяки своєчасному попередженню про необхідність технічного обслуговування скорочуються витрати на ремонт серйозних поломок.

Контроль токсичності вихлопних газів сприяє дотриманню екологічних стандартів Euro 6/7 та зменшенню негативного впливу транспорту на довкілля.

Інтуїтивно зрозумілі інтерфейси спрощують процес моніторингу стану автомобільних компонентів навіть для недосвідчених користувачів.

Технічна складність

Збільшення кількості електронних компонентів ускладнює конструкцію автомобілів і підвищує їхню собівартість. Це також створює виклики щодо забезпечення надійності таких складних систем.

Для забезпечення сумісності між різними виробниками потрібна уніфікація протоколів передачі даних (наприклад, CAN-шина) та інтерфейсів діагностики (OBD-II).

У майбутньому ВСД будуть відігравати ключову роль у забезпеченні безпеки автономного транспорту шляхом постійного моніторингу його технічного стану та взаємодії із зовнішнім середовищем через V2X-технології.

Вбудовані системи діагностування є невід'ємною частиною сучасного автотранспорту й мають вирішальне значення для забезпечення безпеки руху, економічної ефективності експлуатації та екологічної відповідальності транспортної галузі. Їхній розвиток відкриває новий етап у технологічній еволюції автомобілів завдяки інтеграції штучного інтелекту й автоматизованого управління транспортними засобами. Перспективним напрямком є також розробка універсальних стандартів і протоколів обміну даними між різними виробниками задля створення більш інтегрованої екосистеми автотранспорту майбутнього.

Список літератури

1. Lauro Strapasson Neto, Gabriel G. Zimmermann, Samir P. Jasper , Daniel Savi, Luiz R. Sobenko. Energy efficiency of agricultural tractors equipped with continuously variable and full powershift transmission systems. Engenharia Agricola. Volume 42. Issue 1. 2022.
2. Bellavista P, Caselli F, Foschini L (2014) Implementing and evaluating v2x protocols over itetris: traffic estimation in the colombo project. In: Proceedings of the fourth ACM international symposium on development and analysis of intelligent vehicular networks and applications, ACM, DIVANet '14, pp 25–32.

ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

асистент Костюк С.Ю.

Вбудовані системи діагностування - невід'ємна частина сучасного автотранспорту й мають вирішальне значення для забезпечення безпеки руху, економічної ефективності експлуатації та екологічної відповідальності транспортної галузі.

Ключові слова: самодіагностика, безпека руху, датчики.

BUILT-IN CAR DIAGNOSTIC SYSTEMS

Assistant Kostiuk S.Y.

Embedded diagnostic systems are an integral part of modern vehicles and are crucial for ensuring traffic safety, economic efficiency and environmental responsibility in the transportation industry.

Keywords: self-diagnosis, traffic safety, sensors.

АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ НОРМОЮ ВИСІВУ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА З УРАХУВАННЯМ ЗОНАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОЛЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У рамках концепції точного землеробства особливої актуальності набуває адаптивне керування агротехнологічними операціями відповідно до просторової мінливості ґрунтових умов. Однією з критичних операцій є регулювання норми висіву сільськогосподарських культур у режимі реального часу, що дозволяє знизити витрати на насіння, підвищити врожайність і зменшити вплив людського чинника.

У дослідженні використано зернову сівалку, оснащену електроприводами висівних апаратів та контролером, що підключається до системи точного позиціонування на базі GPS RTK. До системи керування інтегровано блок прийому карт агрохімічного зонування поля, які попередньо були сформовані на основі даних про вміст гумусу, вологість ґрунту та рельєф місцевості [1]. Реалізовано алгоритм адаптації норми висіву на основі логіки нечітких множин (fuzzy logic), яка дозволяє плавно змінювати норму в межах 120–220 кг/га залежно від характеристик мікрозони поля.

Результати натурних випробувань, проведених у Черкаській області на полі площею 46 га, показали підвищення рівномірності сходів на 18% у порівнянні з традиційною фіксованою нормою висіву. Витрати насіння знизилися в середньому на 11%, при цьому не було виявлено статистично значущого зменшення густоти рослин у критичних зонах. Агрономічний ефект був підтверджений збільшенням врожайності в зоні з оптимально підібраною нормою на 0,42 т/га [2].

Отримані результати доводять доцільність застосування інтелектуальних методів керування в технологіях сівби та створюють основу для подальшого впровадження комплексних систем агроаналітики.

Список літератури

1. Gebbers, R., & Adamchuk, V.I. (2010). Precision agriculture and food security. Science, 327(5967), 828–831.
2. Mulla, D.J. (2013). Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps. Biosystems Engineering, 114(4), 358–371.
3. ISO 12188-2:2012. Tractors and machinery for agriculture and forestry – Performance test procedures – Part 2: Data exchange.

АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ НОРМОЮ ВИСІВУ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА З УРАХУВАННЯМ ЗОНАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОЛЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

Досліджено адаптивне керування нормою висіву на основі карт агрозонування та нечіткої логіки, що забезпечує підвищення ефективності сівби в умовах змінної родючості ґрунтів.

Ключові слова: точне землеробство, норма висіву, агрозонування, сівалка, інтелектуальна система.

ADAPTIVE CONTROL OF SEEDING RATE IN PRECISION FARMING SYSTEMS WITH REGARD TO ZONAL HETEROGENEITY OF THE FIELD

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The study explores adaptive seed rate control based on zoning maps and fuzzy logic to improve seeding efficiency in variable soil fertility conditions.

Keywords: precision agriculture, seed rate, field zoning, seeder, intelligent system.

Секція 5

**«Мобільні енергетичні засоби та їх використання
в аграрному секторі»**

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КЕРОВАНOSTІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ З ФРОНТАЛЬНИМ ГРУНТООБРОБНИМ ЗНАРЯДДЯМ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

к.т.н., доцент Поляшенко С.О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Одним з перспективних напрямів сучасного розвитку сільського господарства є створення комбінованих машинно-тракторних агрегатів (МТА), що складаються з тягового засобу, фронтального і заднього знаряддя. Такі агрегати, здійснюючи кілька операцій за один прохід, заощаджують людські та паливно-енергетичні ресурси, захищають ґрунт від надмірної руйнації та ущільнення, збільшують продуктивність праці, максимально завантажують енергонасичені трактори тощо. Проте використання таких агрегатів створює певні проблеми, саме – негативний вплив фронтально навішаного знаряддя на стійкість і керованість машинно-тракторного агрегату у процесі руху. При недостатній стійкості руху машинно-тракторного агрегату з фронтальною начіпкою часом неможливо досягти високих техніко-економічних показників, а головним чином складно забезпечити агротехнічні показники застосування МТА, що утруднює їх використання або робить економічно недоцільним.

Застосування в конструкції механізму фронтального навішування пружного елемента забезпечує пружне з'єднання сільськогосподарського знаряддя з трактором, що, з одного боку, створює можливість його повороту в той же бік, що й керовані колеса, а це покращує стійкість і керованість руху агрегату в цілому за рахунок зменшення сил опору від знаряддя при повороті трактора, з другого боку, забезпечує повернення знаряддя в нейтральне положення.

У зв'язку з цим проведення теоретичних та експериментальних досліджень руху трактора з фронтально навішеним знаряддям та пружним елементом у навісній системі, вибір найбільш раціональних конструктивних параметрів навісного механізму та пружного елемента, здатних підвищити стійкість руху МТА, є актуальним завданням.

Метою роботи є забезпечення високих показників керованості машинно-тракторного агрегату з фронтальним ґрунтообробним знаряддям, при одночасному збереженні стійкості його руху, за рахунок зниження негативного впливу сил опору з боку знаряддя на поворот агрегату при маневруванні в міжряддя просапних культур.

Об'єкт дослідження – машинно-тракторний агрегат, що включає енергетичний засіб, пристосування для фронтального навішування культиваторів і культиватор.

Предмет дослідження – процес руху машинно-тракторного агрегату з фронтально навішеним знаряддям.

В результаті досліджень розроблено математичну модель руху агрегату у складі трактора та фронтально навішеного знаряддя. Визначено зв'язки між поворотом керованих коліс трактора та поворотом фронтально навішеного знаряддя. Запропоновано конструкцію навісного пристрою, що забезпечує, з одного боку, стійкість руху фронтально навішеного знаряддя, з іншого, що підвищує керованість машинно-тракторного агрегату, засновану на можливості повороту знаряддя, з метою зменшення дії сил, що перешкоджають криволінійному руху агрегату.

Проведено польові випробування трактора з фронтально навішеним знаряддям, які підтвердили адекватність отриманих математичних моделей. Схожість результатів була в межах 85...90%. За результатами аналізу теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено, що пружне з'єднання фронтального знаряддя з трактором дозволяє, з одного боку, забезпечити стійке положення знаряддя відносно трактора, з іншого, зменшити момент опору повороту при русі МТА по криволінійній траєкторії на 35...38% в порівнянні з агрегатом з жорстко закріпленим фронтальним навішенням. У разі прямолінійного руху стійкість збільшується на 20...25% порівняно з рухом трактора з жорстко закріпленим знаряддям.

Керованість агрегату з модернізованою системою навішення склала 0,72, що було достатньо для забезпечення керованого руху у всьому діапазоні експериментальних заїздів. Керованість трактора на холостому ході склала 0,82. Керованість агрегату з жорстким кріпленням знаряддя склала 0,28. Даний агрегат мав незадовільну керованість, але сам процес руху міг бути можливий або прямою ділянкою гону, або при русі по синусоїді з періодом не менше 45...50 м. При цьому кути повороту керованих коліс МТА знаходилися в межах $\pm 7^\circ$, а кут відхилення культиватора – в межах $\pm 3^\circ$, що було достатньо для забезпечення керованого руху в усьому діапазоні експериментальних заїздів. Дисперсія відхилень робочого органу від заданої траєкторії руху при пружному з'єднанні (рух по синусоїді) становила близько 15,7 см², при жорсткому з'єднанні – 38 см² і при цьому 60% траєкторії руху робочий орган знаходився за межами захисних зон. У разі руху по прямій дисперсія відхилень робочого органу від заданої траєкторії руху при пружному з'єднанні – 9,7 см², при жорсткому – 6,2 см², у той же час дисперсія відхилення центру мас трактора, що рухається з жорстко закріпленим знаряддям – 5,9 см², а з пружним кріпленням знаряддя – 3,8 см², і близька за своїм значенням до показника трактора на холостому ході – 2,9 см².

Список літератури

1. Pessina, D.; Tadini, V.; Galli, L.E. (2024) Survey on the Stability of Tractor-Implement Combination on Increasing Slopes. In: Berruto, R., Biocca, M., Cavallo, E., Cecchini, M., Failla, S., Romano, E. (eds) Safety, Health and Welfare in Agriculture and Agro-

Food Systems. SHWA 2023. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 521. Springer, Cham, pp. 164–171.

2. Li, H.; Liu, X. (2024) Stability of a Tractor with Implement by Employing Fluid-Based Inerters into Front Axle Suspension. In: Liu, Z., Li, R., He, X., Zhu, Z. (eds) Advances and Challenges in Advanced Unmanned Aerial Systems. ICAUAS 2023. Springer Aerospace Technology. Springer, Singapore, pp. 369–377.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КЕРОВАНOSTІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ З ФРОНТАЛЬНИМ ҐРУНТООБРОБНИМ ЗНАРЯДДЯМ

д.т.н., професор Калінін Є.І. , к.т.н., доцент Поляшенко С.О.

В роботі за результатами аналізу теоретичних та експериментальних досліджень було встановлено, що пружне з'єднання фронтального знаряддя з трактором дозволяє, з одного боку, забезпечити стійке положення знаряддя відносно трактора, з іншого, зменшити момент опору повороту при русі МТА по криволінійній траєкторії на 35...38% в порівнянні з агрегатом з жорстко закріпленим фронтальним навішенням.

Ключові слова: тракторний агрегат, фронтальна навіска, стійкість руху, керованість, динаміка.

ENSURING THE CONTROL INDICATORS OF A MACHINE-TRACTOR UNIT WITH A FRONTAL SOIL-WORKING IMPLEMENT

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., PhD, Associate Professor Polyashenko S.O.

Based on the results of theoretical and experimental research, it was established that the elastic connection of the front implement to the tractor allows, on the one hand, to ensure a stable position of the implement relative to the tractor and, on the other hand, reduce the turning resistance moment when the MTA moves along a curved trajectory by 35–38% compared to an aggregate with a rigidly fixed front hitch.

Keywords: tractor unit, front mounting, stability, manoeuvrability, dynamics.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МТА, ЩО ВАРІЮЮТЬСЯ, ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

к.т.н., доцент Колеснік І.В.,

здобувач вищої освіти Хропатий Є.І.

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

Грунтообробні агрегати, створювані з урахуванням тракторів тягово-енергетичної концепції, дедалі більше впроваджуються у технології возделывання сільськогосподарських культур. Пов'язано це, як правило, із застосуванням комбінованих агрегатів здатних за один прохід виконувати кілька технологічних операцій, а також зі збільшенням діапазону робочих швидкостей руху агрегатів, призначених для ресурсозберігаючих технологій. Такі енергетичні засоби, крім потужності двигуна, що реалізується через ходову систему, мають запас потужності двигуна, яку можна реалізувати через вал відбору потужності. Поява надлишку потужності двигуна, у разі використання трактора тільки в тяговому варіанті, неприпустимо для класичної тягової концепції, так як це призводить до істотного перевитрати палива, що є невідновлюваною сировиною, що, по суті, знижує ефективність його використання. Крім цього, діючі на трактор динамічні навантаження з боку ґрунтового фону істотно впливають на його кінематичні втрати, що змушує враховувати обмежувальні пороги при встановленні номінального режиму його роботи.

При експлуатації тракторів дана проблема вирішується шляхом узгодження режимів роботи та експлуатаційних параметрів трактора у складі ґрунтообробного агрегату за критеріями ресурсозбереження.

Тому обґрунтування критеріальних умов, що дозволяють призначати оптимальні значення режимів роботи та експлуатаційних параметрів трактора, що використовується у складі МТА різного технологічного призначення, є перспективним напрямом зниження погектарного витрат палива.

Основними чинниками, які впливають ефективність роботи колісних тракторів у складі МТА, являються:

1. Вплив довкілля. Коливальний характер впливу довкілля надає найбільш несприятливий вплив як у енергетичні параметри трактора, і на техніко-економічні і агро-технічні показники всього МТА. Даний фактор слід розглядати як некерований, так як характеристики оброблюваного матеріалу слід вважати змінними, навіть у рамках одного поля.

2. Фактори, обумовлені динамічними властивостями двигуна, суміщенням його швидкісної характеристики з навантажуючими і перетворюючими характеристиками

трансмисії, а також відхиленнями їх параметрів від встановлених номінальних значень. Дані фактори визначаються значеннями енергетичних і масових характеристик трактора (експлуатаційна маса трактора m_e , колісна формула, розподіл маси трактора по осях λ_1, λ_2 , номінальна експлуатаційна потужність двигуна N_e , крутний момент M_n , коефіцієнт пристосовності двигуна $k_M = \frac{M_{\max}}{M_n}$, частота обертання колінчастого валу двигуна n_n).

3. Група факторів, пов'язана з організаційними та керуючими впливом тракториста та технічними заходами з оптимального завантаження двигуна та вибору швидкісного режиму роботи трактора.

Аналіз перелічених факторів показує, що до параметрів МТА, що варіюються, можна віднести масові параметри трактора (експлуатаційна маса трактора, розподіл маси трактора по осях). Інші параметри можна розглядати як некеровані. Частина з них встановлюється заводом-виробником і регламентована під конкретну технологічну операцію, інша частина (третя група факторів) обмежена по можливості їх застосування.

Список літератури

1. Кобець М. І., Волик В. І., Пугач М. І. Грунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія. Дніпро: ДДАЕУ, 2011. 320 с.
2. Ярошенко П. М. Комбіновані грунтообробні агрегати та ефективність їх використання в умовах Полісся // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції. Житомир: ЖАЕК, 2016. С. 42–45.
3. Рак В. С., Ковцун І. О. Дослідження ефективності комбінованих агрегатів для передпосівного обробітку ґрунту // Тези доповідей студентської науково-технічної конференції. Тернопіль: ТНТУ, 2020. С. 78–80.
4. Підготовка ґрунту в системі ресурсозберігаючих технологій: зб. матеріалів наук.-практ. конф. Кропивницький: КНТУ, 2016. 152 с.
5. Машини для обробітку ґрунту та сівби: навч. посіб. / за ред. І. Г. Кобилянського. Київ: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2018. 278 с.

АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МТА, ЩО ВАРІЮЮТЬСЯ, ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Хропатий Є.І.

У дослідженні порівнюється ефективність використання грунтообробних агрегатів, виконаних за тягово-енергетичною концепцією на базі колісних тракторів. Наголошується на перевагах комбінованих агрегатів, здатних виконувати кілька технологічних операцій за один прохід, та важливості адаптації їх робочих швидкостей

до ресурсозберігаючих технологій. Аналізу піддаються критичні чинники: надлишкова потужність двигуна, яка може призводити до перевитрат палива, а також вплив динамічного навантаження від ґрунту на кінематичні втрати трактора. Для оптимізації роботи пропонується критеріальне регулювання режимів та параметрів трактора у складі агрегату, що дозволяє знизити витрати палива на гектар. Також класифіковано групи основних факторів: ненаправлені екологічні, динамічного характеру (двигун, трансмісія), а також пов'язані з експлуатаційною діяльністю трактора та тракториста.

Ключові слова: ґрунтообробний агрегат, тягово-енергетична концепція, комбіновані агрегати, ресурсозбереження, кінематичні втрати, динамічне навантаження, робочі режими трактора, оптимізація палива.

ANALYSIS OF VARIABLE PARAMETERS OF THE MTA DURING THE TECHNOLOGICAL PROCESS

Ph.D., associate professor Kolesnik I., student of higher education Khropaty E.

The study compares the efficiency of using tillage units made according to the traction-energy concept based on wheeled tractors. The advantages of combined units capable of performing several technological operations in one pass and the importance of adapting their operating speeds to resource-saving technologies are emphasized. Critical factors are analyzed: excess engine power, which can lead to excessive fuel consumption, as well as the influence of dynamic soil load on the kinematic losses of the tractor. To optimize the work, a criterion-based regulation of the modes and parameters of the tractor as part of the unit is proposed, which allows reducing fuel consumption per hectare. The main groups of factors are also classified: non-directional environmental, dynamic (engine, transmission), and those related to the operational activities of the tractor and the tractor operator.

Keywords: tillage unit, traction and energy concept, combined units, resource saving, kinematic losses, dynamic load, tractor operating modes, fuel optimization.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО МОБІЛЬНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Економія пального є одним із ключових завдань експлуатації мобільних енергетичних засобів в аграрному секторі. Зростання цін на паливо та необхідність зменшення викидів шкідливих речовин обумовлюють актуальність розробки методів управління паливною ефективністю під час виконання основних польових робіт. Найбільш енерговитратними вважаються операції обробітку ґрунту, транспортування вантажів та посів, тому саме на ці процеси слід орієнтувати оптимізаційні підходи.

У ході дослідження було проведено польові вимірювання витрати пального на тракторах класу 1.4 та 2.0 під час виконання передпосівного обробітку та культивуації. Обладнання включало витратоміри пального, CAN-логери та GPS-трекери. Дані аналізувалися із застосуванням платформи Power BI з метою виявлення закономірностей. У результаті встановлено, що витрата пального зростає на 18–22% у разі перевищення рекомендованої глибини обробітку на 25%. Також зафіксовано до 15% зниження паливної ефективності за наявності пробуксовування понад 12% [1].

На основі отриманих даних було сформульовано рекомендації щодо впровадження адаптивного регулювання навантаження за сигналами від системи навігації та датчиків буксування. Експериментальне впровадження такої системи на тракторі з електронним керуванням трансмісією показало скорочення витрати пального в середньому на 9,4% без зменшення продуктивності [2].

Таким чином, використання інструментів цифрової аналітики для контролю навантаження та налаштування режимів руху дозволяє значно знизити витрати на паливо та зменшити екологічний слід мобільної енергетичної техніки в аграрному виробництві.

Список літератури

1. Ратушняк Г.С., Дяченко В.М. Технічна експлуатація тракторів в аграрному виробництві. – К.: НАУ, 2021. – 192 с.
2. Hasan, M., & Belal, M. (2020). Data-driven fuel efficiency optimization in agricultural tractors. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121447.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО МОБІЛЬНИМИ ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПРИ ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

Розглянуто методи зниження витрати пального мобільними енергетичними машинами під час аграрних операцій за рахунок адаптивного керування та цифрового моніторингу.

Ключові слова: мобільні енергетичні засоби, паливна ефективність, агротехнології, буксування, навігація.

OPTIMIZATION OF FUEL CONSUMPTION BY MOBILE ENERGY EQUIPMENT DURING AGRICULTURAL OPERATIONS

Ph.D., professor Stepanov O.V.

This paper explores methods for reducing fuel consumption in mobile energy machines during agricultural operations using adaptive control and digital monitoring.

Keywords: mobile energy vehicles, fuel efficiency, agrotechnologies, slippage, navigation.

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА НА ОПЕРАЦІЯХ РОСЛИННИЦТВА

к.т.н., доцент Шевченко І.О.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

З урахуванням перспективного розширення обсягів сільськогосподарських площ, необхідні розробка та застосування технічних та технологічних рішень, що сприяють культурному освоєнню земельних ділянок, що мають великий кут ухилу або під'їзні шляхи з високою поздовжньою або поперечною крутістю доріг, і які в даний час не використовуються через відсутність спеціальних енергетичних засобів для їхньої обробки.

Мета дослідження – встановлення впливу поздовжньо-поперечної стійкості колісного мобільного енергетичного засобу на його технологічні параметри за умов схилених земель.

Об'єкт дослідження – процес виконання сільськогосподарських робіт машинно-тракторними агрегатами на дрібноконтурних полях та земельних ділянках, що мають значний кут ухилу.

Предмет дослідження – вивчення закономірностей, що визначають вплив процесів перерозподілу зчіпної ваги на підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів при виконанні механізованих робіт на дрібноконтурних полях та земельних ділянках, що мають значний кут ухилу.

Запропоновано методологічне обґрунтування підбору та алгоритм формування конструкції пристроїв для підвищення поздовжньо-поперечної стійкості колісного МЕЗ.

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень виявлено вплив пристрою з перерозподілу ваги на поперечну стійкість та продуктивність МТА. Так при збільшенні кута нахилу поверхні з 0 до 20 градусів вертикальне навантаження на колеса серійного трактора, що знаходяться нижче по схилу, збільшилося з 12 кН до 16 кН, а у коліс, що знаходяться вище по схилу – знизилося з 12 кН до 8 кН. Для МЕЗ із встановленим МСХС відповідно перерозподіл вертикального навантаження склав: при збільшенні кута нахилу поверхні з 0 градусів до 20 градусів вертикальне навантаження на колеса експериментального трактора, що знаходяться нижче по схилу, збільшилося з 12 кН до 13 кН, а у коліс, що знаходяться вище по схилу – знизилося з 12 кН до 11 кН.

Таким чином, застосування МСХС не дозволило знизити навантаження на рушій, що знаходиться вище по схилу, в межах 4 кН за рахунок перерозподілу ваги.

Встановлено, що використання запропонованого пристрою підвищує тягово-зчіпні властивості МЕЗ, за рахунок перерозподілу зчіпної ваги та коригування вертикального навантаження на рушії.

Експериментально підтверджено, що застосування в ходовій системі МЕЗ перерозподільного пристрою дозволило знизити величину буксування за однакового тягового зусилля з серійним МЕЗ.

Так, при тяговому зусиллі 13,6 кН буксування серійного трактора становило 15,52 %, тоді як у трактора з МСХС – 9,1 %. При збільшенні тягового зусилля до 14,0 кН буксування відповідно становило 22% та 11,2%. Тягове зусилля МЕЗ із пристроєм на 12,6 % більше порівняно із серійним.

Список літератури

1. Білоконь Я.Ю., Окоча А. Трактори і автомобілі: Підручник.–К.: Урожай, 2002. – 318с.
2. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: Підручник: У 3 кн. / А.Ф. В.Ф. Орлов, О.П. Строков; За ред. А.Ф. Головчука – К.: Грамота, 2003 – Кн.1: Трактори. – 336 с

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ КОЛІСНОГО ТРАКТОРА НА ОПЕРАЦІЯХ РОСЛИННИЦТВА

к.т.н., доцент Шевченко І.О, д.т.н., професор Калінін Є.І.

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень виявлено вплив пристрою з перерозподілу ваги на поперечну стійкість та продуктивність МТА.

Ключові слова: колісний трактор, МЕЗ, стійкість руху, поперечна стійкість, стабілізація.

ENSURING THE CONTROL INDICATORS OF A MACHINE-TRACTOR UNIT WITH A FRONTAL SOIL-WORKING IMPLEMENT

Doctor of Technical Sciences, PhD, Associate Professor Polyashenko S.O.

Theoretical and experimental studies have revealed the influence of a weight redistribution device on the transverse stability and productivity of MTAs.

Keywords: wheeled tractor, MEZ, motion stability, transverse stability, stabilisation.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У рамках концепції точного землеробства особливої актуальності набуває адаптивне керування агротехнологічними операціями відповідно до просторової мінливості ґрунтових умов. Однією з критичних операцій є регулювання норми висіву сільськогосподарських культур у режимі реального часу, що дозволяє знизити витрати на насіння, підвищити врожайність і зменшити вплив людського чинника.

У дослідженні використано зернову сівалку, оснащену електроприводами висівних апаратів та контролером, що підключається до системи точного позиціонування на базі GPS RTK. До системи керування інтегровано блок прийому карт агрохімічного зонування поля, які попередньо були сформовані на основі даних про вміст гумусу, вологість ґрунту та рельєф місцевості [1]. Реалізовано алгоритм адаптації норми висіву на основі логіки нечітких множин (fuzzy logic), яка дозволяє плавно змінювати норму в межах 120–220 кг/га залежно від характеристик мікрозони поля.

Результати натурних випробувань, проведених у Черкаській області на полі площею 46 га, показали підвищення рівномірності сходів на 18% у порівнянні з традиційною фіксованою нормою висіву. Витрати насіння знизилися в середньому на 11%, при цьому не було виявлено статистично значущого зменшення густоти рослин у критичних зонах. Агрономічний ефект був підтверджений збільшенням врожайності в зоні з оптимально підбраною нормою на 0,42 т/га [2].

Отримані результати доводять доцільність застосування інтелектуальних методів керування в технологіях сівби та створюють основу для подальшого впровадження комплексних систем агроаналітики.

Крім техніко-економічних переваг, гібридні мобільні енергетичні засоби сприяють покращенню умов праці оператора. Зниження рівня шуму та вібрацій позитивно впливає на тривалість безперервної роботи та зменшує втому. Це особливо важливо під час тривалих змін у періоди польових кампаній, коли навантаження на персонал є максимальним.

Список літератури

1. Karkee, M., & Steward, B.L. (2019). Hybrid electric tractors in precision agriculture: Performance and efficiency. *Applied Engineering in Agriculture*, 35(5), 701–708.

2. European Commission. (2022). Sustainable agricultural mechanization strategy. Brussels: EU AgriTech Reports.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

д.т.н., професор Степанов О.В.

У роботі проаналізовано енергетичну ефективність мобільної гібридної техніки в аграрному секторі на основі польових випробувань.

Ключові слова: гібридний трактор, енергоспоживання, рекуперація, навантаження, аграрна техніка.

EFFICIENCY ANALYSIS OF MOBILE ENERGY EQUIPMENT WITH HYBRID POWERTRAIN IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The study analyzes the energy efficiency of hybrid mobile equipment in the agricultural sector based on field tests.

Keywords: hybrid tractor, energy consumption, regeneration, load, agricultural machinery.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ МОДИФІКОВАНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА

асистент Колеснік Ю.І.,

здобувач вищої освіти Павлюк Дмитро

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

Для вибору відповідного модифікатора в паливо були сформульовані наступні вимоги:

1. Можливість модифікування палива в умовах експлуатації.
2. Витрати на обробку не перевищують 6 ... 8% від вартості палива.
4. Підвищення цетанового числа палива не менше 2 ... 4 одиниць.

Для перевірки відповідності висунутим вимогам було прийнято 3 зразка присадок: модифікатор дизельного палива Liqui Moly - Super Diesel Additive; Багатофункціональна присадка Castrol TDA; багатофункціональна присадка Bio petro improver.

Органолептичний аналіз показав, що в нормальних умовах перші дві присадки по агрегатному стані відносяться до рідин, остання являє собою тверду речовину. При знайомстві з керівництвом по застосуванню присадок виявлено відсутність спеціальних вимог до процесу внесення модифікаторів в дизельне паливо. Після додавання кожна з трьох присадок розчиняється в дизельному паливі повністю. Відзначено, що присадці Bio petro improver, у вигляді порошку, на повне розчинення потрібно до 5 хв. Таким чином, всі три типи присадок відповідають вимогам пункту 1.

Оскільки цетанове число дизельного палива опосередковано впливає на показники потужності двигуна необхідно оцінити здатність розглянутих присадок до зміни цього показника. За відомостями при застосуванні присадок Liqui Moly - Super Diesel Additive і Castrol TDA збільшення цетанового числа дизельного палива склало 1,3 і 0,6 відповідно, що не відповідає вимогам пункту 3. Згідно з результатами досліджень, представлених в таблиці 1, збільшення цетанового числа дизельного палива, при використанні присадки Bio petro improver, склало 6 одиниць. Таким чином, пункту 3 вимог відповідає тільки присадка Bio petro improver (рисунок 1).

Наукових даних застосування нафталіну в якості присадки в дизельне паливо в вивченої технічній літературі нами не виявлено. Відомий досвід застосування нафталіну в якості присадки для підвищення октанового числа бензинів в США в 50-х роках. Однак незабаром від його застосування вирішено було відмовитися, оскільки для отримання значущого ефекту підвищення детонаційної стійкості його доводилося додавати в концентраціях понад 3,0%. Тривала робота двигуна внутрішнього згоряння

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

на подібному паливі сприяла появі відкладень у паливній системі, що призводило до порушення роботи карбюратора.

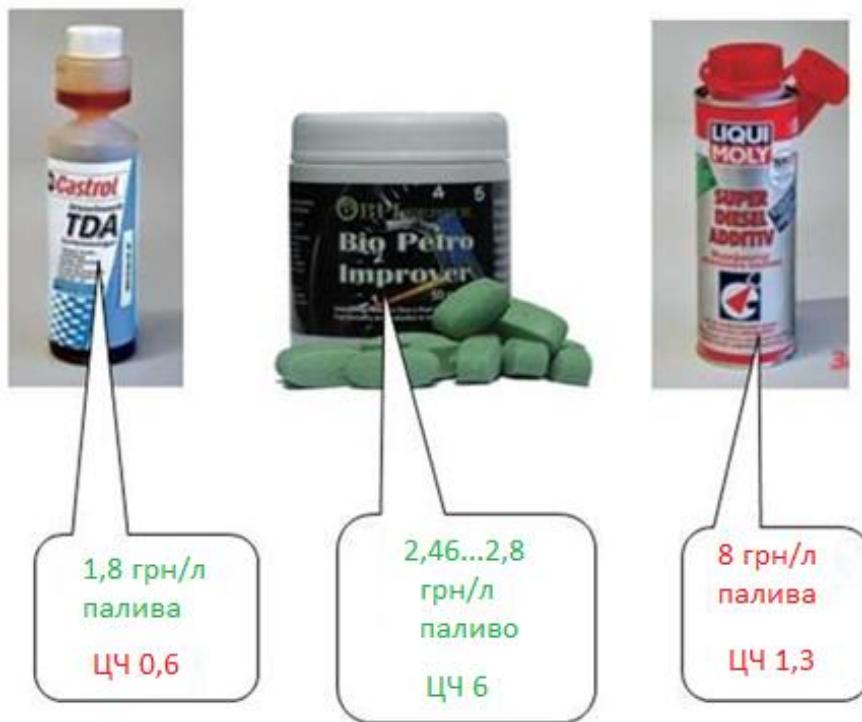


Рисунок 1 - Прийняті до вибору зразки присадок-модифікаторів

Остаточним аргументом вибору присадки ВРІ послужила відносно проста технологія її виробництва, тобто реальна можливість імпортозаміщення.

Згідно з вимогами технічного регламенту Митного союзу ТР ТЗ 013/2011 «Про вимоги до автомобільного та авіаційного бензину, дизельного і суднового палива, палива для реактивних двигунів і мазуту» вимоги до змісту в паливі ароматичних вуглеводнів суттєво обмежується. З цієї причини було прийнято рішення про додавання в випробний стандартне дизельне паливо максимально можливих концентрацій присадки ВРІ.

Було зроблено припущення про можливу зміну якісних показників стандартного дизельного палива. Це зажадало лабораторного аналізу фізико-хімічних властивостей модифікованого палива в порівнянні зі стандартним дизельним паливом, яке відповідало вимогам ГОСТ 305-82. Для оцінки впливу присадки ініціює згоряння ВРІ на фізико-хімічні властивості модифікованого дизельного палива було проведено порівняльне лабораторне дослідження на 2-х рівнях модифікування. Результати порівняння зразків представлені в таблиці 1.

Лабораторні дослідження щодо впливу присадки на зміну цетанового числа дизельного палива, виконані на прикладі ShatoxSX-100K, виявили його максимальний приріст з 46 до 52 одиниць в залежності від величини концентрації присадки в паливі (див. рисунок 2).

**Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2025»**

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Таблиця 1 - Фізико-хімічні властивості стандартного і модифікованого дизельного палива

Показники	Результат досліджень		
	Стандартне паливо	0,1 г/л палива	0,2 г/л палива
Фракційний склад: переганяється при температурі, °C			
початок кипіння	150	152	152
10%	192	192	197
20%	198	200	200
30%	207	210	211
40%	218	220	222
50%	230	230	233
60%	245	242	246
70%	261	260	264
80%	289	282	282
90%	317	312	311
95 %	331	333	334
96% (кінець перегонки)			
Обсяг випарувався палива, %			
при температурі 250°C	64	65	63
при температурі 350°C	96	96	97
Обсяг випарувався палива			
до температурі 180°C, %	6,4	6,6	7,0
до температурі 340°C, %	96	96	97
в'язкість кінематична			
при 20°C, мм²/с	2,66	2,66	2,63
при 40°C, мм²/с	1,876	1,916	1,916
Щільність при 20°C, кг/м³	810	810	810
Цетанове число, од	46	47	52
Гранична температура фільтрування, °C	- 35,2	- 34,8	- 35,1
Температура застигання, °C	- 36,5	- 36,8	- 36,4
температура помутніння, °C	-29	- 28,8	- 28,9

Примітка - цетанове число визначалося експрес методом на приладі SHATOX SX-100K.

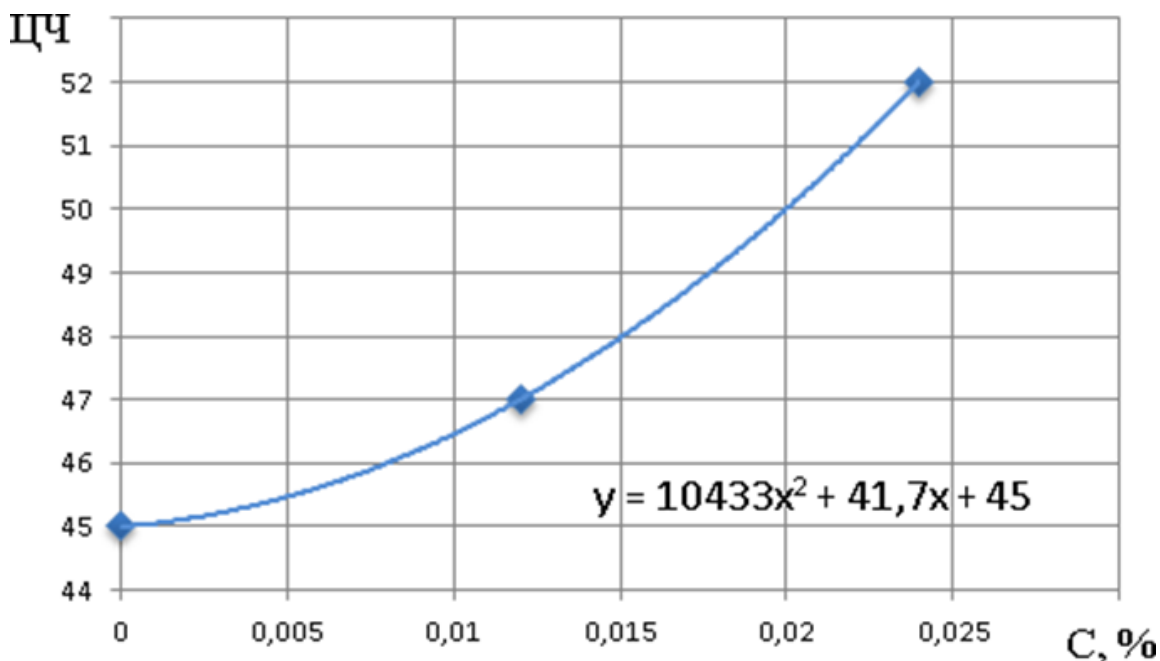
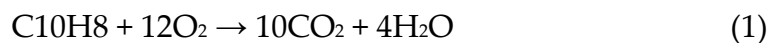


Рисунок 2 – Залежність зміни цетанового числа дизельного палива від концентрації модифікатора

Для розкриття механізму впливу модифікатора ВРІ на зміну якості дизельного палива було проведено комплекс термохімічних і термодинамічних досліджень.

Для обґрунтування ефекту підвищення потужних показників дизельного двигуна з позицій термохімії виконаємо термохімічний аналіз процесу згоряння нафталіну. Оцінка енергії Гіббса проводилася при стандартних умовах $\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0$. Температура початку реакції окислення приймалася при значенні $\Delta G^0 = 0$. Припустимо, що в камері згоряння створюються умови окислення нафталіну до утворення вуглекислого газу і води, згідно термохімічне рівняння



$$\Delta H^0_{\text{гор}} = - 5158 \text{ кДж/моль}$$

Як випливає з рівняння (1) основною умовою повного згоряння нафталіну до кінцевих продуктів є надлишок кисню. Для повного згоряння 1 моль нафталіну потрібно 12 моль кисню.

Відзначимо, що в роботі пропонується один із шляхів забезпечення необхідної потужності двигуна трактора, а саме за рахунок адаптації палива до конкретних умов експлуатації. Тобто, застосовуючи модифікатор в паливо відбувається компенсація збільшення періоду затримки самозаймання, за рахунок збільшення цетанового числа дизельного палива. Це призводить до відновлення нормального процесу тепловиділення, що в підсумку забезпечує необхідну величину потужності.

Список літератури

1. Троценко О. В. Підвищення якості моторних палив / О. В. Троценко // Паливо-мастильні матеріали. — 2021. — № 4. — С. 20–26.
2. Лях М. А., Дем'янюк О. С., Барилко О. С. Вплив депресорних і диспергаторних присадок на низькотемпературні показники дизельного палива / М. А. Лях, О. С. Дем'янюк, О. С. Барилко // Наукові праці ХНАДУ. — 2020. — № 2. — С. 38–43.
3. Топільницький П. І., Романчук В. В., Охота І. М. Ефективність депресорів та диспергаторів у дизельних паливах нафтопереробних заводів України / П. І. Топільницький, В. В. Романчук, І. М. Охота // Вісник НАУ. — 2009. — № 1. — С. 64–70.
4. Каграманян А. О., Рукавішников П. В. Дослідження впливу експлуатаційних факторів на викиди дизелів тепловозів / А. О. Каграманян, П. В. Рукавішников // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — 2020. — № 1 (244). — С. 112–117.
5. Ільїна І. О., Сидорчук І. М. Вплив модифікованих присадок на показники якості дизельного палива / І. О. Ільїна, І. М. Сидорчук // Вісник технічного університету «ХПІ». — 2021. — № 3. — С. 55–60.

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-
ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ
МОДИФІКОВАНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА**

асистент Колеснік Ю.І., здобувач вищої освіти Павлюк Дмитро

У роботі сформульовано вимоги до модифікатора дизельного палива, що може бути використаний під час експлуатації: можливість внесення за технічних умов, економічна доцільність (видатки $\leq 6-8\%$ від вартості пального) та підвищення цетанового числа на $\geq 2-4$ одиниці. Для перевірки обрано три присадки: Liqui Moly Super Diesel Additive, Castrol TDA і Bio Petro Improver (BPI). Визначено, що тільки BPI забезпечує приріст цетанового числа на 6 одиниць, що відповідає вимогам. Проведено лабораторний фізико-хімічний аналіз пального, включно з визначенням температур перегонки, в'язкості, щільності, цетанового числа та інших показників. Виконано термохімічний аналіз процесу згоряння нафталіну та обґрунтовано механізм підвищення цетанового числа. Присадка BPI визнана оптимальною через ефективність і технологічну доцільність, а також через можливості імпортозаміщення.

Ключові слова: модифікатор дизельного палива, цетанове число, присадки, термохімічний аналіз, Bio Petro Improver, фізико-хімічні властивості палива, нафталін, імпортозаміщення.

INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF MACHINERY AND TRACTOR UNITS THROUGH THE USE OF MODIFIED DIESEL FUEL

Assistant Koliesnik Yu., higher education student Pavlyuk D.

The paper formulates the requirements for a diesel fuel modifier that can be used during operation: the possibility of application under technical conditions, economic feasibility (expenditures $\leq 6-8\%$ of the cost of fuel) and an increase in the cetane number by $\geq 2-4$ units. Three additives were selected for testing: LiquiMoly Super Diesel Additive, Castrol TDA and BioPetro Improver (BPI). It was determined that only BPI provides an increase in the cetane number by 6 units, which meets the requirements. A laboratory physico-chemical analysis of the fuel was carried out, including the determination of distillation temperatures, viscosity, density, cetane number and other indicators. Thermochemical analysis of the naphthalene combustion process was performed and the mechanism of increasing the cetane number was substantiated. The BPI additive was recognized as optimal due to its efficiency and technological feasibility, as well as the possibility of import substitution.

Keywords: diesel fuel modifier, cetane number, additives, thermochemical analysis, BioPetro Improver, physicochemical properties of fuel, naphthalene, import substitution.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВО- НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ПРИЧЕПА

к.т.н., доцент Колеснік І.В.,

здобувач вищої освіти Месєвра Р.П.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

Дослідження, проведені нами у першому параграфі розділу, показали, що з дотриманні керованості трактора, коли на передні колеса припадає щонайменше 20% ваги трактора, з його гідронавеску, для середніх коефіцієнта опору пересування причепа і кута схилу полів, можна прикладати силу до 7,7 кН. Це свідчить про те, що з агрегуванні причепа з трактором може бути також вантажонесучим, тобто. необхідно використовувати тягово-довантажувальний пристрій до причепа. Огляд технічних рішень з довантаження трактора з боку причепа показав різноманіття конструктивних рішень, їх недоліки відзначені в першому розділі, але загальним недоліком є відсутність використання сили опору пересування причепа як доповнює гідронавеску трактора.

Нами запропоновано тягово-довантажувальний пристрій до причепа, де сила опору його пересування $R_{кр}$ довантажує трактор [1]. Воно складається (рисунок 1) з рами 1 поворотного візка причепа, до нижньої частини якої в поздовжньому напрямку по центру жорстко закріплений упор 2, а до передньої шарнірно закріплено дишло 3. До протилежного кінця дишла 3 жорстко прикріплена муфта 4, куди з можливістю жорстко з'єднаний з тяговим кільцем 6. До муфті 4 шарнірно прикріплена балка 7, поміщена під рамою 1 поворотного візка причепа, причому задній кінець балки 7 за допомогою сорежки 8 шарнірно з'єднаний із серединою задньої частини рами 1 поворотного візка причепа. До балки 7 в її середній частині з можливістю поздовжнього переміщення шарнірно закріплений маятник 9, верхній кінець якого оснащений роликом 10, що контактує з упором 2, причому маятник 9 щодо упору 2 розміщений під гострим кутом.

Задній кінець кронштейна 5 з'єднаний шарнірно з тягою 11, протилежний кінець якої з можливістю поздовжнього переміщення шарнірно з'єднаний з середньою частиною маятника 9.

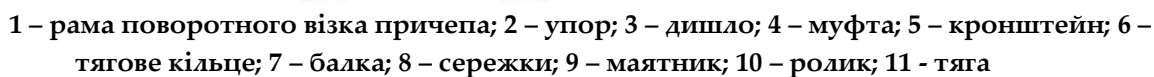


Рисунок 1 - Конструктивно - технологічна схема ТДУ до причепа

Взаємодія конструктивних елементів тягово-довантажувального пристрою один з одним і вплив їх в кінцевому підсумку на гідронавішування трактора здійснюється наступним чином: силу опору пересування причепа $P_{кр}$ (див. рисунок 1) трактор долає шляхом впливу на тягове прикріплену до кронштейна 5 тягу 11, протилежний кінець якої шарнірно з'єднаний із середньою частиною маятника 9. У точці кріплення тяги 11 до маятника 9 виникає реакція сили R_m , що дорівнює значенню $P_{кр}$, але спрямована в протилежний бік, яка розподіляється на дві складові сили: R_o і $R_{ш}$ (рисунок 2). Реакція опори R_o в точці Д діє перпендикулярно до упору 2, а в точці А, що лежить на балці 7, $R_{ш}$ - спрямована горизонтально.

Сила $R_{ш}$ є складовою сумарної сили, що діє з боку нижнього кінця маятника 9 на балку 7. Вертикальна складова сила R_v у точці А дорівнює за величиною силі R_o і спрямована вниз, вона врівноважується реакціями сил, що виникають у тяговому кільці 6 – сила P_d та сережці 8 – сила P_c (рисунок 2).

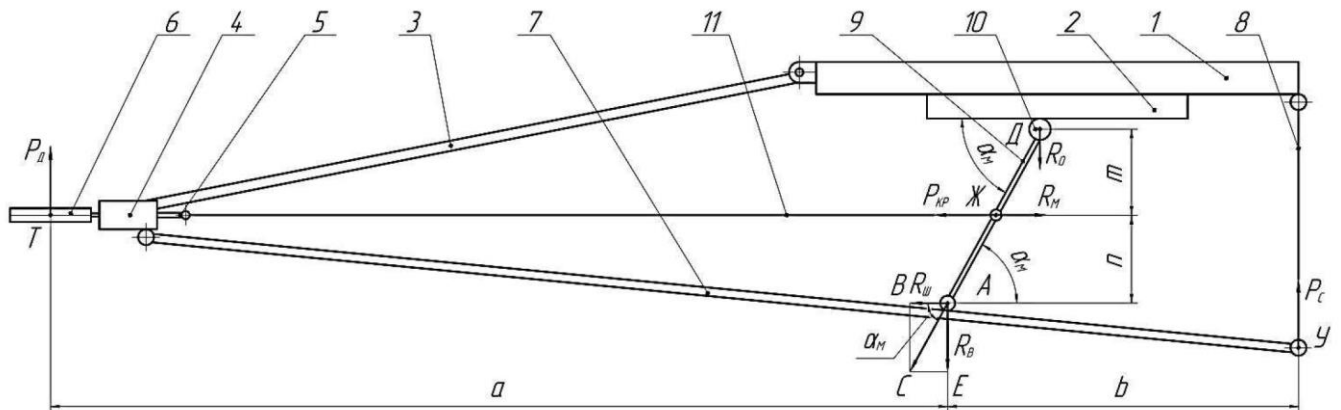


Рисунок 2 - Схема сил, які діють на тягово-довантажувальний пристрій до причепа

Таким чином, застосування запропонованого тягово-довантажувального пристрою до причепа дозволяє використовувати таку силу P_{kp} як довантажувальну трактор сили P_d , але при цьому спостерігається розвантаження передньої осі причепа, що вказує на можливість коригування номінальної його вантажопідйомності.

Список літератури

1. Олійник О. В., Сорочук М. П. Динаміка тракторно-причіпних систем: методи аналізу та оптимізації / О. В. Олійник, М. П. Сорочук // Машини і транспорт України. — 2019. — Вип. 42. — С. 15–23.
2. Ковальчук І. С. Конструкційні рішення довантажувальних пристроїв для трактора / І. С. Ковальчук // Вісник Національного аграрного університету. — 2020. — № 3 (121). — С. 78–85.
3. Мартинович В. О. Моделювання тягово-причіпних систем з урахуванням силового балансу / В. О. Мартинович // Трактори і сільськогосподарські машини. — 2021. — № 2. — С. 45–53.

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВО- НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО ПРИЧЕПА

к.т.н., доцент Колеснік І. В., здобувач вищої освіти Месєвра Р. П.

Під час дослідження визначено, що для забезпечення керованості трактора необхідно, щоб на передні колеса припадало щонайменше 20 % його маси. За таких умов, при середніх коефіцієнтах опору руху причепа та помірних кутах нахилу поля, можна прикласти тягове зусилля до 7,7 кН. Це свідчить про можливість використання агрегатного причепа також як вантажоносія, що обґрунтовує потребу в тягово-довантажувальному пристрої (ТДП). Проведено огляд існуючих технічних рішень, виявлено, що вони не використовують силу опору причепа як додаткове навантаження

на трактор. Запропоновано нову конструкцію ТДП, що складається з рами, упора, дишла, муфти, балки, маятника, ролика, тяги та пояснено механізм перерозподілу сил. Отримано результати: ТДП використовує силу опору причепа $R_{кр}$ для додаткового навантаження на трактор (R_d), забезпечуючи розвантаження передньої осі та можливість коригування номінальної вантажопідйомності причепа.

Ключові слова: керованість трактора, гідронавіска, тягово-довантажувальний пристрій, сила опору причепа, конструктивна схема, довантаження, гакове зусилля.

DETERMINATION OF OPTIMAL PARAMETERS OF A TRACTION-LOADING DEVICE FOR A TRACTOR TRAILER

Ph.D., associate professor Koliesnik I., recipient of higher education Mesevra R.

During the study, it was determined that to ensure the controllability of the tractor, it is necessary that at least 20% of its mass falls on the front wheels. Under such conditions, with average coefficients of trailer resistance and moderate angles of inclination of the field, it is possible to apply a traction force of up to 7.7 kN. This indicates the possibility of using the aggregate trailer also as a load carrier, which justifies the need for a traction-loading device (TLD). A review of existing technical solutions was conducted, it was found that they do not use the trailer's resistance force as an additional load on the tractor. A new design of the TLD is proposed, consisting of a frame, a stop, a drawbar, a coupling, a beam, a pendulum, a roller, a traction, and the mechanism of redistribution of forces is explained. The results obtained: the TLD uses the resistance force of the R_{KR} trailer for additional loading on the tractor (R_D), providing unloading of the front axle and the possibility of adjusting the nominal load capacity of the trailer.

Keywords: tractor controllability, hydraulic hitch, traction and additional loading device, trailer resistance force, structural scheme, additional loading, hook force.

Секція 6

«Сервісна інженерія та інженерний супровід»

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ

к.т.н., доцент Колеснік І.В.,

здобувачка вищої освіти Чернявська А.В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

У зв'язку з інтенсивним розвитком промисловості та технічним переозброєнням аграрного сектора суттєве значення набуває екологічна ситуація в зонах виробничої діяльності людини. За даними системи комплексного фонових моніторингу, наприкінці вісімдесятих років інтенсивність випадання з рідкими та твердими опадами бісульфату сірки та азотзабруднювальних речовин, що найшкідливіше впливають на рослинний і тваринний світ, знаходилась (в перерахунку на азот і сірку) відповідно в межах від 2,5 до 20 кг і від 3 до 15 кг на 1 га с.-г. угідь.

Сумарні річні викиди оксидів азоту і сірки та оксиду вуглецю (II) тракторами та самохідними машинами в сільському господарстві складають помітну частку від загального викиду цих речовин в атмосферу (відповідно 25,2 % і понад 1 %). У роботі наведено результати розрахунку річних викидів забруднювачів (в перерахунку на азот і сірку), що випадають на 1 га оброблюваних с.-г. угідь, а також макс. добових викидів. Викиди промислових підприємств визначали за середньою річною інтенсивністю випадання азоту й сірки; число днів випадання опадів узяті за даними Держметеослужби – 55 днів (промислові забруднення потрапляють в атмосферу на значній висоті, розносяться потоками на сотні – тисячі км і випадають разом з опадами). Викиди автотранспорту, що відбуваються над поверхнею, осідають переважно в населених пунктах і вздовж автошляхів; в розрахунку їх не враховували. Щільність більшості оксидів (після охолодження) значно перевищує щільність повітря [оксид азоту (IV) важчий за повітря в 1,58, а оксид сірки (IV) – у 1,26 разу]. Випадання оксидів азоту й сірки, що викидаються в атмосферу разом з відпрацьованими газами дизелів тракторів і самохідних с.-г. машин і осідають на ґрунт, розраховували з урахуванням продуктивності тракторів і с.-г. машин, їхньої потужності і витрати дизельного пального, визначених за технологічними картами вирощування різних с.-г. культур.

Річні питомі викиди промислових забруднень виявилися значно вищими, ніж від тракторів і с.-г. машин. Проте максимальні добові питомі викиди азотом від тракторів і машин під час енергоємних робіт (у першу чергу оранки й збору с.-г. культур) у кілька разів перевищують добові викиди промислових забруднювачів.

В українській та закордонній науково-технічній літературі відсутні нормативи щодо максимально допустимого забруднення ґрунту такими речовинами, як оксиди азоту й сірки, речовини вуглеводні, бензапірен, що містяться в отработаних газах

дизелів. Водночас ґрунт є основним сховищем антропогенних забруднювачів. Він має значну сорбуючу здатність щодо оксидів азоту й сірки, при цьому швидкість виведення з атмосфери оксиду азоту (IV) дещо менша, ніж оксиду сірки (IV). Легкі вуглеводні, зокрема етилен, також швидко виводяться з атмосфери. Однак багато забруднювачів, потрапляючи в ґрунт, залишаються в ньому тривалий час. Так, вміст бенз(а)пирену в ґрунті (на глибині 10 см) протягом весняно-літнього періоду зріс на 2,2–3,5 мкг/кг. Як відомо, основним громадським транспортом у м. Києві та інших великих містах стали автобуси й маршрутки на дизельних двигунах. Але велика кількість таких автобусів і легкового автотранспорту суттєво погіршують екологічну обстановку. Зокрема, 1 т використаного дизельного палива дає близько 20 кг лише сажі, не кажучи вже про інші шкідливі речовини (ок. газ, вуглеводні, оксиди азоту). Вихід є – переведення більшої частини транспорту на газодизельний режим. Ця система забезпечує роботу дизеля на стисненому природному газі по газодизельному циклу.

За потужністю сучасні газодизелі перевершують бензинові та дизельні, а за витратою палива не поступаються дизелям. Крім того, газові двигуни більш зносостійкі й в 2–3 рази менше витрачають мастило. Вартість газу значно нижча за бензин і дизпаливо. Один м³ природного газу замінює 1 л бензину або дизпального. Вартість 1 м³ газу в 2 рази нижча за дизпально-бензинове.

Впровадження такої технології підвищить надійність паливного забезпечення автотранспорту й сільгосптехніки в умовах дефіциту нафтопродуктів, збільшить ресурс двигунів на 30–40 % і знизить токсичність викидів у 2–3 рази. Зменшення викидів забруднювачів при використанні газу забезпечується властивостями природного газу, що значно підвищує екологічність двигунів. Використання газу спричиняє більш «бідні» суміші, продукти неповного згоряння практично не утворюються, адже кисню завжди надлишок. Оксиди азоту утворюються в меншій кількості, бо температури згоряння при бідних сумішах суттєво нижчі. Пристінний шар камери згоряння містить менше пального при бідних газоповітряних сумішах, ніж при багатих. Таким чином, при належній настройці газодизеля викиди ок. газу в 5–10 разів менші, ніж у дизеля, оксидів азоту – в 1,5–2 рази, а вуглеводнів – у 2–3 рази менші. Це дозволить дотримуватись норм токсичності за ДСТУ 4292:2004 при належному регулюванні двигунів.

Список літератури

1. Захарчук О. В. Екологічні показники газодизельного двигуна в порівнянні з дизелем / О. В. Захарчук // Нафтогазова промисловість України. – 2018. – № 5. – С. 64–70.
2. Коновалов І. І. Удосконалення системи живлення газодизельних двигунів сільськогосподарських тракторів : кваліфікаційна робота / І. І. Коновалов ; Державний біотехнологічний університет. – Житомир : Поліський нац. ун-т, 2023. – 112 с.
3. Нестеренко В. В. Аналіз індикаторних показників двигуна 6ЧН26/34 при газодизельному циклі / В. В. Нестеренко, А. Р. Вільховецький // Вісник Національного

університету кораблебудування імені адмірала Макарова. – 2020. – Т. 12, № 2. – С. 210–218.

4. Екологічні аспекти використання зрідженого газу в автомобільних двигунах / [О. В. Гузій, А. О. Дяченко та ін.] // Вісник Вернадського. – 2018. – Вип. 5. – С. 140–147.

5. Білозуб В. Г. Визначення викидів забруднюючих речовин з урахуванням палива у транспортних засобах / В. Г. Білозуб, П. М. Шевченко, І. С. Кузьменко // Екологія і промисловість України. – 2020. – № 1. – С. 34–42.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувачка вищої освіти Чернявська А.В.

У роботі розглядаються екологічні наслідки використання дизельного палива в сільськогосподарському виробництві та транспорті. Проаналізовано масштаби забруднення ґрунту та атмосфери оксидами азоту й сірки, а також іншими шкідливими сполуками, що містяться у відпрацьованих газах тракторів та самохідних машин. Особливу увагу приділено перевагам використання газодизельних двигунів, які дозволяють значно знизити рівень токсичних викидів, підвищити зносостійкість двигунів та зменшити витрати пального. Наведено обґрунтування переходу на газодизельну систему як ефективний екологічний та енергозберігаючий напрямок у сільськогосподарській техніці.

Ключові слова: газодизельний двигун, екологічна безпека, викиди, оксиди азоту, сірка, забруднення ґрунту, дизельне паливо, природний газ, сільськогосподарська техніка, токсичність.

OPTIMIZATION OF THE FUEL SYSTEM OF GAS DIESEL ENGINES OF AGRICULTURAL TRACTORS

Ph.D., associate professor Koliesnik I., graduate of higher osteitis Chernyavska A.

The paper examines the environmental consequences of the use of diesel fuel in agricultural production and transport. The scale of soil and atmosphere pollution by nitrogen and sulfur oxides, as well as other harmful compounds contained in the exhaust gases of tractors and self-propelled vehicles, is analyzed. Particular attention is paid to the advantages of using gas-diesel engines, which allow significantly reducing the level of toxic emissions, increasing engine wear resistance and reducing fuel consumption. The justification for the transition to a gas-diesel system as an effective environmental and energy-saving direction in agricultural machinery is presented.

Keywords: gas-diesel engine, environmental safety, emissions, nitrogen oxides, sulfur, soil pollution, diesel fuel, natural gas, agricultural machinery, toxicity.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН В АПК

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

Підшипникові вузли є численними елементами конструкції механічних елементів трансмісій КП мобільних енергетичних засобів. Ресурс більшості трибомеханічних систем «кільце підшипника – корпус» мобільних енергетичних засобів, що використовуються в сільському господарстві, нижче за розрахунковий і знаходиться в межах від 2000 до 3800 мото·год, а для автомобілів не перевищує 150 тис. км. Відмова трибомеханічної системи «кільце підшипника – корпус», як правило, є наслідком зносу посадкового місця під зовнішнє кільце в корпусі КП при її експлуатації. Зношування отворів під підшипники в корпусі КП відбувається в результаті прокручування зовнішніх кілець. При цьому відбувається чисто механічне зношування отвору під підшипник кочення в корпусі.

Крім цього, поверхня отвору руйнується під дією корозійно-механічного ушкодження, при малих коливальних переміщеннях сполучених поверхонь в результаті динамічного прикладання навантаження через підшипник. Зношування поверхні посадкових отворів під підшипники кочення в корпусних деталях відбувається в результаті складного комплексу впливів в поєднанні «корпус – підшипник», і цим пояснюється той факт, що наявні в літературі відомості з цього питання неповні і часто суперечливі. Тому слід вважати, що зношування елементів трибомеханічної системи «кільце підшипника – корпус» викликане специфічними процесами, що відбуваються при роботі сполучення в контакт зовнішнього кільця підшипника з посадковим місцем в корпусі коробки передач.

Основну частку в зносі системи «кільце підшипника – корпус» вносить зношення посадкового отвору під підшипник в корпусній деталі КП. Посадкові місця підшипників кочення, в даний час, відновлюють установкою додаткових деталей, пластичним деформуванням, нанесенням електrolітичних покриттів, зварювально-наплавними та іншими способами. Складність технологічних процесів, потреба в дорогому технологічному обладнанні, необхідність механічної обробки відновлюваних поверхонь, високі трудомісткість, собівартість і енергоємність технологічних процесів відновлення, велика витрата матеріалів стримують широке поширення перерахованих способів відновлення на ремонтних підприємствах агропромислового комплексу. Отже, розробка та вдосконалення технологічних процесів, що забезпечують підвищення довговічності та зниження собівартості ремонту підшипникових вузлів, є важливим науково-практичним завданням. Одним із рішень названої задачі є використання полімерних матеріалів. За допомогою полімерних матеріалів найбільш просто усуваються зазори посадкових місць,

забезпечуються відносні переміщення металічних поверхонь, що сполучаються, через проміжну зону. Шар полімерного матеріалу виключає контакт поверхонь металевих деталей, запобігає їх зносу та забезпечує значне підвищення довговічності нерухомого з'єднання. При відновленні нерухомих з'єднань полімерними матеріалами шар полімеру між кільцем підшипника і посадковим місцем виконує роль пружної прокладки, деформація якої разом з кільцем підшипника може сприяти більш рівномірному розподілу навантаження та підвищенню довговічності з'єднання.

Список літератури

1. Li, R.I.; Psarev, D.N.; Malyugin, V.A. (2019) A Polymeric Nanocomposite for Fixing Bearings during Assembly and Repair of Equipment. *Polymer Science, Series D*, 12, pp. 261–265.
- 2.. Li, R.I.; Psarev, D.N.; Mironenko, A.V.; Kiba, M.R. (2017) A Promising Polymer Material for Repairing Body Parts of Machines. *Polymer Science, Series D*, 10, pp. 318–321.

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОГО РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН В АПК

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Встановлено, що руйнування і деградація поверхневих шарів посадкового отвору пов'язано з контактними навантаженнями і сегрегацією вуглецю в поверхневі шари матеріалу корпусу від дії вигину кільця підшипника кочення.

Ключові слова: коробка перемикання передач, автомобіль, відновлення.

TECHNOLOGICAL SUPPORT FOR THE POST-REPAIR RESOURCE OF TRANSMISSION BOX COMPONENTS IN TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES IN AGRICULTURE

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.

It has been established that the destruction and degradation of the surface layers of the bearing seat are associated with contact loads and carbon segregation in the surface layers of the housing material due to the bending of the rolling bearing ring.

Keywords: gearbox, automobile, restoration.

ОСОБЛИВОСТІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОМІЖНОГО ВАЛУ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Пересада О.В.

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

Традиційно, з метою забезпечення довгого терміну експлуатації проміжного валу напів осі виконуються зі сталей з високою границею текучості, через їх більшу пружну зону деформації. Прикладом даної сталі згідно з ДСТУ ISO EN 10020:2002 є сталь класу E80, більш відомої як Сталь 45, що забезпечує механічні характеристики у межах: $\sigma_B = 610$ МПа, $\sigma_T = 360$ МПа, $\tau_T = 220$ МПа, *HB* 220...235 [1]. Tesla Inc. також у своїх виробках надає перевагу схожим аналогам у вигляді 1045 та 1049, де 1049 має трохи вищі границі міцності та текучості [2]. Volkswagen AG аналогічно використовує C45E та C45R [3] з меншою кількістю вклучень сірки, що позитивно впливає на втомну міцність валів за навантаження на кручення. Недоліком для всієї цієї низки матеріалів є те що вони обирались як матеріал для проміжного валу напів осі автомобілю, що оснащується двигуном внутрішнього згорання. А проміжний вал напів осі під час експлуатації піддається більш агресивному навантаженню, що пов'язано з значно вищими динамічними характеристиками електромобіля за значно збільшеною його вагою порівняно з автомобілем аналогічного класу оснащеного двигуном внутрішнього згорання. Ця обставина й обумовлює падіння ресурсу терміну гарантійної надійності проміжного валу як складової частини напів осі електромобілю на 25...30%.

Використання високоміцного чавуну (наприклад ВЧХ28НГМ) легованого нікелем, хромом та молібденом надає змогу забезпечити стабільність його структури в жорстких експлуатації, що забезпечує більші показники надійності [1]. Використання у якості легуючих елементів вольфраму, ванадію, цирконію та збідненого урану можуть додатково покращити цей показник при підвищенні надійності на 100...250%, що надає змогу підняти динамічне навантаження валу напів осі ще на 25...75% за твердості *HB* 250...255. Суттєвим недоліком є збільшення маси валу на 15...20% порівняно із сталевим.

Високолеговані сталі, наприклад E 110 ДСТУ ISO EN 10020:2002, мають високою границею текучості, але вузьку пружну зону при високій собівартості. Використання засобів порошкової металургії дозволяє стабілізувати у жорстких межах як границею текучості, так і пружну зону за відносно низької собівартості. Порошкові високолеговані сталі (наприклад S35VN) дозволяють забезпечити задовільні параметри терміну гарантійної надійності за суворого дотримання умов експлуатації [4]. Додатковою перевагою є низька собівартість та відсутність

ремонтпридатності. До недоліків слід віднести обмежений ресурс, чутливість до перевищення розрахункового навантаження, що може спровокувати миттєву руйнацію структури матеріалу.

Сплави на основі алюмінію та магнію леговані залізом, кремнієм, хромом, титаном та т.і. є найбільш легкими сплавами (наприклад 5086). Ці сплави мають достатню міцність та опір текучості за низького параметра твердості *HB* 70...120. З метою покращення параметру твердості та втомної міцності валів за навантаження на кручення використання нанотехнологій дозволяє створити у основній структурі легкого сплаву легovanого алюмінієво-магнієвого сплаву нано прошарки матеріалу на основі нікелю, кремнію, титану, церію, кремнію, ніобію, берилію та натрію [1]. Таке рішення гарно зарекомендувало себе у випадках, коли є суттєвою вимогою обмеження маси транспортного засобу. Висока собівартість, відсутність відпрацьованих технологічних процесів масового виробництва не дають змогу розглядати цей варіант у якості актуального на сучасному етапі еволюції електромобілів.

Фторопласти являють реактопласти як продукт полімеризації мономерів фтору (наприклад композиція Ф4Г21М7) [1]. Перевагами є висока твердість *HB* 250...255 за достатньої міцності ($\sigma_B = 580$ МПа, $\sigma_T = 340$ МПа, $\tau_T = 200$ МПа, висока корозійна стійкість, високі тепло та звукопоглинання, здатність до демпфування коливань у широкому спектрі амплітуд і частот, гарне поєднання з металевими матеріалами (армування, взаємне перекриття на кристалічному рівні), відсутність ремонтної здатності, відносно низька собівартість. До недоліків слід віднести схильність до старіння, швидка втрата споживчих властивостей при перевищенні гарантійного терміну експлуатації, чутливість до хімічних речовин.

Список літератури

1. Гладчук Є.О. Нові конструкційні матеріали [Текст]: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів/ Є.О. Гладчук [и др.]; Донецький національний ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган – Барановського, Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. - 138 с. – Бібліогр.: с. 134-137.
2. «SAE-AISI 1045 Steel vs. SAE-AISI 1049 Steel,» 30 05 2020. [Онлайновий]. Available: <https://www.makeitfrom.com/compare/SAE-AISI-1045-S45C-G10450-Carbon-Steel/SAE-AISI-1049-G10490-Carbon-Steel>.
3. Saarlstahl, Werkstoff-Datenblatt Saarlstahl - C45E (Ck45) - C45R (Cm45).
4. KIA Motors Corp., «Do electric cars have transmissions?,» [Онлайновий]. Available: <https://www.kia.com/dm/discover-kia/ask/do-electric-cars-have-transmissions.html>.

ОСОБЛИВОСТІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОМІЖНОГО ВАЛУ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Пересада О.В.

У роботі проаналізовано сучасні матеріали, що використовуються для виготовлення проміжних валів напівосей електромобілів, з урахуванням підвищених експлуатаційних навантажень у порівнянні з аналогами з двигунами внутрішнього згоряння. Розглянуто переваги і недоліки конструкційних сталей, високоміцного чавуну, порошкових сталей, легких сплавів на основі алюмінію та магнію, а також фторопластових композицій. Обґрунтовано доцільність вибору матеріалів з підвищеною втомною міцністю, пружною зоною деформації та корозійною стійкістю. Показано вплив легувальних елементів і нанотехнологій на структурну стабільність матеріалів. Зроблено висновки щодо придатності різних матеріалів до використання в умовах високих динамічних навантажень електромобіля.

Ключові слова: проміжний вал, електромобіль, високоміцні сталі, чавун, порошкова металургія, легкі сплави, фторопласти, втомна міцність, легування, нанотехнології.

FEATURES OF NEW MATERIALS FOR THE MANUFACTURE OF THE ELECTRIC CAR SEMI-AXIS CAUNTERSHAFT

Ph.D., docent Hladchuk Y., Peresada A.

The paper analyzes modern materials used for the manufacture of intermediate shafts of electric vehicle axles, taking into account increased operational loads compared to analogues with internal combustion engines. The advantages and disadvantages of structural steels, high-strength cast iron, powder steels, light alloys based on aluminum and magnesium, as well as fluoroplastic compositions are considered. The feasibility of choosing materials with increased fatigue strength, elastic deformation zone and corrosion resistance is substantiated. The influence of alloying elements and nanotechnologies on the structural stability of materials is shown. Conclusions are drawn regarding the suitability of various materials for use in conditions of high dynamic loads of an electric vehicle.

Keywords: intermediate shaft, electric vehicle, high-strength steels, cast iron, powder metallurgy, light alloys, fluoroplastics, fatigue strength, alloying, nanotechnology.

ВИКОРИСТАННЯ BIG DATA В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

асистент Костюк С.Ю.

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

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) є ключовим елементом У сучасному світі, де урбанізація та зростання населення створюють значний тиск на транспортну інфраструктуру, ефективне управління транспортними потоками стає критично важливим завданням. Традиційні методи управління дорожнім рухом часто не здатні впоратися з динамічністю та складністю сучасних транспортних систем. У цьому контексті технології Big Data відкривають нові можливості для збору, аналізу та використання великих обсягів даних для оптимізації транспортних процесів. Big Data дозволяє отримувати цінну інформацію про поведінку водіїв, стан доріг, погодні умови та інші фактори, що впливають на ефективність дорожнього руху.

Big Data - це технологія обробки великих масивів структурованих і неструктурованих даних із різноманітних джерел. У транспортній галузі ці дані можуть включати: дані з GPS-трекерів, сенсори дорожнього руху, Floating Car Data (FCD), соціальні медіа та мобільні додатки, інтернет речей (IoT).

Ця інформація збирається в режимі реального часу і використовується для аналізу поточних умов дорожнього руху, прогнозування майбутніх ситуацій і прийняття рішень щодо оптимізації потоків.

Одним із ключових напрямків використання Big Data є оптимізація маршрутів транспорту. Аналізуючи історичні дані про трафік і поточну ситуацію на дорогах, можна визначити найефективніші маршрути для перевезень пасажирів чи вантажів.

Приклад: компанія Uber використовує алгоритми машинного навчання для аналізу даних GPS своїх водіїв і вибору оптимальних маршрутів у реальному часі.

Результат: скорочення часу подорожей, зменшення витрат пального та підвищення задоволеності клієнтів.

Big Data дозволяє створювати інтегровані системи управління трафіком (Intelligent Transportation Systems), які автоматично регулюють світлофори залежно від щільності потоку транспорту.

Використання сенсорів і камер відеоспостереження для збору даних.

Місто Нью-Йорк впровадило систему адаптивного керування світлофорами за допомогою Big Data, що дозволило знизити затори на 10-20%.

Завдяки алгоритмам машинного навчання можна передбачати виникнення заторів на основі аналізу історичних даних і поточних умов.

Використання моделей глибокого навчання (наприклад, Long Short-Term Memory - LSTM) для прогнозування трафіку³.

Забезпечення своєчасного попередження водіїв через мобільні додатки або навігатори.

Big Data допомагає виявляти ділянки доріг із підвищеним ризиком аварійності та розробляти заходи для їх усунення.

Аналіз даних про аварії дозволяє визначити «гарячі точки» й оптимізувати розташування камер контролю швидкості. Зниження кількості ДТП на небезпечних ділянках дороги.

Оптимізація маршрутів і управління трафіком сприяють зменшенню витрат пального й викидів CO₂.

Факт: Впровадження аналітики Big Data у містах може скоротити викиди парникових газів до 20%⁵.

Попри численні переваги використання Big Data в управлінні транспортними потоками, існують певні виклики: обробка неструктурованих даних, тобто велика частина інформації надходить у сирому вигляді й потребує значної обробки, захист персональної інформації користувачів є важливим аспектом при роботі з великими масивами даних, для збору й аналізу даних потрібне дороге обладнання й програмне забезпечення, необхідність залучення фахівців із роботи з великими даними та аналітичними платформами.

Використання технологій Big Data в управлінні транспортними потоками є революційним кроком до підвищення ефективності міської мобільності та сталого розвитку інфраструктури міст. Завдяки можливостям збору й аналізу великих обсягів даних можна значно покращити якість перевезень, скоротити затори, підвищити безпеку дорожнього руху та мінімізувати екологічний вплив транспорту на довкілля. Однак успішна реалізація цих технологій потребує вирішення низки технічних і організаційних викликів.

Список літератури

1. Валентин Погребний. Управління логістичними процесами у транспортній сфері. Економіка та суспільство, 2024. DOI: 10.32782/2524-0072/2024-63-87

ВИКОРИСТАННЯ BIG DATA В УПРАВЛІННІ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

асистент Костюк С.Ю.

Інтелектуальні транспортні системи (ІТС) відіграють ключову роль у модернізації управління транспортними потоками в умовах зростаючої урбанізації та ускладнення дорожньої інфраструктури. Технології Big Data відкривають нові перспективи для збору, аналізу та використання великих обсягів даних із різних джерел у режимі

реального часу, що дозволяє оптимізувати маршрути, прогнозувати трафік, підвищувати безпеку руху та знижувати негативний екологічний вплив транспорту. Приклади впровадження таких технологій, як адаптивне керування світлофорами та алгоритми машинного навчання, демонструють значне покращення ефективності транспортних систем. Водночас, використання Big Data у транспорті стикається з технічними та організаційними викликами, зокрема, обробкою неструктурованих даних, захистом персональної інформації та високими витратами на інфраструктуру. Незважаючи на це, інтеграція Big Data у ІТС є важливим кроком до сталого розвитку міської мобільності.

Ключові слова: Інтелектуальні транспортні системи, Big Data, управління транспортом, машинне навчання, прогнозування трафіку, адаптивне керування світлофорами, безпека дорожнього руху, екологічна ефективність, обробка даних, міська мобільність.

THE USE OF BIG DATA IN THE MANAGEMENT OF TRANSPORT FLOWS

Assistant Kostiuk S.Y.

Intelligent transport systems (ITS) play a key role in modernizing traffic flow management in the face of growing urbanization and the complexity of road infrastructure. Big Data technologies open up new prospects for collecting, analyzing and using large amounts of data from various sources in real time, which allows optimizing routes, predicting traffic, increasing traffic safety and reducing the negative environmental impact of transport. Examples of the implementation of technologies such as adaptive traffic light control and machine learning algorithms demonstrate a significant improvement in the efficiency of transport systems. At the same time, the use of Big Data in transport faces technical and organizational challenges, in particular, processing unstructured data, protecting personal information and high infrastructure costs. Despite this, the integration of Big Data into ITS is an important step towards the sustainable development of urban mobility.

Keywords: Intelligent transportation systems, Big Data, transportation management, machine learning, traffic forecasting, adaptive traffic light control, road safety, environmental efficiency, data processing, urban mobility.

ЯКІ НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПРИСАДОК?

асистент Кулібаба Н.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

Сучасні технології у виробництві присадок включають нанотехнології, які зменшують тертя та знос на молекулярному рівні, а також синтетичні оливи на основі поліальфаолефінів (ПАО) та естерів, що забезпечують стабільність при високих температурах. Крім того, розробляються біоприси́дки з відновлюваних ресурсів, які знижують рівень шкідливих.

Нанотехнології у присадках відкривають нові можливості для підвищення ефективності двигунів та зменшення їхнього впливу на довкілля.

- Зменшення тертя: Наночастинки створюють ультратонкі захисні покриття на деталях двигуна, що знижує тертя і продовжує термін служби компонентів.

- Підвищення ефективності згоряння: Деякі наноматеріали сприяють більш повному згорянню палива, що зменшує викиди шкідливих речовин.

- Антикорозійний захист: Наноприси́дки можуть запобігати утворенню корозії, особливо у двигунах, що працюють на біопаливі.

- Екологічні переваги: Використання нанотехнологій дозволяє створювати присадки з мінімальним впливом на навколишнє середовище

Ці технології активно розвиваються, і їхнє застосування може суттєво змінити автомобільну індустрію. Ось кілька ключових аспектів:

- Біоприси́дки: Виготовляються з відновлюваних ресурсів і мають мінімальний токсичний вплив на екосистему. Вони сприяють зниженню рівня шкідливих викидів.

- Приси́дки для зменшення викидів допомагають більш повному згорянню палива, що знижує утворення оксидів азоту, вуглекислого газу та інших шкідливих газів.

- Антиоксидантні присадки запобігають утворенню шкідливих відкладень у двигуні, що сприяє його стабільній роботі та зменшенню забруднення.

- Нанотехнологічні присадки використовують наночастинки для зменшення тертя та покращення ефективності двигуна, що також позитивно впливає на екологію.

Які присадки допоможуть збільшити ресурс двигуна?

Протизносні присадки для дизельного палива використовуються для захисту двигуна ПНВТ та інших важливих конструктивних вузлів паливної системи від передчасного зносу. Застосування змащувальних присадок:

- покращує змащувальні властивості малосірчистих дизельних палив;

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

-підвищує експлуатаційний ресурс рухової установки, і навіть знижує витрати на планове техобслуговування;

-доводить показники палива до відповідності нормативним вимогам;

-забезпечує додатковий захист елементів паливної системи від дії корозії.

Присадки справді відіграють ключову роль у збереженні ресурсу двигуна та підвищенні його ефективності. Завдяки новітнім технологіям, таким як наночастинки, біоприсадки та синтетичні формули, вони не тільки забезпечують стабільну роботу двигуна, але й знижують шкідливі викиди, що важливо для довкілля.

Список літератури

1. Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали : навч.-метод. комплекс : навч.-метод. посіб. для студентів, магістрів і наук.-пед. працівників інж. спец. аграр. ВНЗ / І. М. Бендера, В. І. Дуганець, М. І. Кизима, С. Й. Ковалишин, В. П. Кувачов; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Тавр. держ. агротехнол. ун-т, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Львів. нац. аграр. ун-т. — Кам'янець-Подільський : Сисин Я. І. : Абетка, 2016. — 419 с. — Бібліогр.: с. 418

2. Топільницький П. І., Романчук В. В., Охота І. М. Ефективність депресорів та диспергаторів під час застосування в дизельних паливах нафтопереробних заводів України.[недоступне посилання з липня 2019] // Вісник Національного авіаційного університету.

ЯКІ НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У ВИРОБНИЦТВІ ПРИСАДОК?

Асистент Кулібаба Н.І.

Проаналізовано, що відбувається в сфері виробництва присадок.

Ключові слова: нанотехнології, наночастинки, наноприсадки.

WHAT ARE THE LATEST TECHNOLOGIES USED IN THE PRODUCTION OF ADDITIVES?

Assistant Kulibaba N.I.

What is happening in the field of additives production is analyzed.

Keywords: nanotechnology, nanoparticles, nanoadditives.

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТЕХНІКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Сучасні вимоги до експлуатаційної ефективності аграрної техніки передбачають не лише її високу технічну готовність, а й своєчасне виявлення несправностей, мінімізацію простоїв та забезпечення прогнозованої надійності. У цьому контексті сервісна інженерія відіграє ключову роль, особливо в умовах інтенсивного використання високотехнологічних мобільних машин. Одним із перспективних напрямів розвитку інженерного супроводу є впровадження цифрових технологій діагностики, моніторингу та планування обслуговування, що дозволяє перейти до концепції передбачуваного технічного обслуговування (Predictive Maintenance).

У ході дослідження розглянуто інтеграцію систем віддаленого моніторингу технічного стану на базі IoT-пристроїв з хмарною платформою обробки даних. Прототип реалізовано на тракторі середнього тягового класу з CAN-шиною, підключеною до телеметричного модуля, який передає дані в режимі реального часу до сервісного центру. Аналізу підлягали показники температури охолоджувальної рідини, тиску в гідросистемі, частоти обертання двигуна, навантаження на трансмісію, циклічність запуску навісного обладнання, напруга в електромережі техніки тощо [1].

Додатково було протестовано застосування алгоритмів машинного навчання для виявлення нетипових патернів поведінки вузлів перед відмовами. Застосування моделей класифікації на основі дерев рішень та нейромереж дозволило досягти точності прогнозування відмов у 87%, що є значним кроком вперед у сфері аграрного сервісу.

Результати експлуатаційних випробувань показали, що використання системи дозволяє виявити передумови несправностей на 10–15 годин раніше, ніж за традиційним візуальним оглядом. У середньому час реакції сервісної служби скоротився на 32%, а кількість аварійних зупинок зменшилась на 21% [2]. Крім того, дані моніторингу використовувалися для автоматизованого формування графіків ТО залежно від фактичного навантаження техніки. Такий підхід також дозволяє гнучко адаптувати сервісну стратегію відповідно до інтенсивності робіт, сезонності, типу ґрунту та метеоумов.

Таким чином, використання цифрових технологій у сервісній інженерії відкриває нові горизонти підвищення надійності, ефективності й безперервності роботи сільськогосподарських машин. Перехід до цифрового супроводу техніки

забезпечує економію витрат на сервіс до 20% у перспективі двох-трьох сезонів і створює основу для впровадження сервісно-орієнтованих бізнес-моделей у агросекторі.

Список літератури

1. Пінчук О.П., Кузьменко І.В. Інтернет речей у технічному сервісі аграрної техніки. – К.: НАУ, 2021. – 128 с.
2. Müller, J., & Krüger, H. (2020). Predictive maintenance strategies in agricultural machinery. *Computers and Electronics in Agriculture*, 175, 105595.
3. Zhang, Y., & Wang, L. (2021). Machine Learning Approaches in Agricultural Equipment Health Monitoring. *Sensors*, 21(15), 5003..

ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТЕХНІКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

У тезі досліджено можливості використання цифрових технологій і телеметрії для підвищення ефективності сервісного обслуговування аграрної техніки.

Ключові слова: сервісна інженерія, телеметрія, IoT, моніторинг, агротехніка.

IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ENGINEERING SUPPORT FOR AGRICULTURAL MACHINERY

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper examines the use of digital and telemetry technologies to improve the efficiency of service support for agricultural machinery.

Keywords: service engineering, telemetry, IoT, monitoring, agricultural machinery.

ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

д.т.н., професор Мигаль В.Д.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

м. Київ, Україна

В роботі удосконалена методика дає змогу визначити залежність основних параметрів, за якими можна оцінити технічний стан турбокомпресора, циліндро-поршневої групи, системи паливоподачі дизеля з газотурбінним наддувом. Для реалізації вдосконаленої методики скомплектований діагностичний комплекс, що складається з персонального комп'ютера з розробленим програмним забезпеченням, плати аналого-цифрового перетворення, плати сполучення, індукційних датчиків імпульсів, датчиків тиску (наддува і палива), інвертора напруги і маховика з відомим моментом інерції, що дозволяє з достатньою точністю діагностувати стан турбокомпресора, циліндро-поршневої групи та системи паливоподачі дизелів з газотурбінним наддувом на всьому діапазоні частот обертання колінчастого валу. Визначено рівняння регресії та частинні коефіцієнти для досліджуваних двигунів. Застосування розробленого діагностичного комплексу дає змогу скоротити часові та трудовитрати в цілому на 63,2%. Виконано хронометрування операцій комплексного діагностування двигунів за стандартними та запропонованими методиками, результати якого представлені в графічному вигляді – рис. 1.

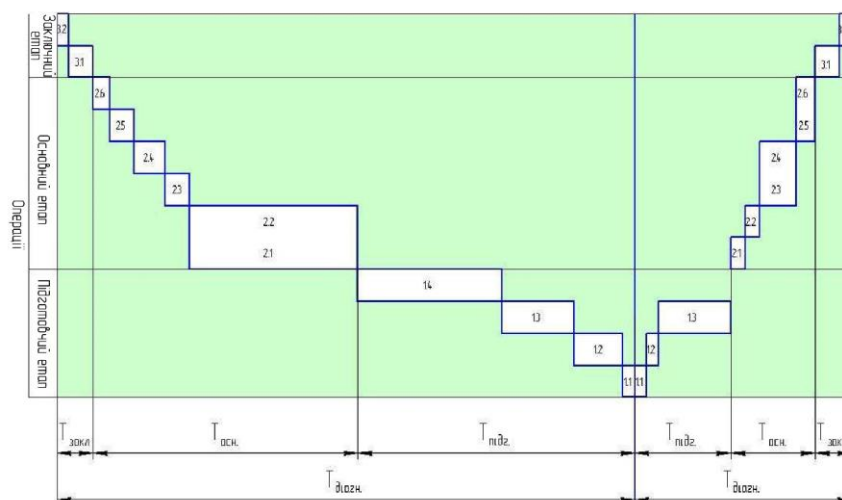


Рисунок 1 – Результати хронометрування операцій комплексного діагностування двигунів за стандартними та запропонованими методиками

Список літератури

1. Chen, Y. and Liu, C. (2022). Research on adaptive diagnosis algorithm for fuel injection failure system of construction machinery diesel engine. *International Journal of Wireless and Mobile Computing*, 22(1).
2. Fu, C., Lu, K., Li, Q., Xu, Y., Gu, F., Ball, A., and Zheng, Z. (2023). Physics-based modelling for on-line condition monitoring of a marine engine system. *Journal of Marine Science and Engineering*, 11(6). GMI (2023). Marine diesel engine market size & trends analysis, 2023-2032. Global Market Insights.
3. Maharana, K., Mondal, S., and Nemade, B. (2022). A review: Data preprocessing and data augmentation techniques. *Global Transitions Proceedings*, 3(1).
4. Paul, D. (2020). A history of electric ship propulsion systems [history]. *IEEE Industry Applications Magazine*, 26(6).

ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

д.т.н., професор Мігаль В.Д., д.т.н., професор Калінін Є.І.

В роботі удосконалена методика діагностування, що дозволяє визначати залежності основних параметрів, за якими можна судити про технічний стан турбокомпресора, циліндро-поршневої групи та системи паливоподачі дизелів з газотурбінним наддувом.

Ключові слова: дизельний двигун, газотурбінний нагнітач, діагностика, потужність, момент.

IMPROVING THE METHODOLOGY AND MEANS OF DIAGNOSING DIESEL ENGINES

Doctor of Technical Sciences, Professor V.D. Migal, Doctor of Technical Sciences, Professor E.I. Kalinin

The paper improves the diagnostic methodology, which allows determining the dependencies of the main parameters that can be used to judge the technical condition of the turbocharger, cylinder-piston group and fuel supply system of gas turbocharged diesel engines.

Keywords: diesel engine, gas turbine supercharger, diagnostics, power, torque.

ІННОВАЦІЙНІ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

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

Механічні трансмісії є ключовими компонентами сучасних машин і обладнання, які забезпечують передачу енергії від двигуна до робочих органів. У Європейських країнах, де інженерія та виробництво є одними з провідних галузей, інновації в конструкціях механічних трансмісій спрямовані на підвищення їх ефективності, довговічності та екологічної стійкості. Розглянемо сучасні тенденції у проектуванні механічних трансмісій, використання новітніх матеріалів і технологій обробки, а також вплив цих інновацій на промисловість.

Механічна трансмісія - це система передачі енергії між джерелом потужності (наприклад, двигуном) і виконавчим механізмом. Основними завданнями таких систем є: передача крутного моменту, зміна швидкості обертання, забезпечення плавного руху та мінімізація втрат енергії.

Традиційні механічні трансмісії часто стикаються з такими проблемами, як знос деталей, що призводить до скорочення терміну служби, низький ККД через втрати енергії у вигляді тепла, високий рівень шуму та вібрацій, обмежена адаптивність до змін умов експлуатації.

Європейські виробники активно впроваджують новітні матеріали для підвищення міцності та зменшення ваги компонентів. Легована сталь із покращеними характеристиками міцності та зносостійкості. Титан для легких і високопродуктивних систем (особливо в авіації). Композити на основі карбону для зменшення ваги без втрати міцності. Полімери зі спеціальними добавками, які використовуються для зубчастих коліс у малонавантажених системах.

Інженери в Європі активно використовують комп'ютерне моделювання для оптимізації конструкцій: програмне забезпечення CAD/CAM дозволяє створювати моделі передач із мінімальними втратами енергії, аналіз методом скінчених елементів (FEM) допомагає прогнозувати поведінку деталей під навантаженнями.

Новітні конструкції включають зубчасті колеса зі спеціальним профілем зуба (наприклад, евольвентний профіль), який мінімізує тертя та використання мастильних матеріалів із нанодобавками для зменшення тертя між деталями.

Європейські компанії інтегрують сенсори й електроніку в механічні трансмісії, такі як системи моніторингу стану деталей у реальному часі (predictive maintenance), та автоматичне регулювання передавальних чисел залежно від умов роботи.

Процеси цементації, азотування та індукційного гартування значно збільшують твердість поверхонь деталей.

Європейські виробники застосовують покриття на основі титанових сполук або DLC (diamond-like carbon), які захищають деталі від корозії та зносу.

Модульний дизайн дозволяє легко замінювати окремі компоненти без необхідності повної заміни всієї системи.

Європа приділяє особливу увагу екологічній стійкості: використання перероблених матеріалів у виробництві, зменшення споживання мастильних матеріалів за рахунок високоякісного покриття поверхонь, розробка трансмісій із низьким рівнем шуму для зменшення акустичного забруднення.

Наприклад, Компанія ZF Friedrichshafen AG (Німеччина) розробила автоматичну коробку передач із інтегрованою системою рекуперації енергії. Volvo Group (Швеція) впровадила гібридну систему трансмісії I-Save, яка поєднує високу продуктивність із низьким споживанням пального. PSA Group (Франція) використовує легкі композитні матеріали у своїх автомобільних трансмісіях для скорочення ваги транспортних засобів.

Інноваційні конструкції механічних трансмісій у Європейських країнах демонструють значний прогрес у напрямках підвищення ефективності, довговічності та екологічної стійкості. Використання новітніх матеріалів, технологій обробки й оптимізації дизайну дозволяє створювати системи, які відповідають найсуворішим вимогам сучасної промисловості й транспорту. Подальший розвиток цих технологій сприятиме не лише технічному прогресу, але й сталому розвитку суспільства загалом.

Список літератури

1. Autonomous Vehicle Market Is Anticipated To Expand From \$54.21 Billion In 2023 To Approximately \$556.67 Billion By 2033. https://linkewire.com/2024/12/02/autonomous-vehicle-market-is-anticipated-to-expand-from-54-21-billion-in-2023-to-approximately-556-67-billion-by-2033/?utm_source=chatgpt.com

ІННОВАЦІЙНІ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ: ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

Механічні трансмісії є важливими складовими сучасних машин і обладнання, що забезпечують ефективну передачу енергії від двигуна до виконавчих механізмів. У Європі інновації в конструкції трансмісій спрямовані на підвищення їх ефективності, довговічності та екологічної стійкості через використання новітніх матеріалів, передових технологій обробки та комп'ютерного моделювання. Впровадження сенсорів і систем моніторингу стану в реальному часі дозволяє оптимізувати експлуатацію та технічне обслуговування. Особлива увага приділяється зменшенню ваги компонентів,

зниженню втрат енергії, шуму та екологічному впливу. Приклади провідних європейських виробників ілюструють успішну інтеграцію цих технологій, що сприяє сталому розвитку промисловості та транспорту.

Ключові слова: механічні трансмісії, ефективність, довговічність, екологічна стійкість, новітні матеріали, комп'ютерне моделювання, сенсори, моніторинг стану, оптимізація, Європейське машинобудування.

INNOVATIVE DESIGNS OF MECHANICAL TRANSMISSIONS: INCREASING EFFICIENCY AND DURABILITY

Assistant Kostiuk S.Y.

Mechanical transmissions are important components of modern machines and equipment, ensuring efficient energy transfer from the engine to the actuators. In Europe, innovations in transmission design are aimed at increasing their efficiency, durability and environmental sustainability through the use of new materials, advanced processing technologies and computer modeling. The introduction of sensors and real-time condition monitoring systems allows for optimization of operation and maintenance. Particular attention is paid to reducing the weight of components, reducing energy losses, noise and environmental impact. Examples of leading European manufacturers illustrate the successful integration of these technologies, which contributes to the sustainable development of industry and transport.

Keywords: mechanical transmissions, efficiency, durability, environmental sustainability, new materials, computer modeling, sensors, condition monitoring, optimization, European mechanical engineering.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З НАНОПОКРИТТЯМ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Бондаренко А.І.

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

Серед порошкових матеріалів можна виділити низку, що забезпечує високі параметри антифрикційності (АКФ2), зносостійкості (ТТК40) та високої твердості (ВК10) за високого термічного опору (ніодім) та з унікальними властивостями адгезії з рідинами (NER2) [1]. Останнім часом є тенденція використання таких матеріалів у вигляді нано структур у тілі основного матеріалу та плівкових нано покриттів на однорідних або різномірних за структурою та хімічному складу відповідальних поверхнях деталей двигунів внутрішнього згоряння таких як контактна поверхня поршень – стінка циліндру. Починаючи з 2010 року BMW Werke AG BMW GROUP та Volkswagen AG запровадили до виробництва низку технологічних процесів нанесення засобами порошкової металургії алюсілового (заевтектичний алюмінієвокремнієвий сплав A390 або AlSi17Cu4Mg) та нікасілового (ліпофільний сплав нікелю та карбїду кремнію до 10% у вигляді кристалів) покриття завтовшки 200 мкм для двигунів BMW M52I6, BMW M70/73V12, Porsche 928, Porsche 924S, Porsche 944, Porsche 968, Porsche CayenneV8 (алюсілове покриття) та BMW M60V8, BMW M62V8, BMW M52I6, Jaguar AJ-V8, Porsche 912 (нікасілове покриття) з метою отримання захисту алюмінієвого блоку циліндру і поршню за форсованих параметрів потужності та мінімальних витрат паливно-мастильних матеріалів із мінімізацією їх зношення та тертя [2]. Слід відмітити значно вищу собівартість виготовлення блоку циліндрів двигуну внутрішнього згоряння з нікасіловим покриттям порівняно з блоком циліндрів двигуну внутрішнього згоряння з алюсіловим покриттям.

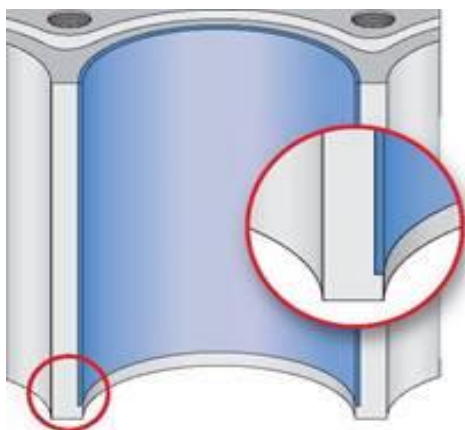


Рисунок 1. Схема нанесення нано покриття на поверхню циліндру

Наноситься алюсілове або нікасілове покриття з високою точністю та мінімальним параметром шорсткості: квалітет не нижче 5..6, шорсткість $R_a = 0,04$ або краще. Обробка дзеркала циліндру та хонінгування поверхні циліндру категорично не допускається. Поверхня покриття не є однорідною. Якщо розглянути шліф покриття під мікроскопом можна побачити на фоні світлого алюмінію або нікелю темні островці кремнію, а оброблене дзеркало циліндру за своїми властивостями вже відтворює хонінговано чавунне. Моторна олива на такому дзеркалі циліндру буде затримуватися, але не в борозенках хону, між виступаючими з алюмінію островами кристалів кремнію. Ці островці також забезпечують потрібну твердість і утворюють пару тертя «стінка циліндру – поршень». Таким чином, циліндр двигуну з нанесеним алюсіловим або нікасіловим покриттям не підлягає механічній обробці та має вкрай низьку ремонтоздатність.

Тим не менше, блоки циліндрів з алюсіловим покриттям чутливі до перегрівання та якості мастильних матеріалів і потребують високої точності керування температурного режиму під час експлуатації.

На відміну від блоків циліндрів з алюсіловим покриттям, блоки циліндрів з нікасіловим покриттям не потребують високої точності керування температурного режиму під час експлуатації, що дозволяє використовувати блоки циліндрів з нікасіловим покриттям у двигунах внутрішнього згорання з повітряним охолодженням. Тим не менше, сірка що міститься у паливі викликає руйнацію нікасілового покриття у циліндрі.

Обробка дзеркала циліндру та хонінгування поверхні циліндру категорично не допускається як для блоку циліндрів двигуну внутрішнього згорання з нікасіловим покриттям, так і для блоку циліндрів двигуну внутрішнього згорання з алюсіловим покриттям. Тому і блок циліндрів двигуну внутрішнього згорання з нікасіловим покриттям і блок циліндрів двигуну внутрішнього згорання з алюсіловим покриттям мають вкрай низьку ремонтоздатність.

Список літератури

1. Гладчук Є.О. Нові конструкційні матеріали [Текст]: навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів/ Є.О. Гладчук [и др.]; Донецький національний ун-т економіки і торгівлі ім. Михайла Туган – Барановського, Донецьк: ДонНУЕТ, 2014. - 138 с. – Бібліогр.: с. 134-137.
2. S. W. Stafford та L. T. Jr., «Fatigue Cracking of a BMW Motor Shaft,» *Journal Fail Analysis and Prevention*, т. 15, pp. 211-218, 2015.
3. Hillebrands, K. Alusil – The material for aluminium engine blocks / K. Hillebrands, M. Kothe // *MTZ Worldwide*. – 2008. – Vol. 69, No. 6. – P. 24–28.
4. Dierkes, F. The Use of Nikasil Coatings in High-Performance Engines / F. Dierkes // *Automotive Engineering*. – 2015. – Vol. 123, No. 9. – P. 58–64.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З НАНОПОКРИТТЯМ

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Бондаренко А.І.

У роботі розглянуто застосування сучасних порошкових матеріалів, зокрема наноструктур та плівкових покриттів, які забезпечують високі показники антифрикційності, зносостійкості та термічного опору в деталях двигунів внутрішнього згоряння. Особливу увагу приділено алюсилевим і нікасилевим покриттям, що впроваджуються у виробництво провідними європейськими автовиробниками, такими як BMW, Volkswagen і Porsche. Описано технологічні особливості нанесення покриттів, їх мікроструктуру, експлуатаційні переваги та обмеження, а також порівняно ремонтоздатність та стійкість до впливу температур і паливних домішок. Визначено практичну значущість зазначених матеріалів для підвищення ресурсу двигунів внутрішнього згоряння.

Ключові слова: порошкові матеріали; нанопокриття; алюсил; нікасил; двигун внутрішнього згоряння; зносостійкість; антифрикційні властивості; мікроструктура; ремонтоздатність; автомобілебудування.

TECHNOLOGICAL ASPECTS OF PROCESSING INTERNAL COMBUSTION ENGINE CYLINDER PARTS WITH NANO COATING

Ph.D., docent Hladchuk Y., Bondarenko A.

The paper considers the use of modern powder materials, in particular nanostructures and film coatings, which provide high antifriction, wear resistance and thermal resistance in parts of internal combustion engines. Particular attention is paid to alusil and nicasyl coatings, which are introduced into production by leading European automakers, such as BMW, Volkswagen and Porsche. The technological features of coating application, their microstructure, operational advantages and limitations, as well as comparative repairability and resistance to temperature and fuel impurities are described. The practical significance of these materials for increasing the service life of internal combustion engines is determined.

Keywords: powder materials; nanocoating; alusil; nicasyl; internal combustion engine; wear resistance; antifriction properties; microstructure; repairability; automotive industry.

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В РАМКАХ ПОВНОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

У сучасних умовах експлуатації техніки дедалі більшого значення набуває підхід до сервісного обслуговування як до інтегрованої складової життєвого циклу продукції. Це потребує переходу від реактивного до стратегічного обслуговування, яке базується на обліку режимів експлуатації, навантаження, історії ремонтів і умов навколишнього середовища. У межах концепції сервісної інженерії формується структура технічного супроводу, що починається ще на етапі виробництва, охоплює етапи постачання, введення в експлуатацію, активного використання, списання та утилізації техніки.

У дослідженні розглянуто моделі організації технічного супроводу машин із використанням програмного забезпечення типу CMMS (Computerized Maintenance Management Systems), що дає змогу формувати електронні паспорти машин, планувати обслуговування на основі показників напруженості, аналізувати рентабельність ремонту [1]. Система також інтегрується з ERP-рішеннями аграрного підприємства, дозволяючи синхронізувати технічне обслуговування з виробничими планами. Було проведено аналіз 36 одиниць техніки у трьох аграрних господарствах центральної України з оцінкою параметрів витрат на сервіс, тривалості простоїв та частоти відмов.

З метою поглиблення аналізу ефективності сервісного супроводу було також проведено інтерв'ювання інженерів-техніків та керівників сервісних служб. Встановлено, що застосування цифрової логістики запчастин у поєднанні з плановими інтервалами ТО дозволяє зменшити тривалість непланових зупинок на 28%. Запровадження мобільних сервісних бригад, які працюють на основі маршрутних карт, сформованих у системі CMMS, сприяє скороченню втрат часу на транспортування машин до сервісного центру.

Результати свідчать про те, що перехід до сервісу повного життєвого циклу дозволяє скоротити сукупні витрати на експлуатацію техніки на 17–22% за рахунок оптимізації закупівель запчастин, планування навантажень сервісної бригади та запобігання повторним відмовам [2]. Водночас впровадження системи у господарстві з парком понад 20 одиниць окупається менш ніж за два роки. Практичні переваги такого підходу також полягають у покращенні обліку технічного стану, прозорості процесів обслуговування та підвищенні залишкової вартості техніки на вторинному ринку.

Отже, інтеграція принципів сервісного життєвого циклу з цифровими системами управління створює умови для розвитку сервісно-орієнтованого агробізнесу. Застосування аналітики великих даних (Big Data), хмарних обчислень і мобільних платформ відкриває нові можливості в персоналізації технічного супроводу, адаптації сервісу до особливостей господарства та формуванні рішень на основі доказових даних.

Список літератури

1. Smith, R., & Hawkins, B. (2019). CMMS Implementation for Modern Equipment Management. *Maintenance Technology*, 42(2), 54–62.
2. Кривошея О.О., Шаповал С.В. Управління технічним станом машин у сільському господарстві. – Харків: ХНТУСГ, 2020. – 168 с.
3. López, F.J., & Ortega, R. (2021). Lifecycle management for farm machinery: A data-driven approach. *Journal of Agricultural Engineering*, 52(1), 1–10.

ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В РАМКАХ ПОВНОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

д.т.н., професор Степанов О.В.

Представлено підхід до організації сервісного обслуговування техніки як частини повного життєвого циклу з використанням цифрових систем управління.

Ключові слова: життєвий цикл, технічне обслуговування, CMMS, сервіс, аграрна техніка.

ORGANIZATION OF MAINTENANCE WITHIN THE FULL LIFECYCLE OF AGRICULTURAL MACHINERY

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper presents an approach to organizing service maintenance as part of the full lifecycle of machinery using digital management systems.

Keywords: lifecycle, maintenance, CMMS, service, agricultural equipment.

ВИКЛИКИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ

аспірант Костюк С.Ю.

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

Трансмсія трактора є однією з ключових складових, що забезпечує передачу потужності від двигуна до ходової частини, визначаючи тягові властивості машини, її маневреність, продуктивність та економічність. Водночас саме трансмісійні системи — особливо у сучасних високотехнологічних моделях тракторів — створюють серйозні виклики при технічному обслуговуванні, діагностиці та ремонті. Це пов'язано з ускладненням конструкцій, підвищеною точністю механізмів, використанням електронних систем керування та високими вимогами до якості мастильних матеріалів.

Одним із головних викликів є технічна складність сучасних трансмісій. Замість простих механічних коробок передач дедалі частіше застосовуються гідромеханічні, роботизовані або безступінчасті CVT-трансмісії, що включають у свій склад планетарні механізми, електрогідравлічні муфти, датчики обертів, тиску та температури. Обслуговування таких систем вимагає не лише спеціального інструменту, а й високої кваліфікації персоналу, доступу до заводської діагностичної інформації та програмного забезпечення.

Другим важливим аспектом є залежність від високоякісних технічних рідин. Неправильний вибір або несвоєчасна заміна трансмісійного масла може спричинити перегрівання, втрату тиску, знос підшипників і фрикційних елементів. В умовах сільського господарства, де техніка експлуатується у запиленому, вологому середовищі, ці ризики лише зростають.

Також гостро стоїть проблема своєчасної діагностики зношування. Більшість поломок трансмісії відбувається поступово — через зниження ефективності ущільнень, знос зубців шестерень, порушення балансування. Проте без відповідних датчиків та алгоритмів прогнозування ці несправності часто залишаються непоміченими до моменту серйозного виходу з ладу. Втрата працездатності трансмісії в польовий сезон призводить до значних простоїв і економічних збитків.

Для вирішення зазначених проблем запропоновано низку підходів:

1. Інтеграція систем самодіагностики у трансмісію, яка постійно контролює температурні режими, тиск масла, вібраційні навантаження та інші параметри, що свідчать про стан вузлів. Такі системи вже реалізовані у преміальних моделях тракторів і мають стати стандартом у середньому ціновому сегменті.

2. Розширення цифрової підтримки СТО — створення мобільних застосунків і хмарних платформ, де зберігаються індивідуальні профілі трансмісії, історія

обслуговування, прогнозовані терміни заміни вузлів, а також рекомендації з мастильних матеріалів.

3. Уніфікація конструкцій і вузлів трансмісій для зменшення кількості різних типів запчастин та спрощення процесу навчання технічного персоналу.

4. Розробка доступного діагностичного обладнання для фермерських господарств, яке дозволяє проводити базову перевірку трансмісії без залучення дилерських центрів.

5. Перехід на гібридні та електромеханічні трансмісії, які, попри вищу початкову вартість, мають менше рухомих частин, вищу енергоефективність і простіше обслуговуються за рахунок модульності.

Таким чином, підвищення надійності та зменшення витрат на обслуговування трансмісій тракторів можливе лише за умови поєднання технічного вдосконалення з цифровізацією процесів контролю, навчанням персоналу та підвищенням доступності сервісу. Успішна реалізація таких рішень дозволить аграрним підприємствам знизити експлуатаційні витрати, зменшити кількість аварійних зупинок техніки та продовжити ресурс машинного парку в цілому.

Список літератури

1. Impact response and damage characteristics of carbon fibre reinforced aluminium laminates (CARAL) under low velocity impact tests / B. M. C. Rajan, A. Kumar, T. Sornakumar, A. S. Kumaar // Materials Today: Proceedings. – 2018. – Vol. 5, Issue 9, Part 3. – P. 20070–20077.

ВИКЛИКИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ

аспірант Костюк С.Ю.

Трансмісія трактора є однією з ключових складових, що забезпечує передачу потужності від двигуна до ходової частини, визначаючи тягові властивості машини, її маневреність, продуктивність та економічність.

Ключові слова: діагностика, трактори, зношування.

MAINTENANCE CHALLENGES AND SOLUTIONS FOR TRACTOR TRANSMISSION SYSTEMS

Postgraduate student Kostiuk S.Y.

The tractor transmission is one of the key components that transmits power from the engine to the chassis, determining the traction properties of the machine, its maneuverability, productivity and efficiency.

Keywords: diagnostics, tractors, wear and tear.

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕТОНОЗМІШУВАЧІВ НА БАЗІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ НИЗЬКІЙ ТЕМПЕРАТУРІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

д.т.н. професор Калінін Є.І., аспірант Осадчий Р.М.

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

Ефективна робота бетонозмішувального обладнання, встановленого на шасі вантажного автомобіля, значною мірою залежить від температурних умов експлуатації. Особливо гостро постає питання забезпечення надійності та продуктивності таких машин у регіонах із низькими температурами повітря, де зниження температури викликає не лише погіршення фізико-хімічних властивостей бетонної суміші, а й впливає на технічний стан силових, гідравлічних, механічних та електричних систем техніки.

Метою дослідження є обґрунтування принципів формування експлуатаційних показників автомобільних бетонозмішувачів з урахуванням впливу низьких температур. До основних експлуатаційних показників таких машин відносяться продуктивність, витрати пального, стабільність температурного режиму бетонної суміші під час транспортування, надійність систем змішування та обігріву, тривалість пуску та виведення в робочий режим силового агрегата.

У роботі проаналізовано вплив температури навколишнього середовища на кінематичні властивості цементобетонної суміші, а також на функціонування механізмів обертання змішувального барабана. Показано, що при температурах нижче -10°C суттєво зростає в'язкість змащувальних матеріалів, що спричиняє підвищення навантаження на редуктори та приводи. Крім того, ускладнюється запуск дизельного двигуна базового шасі, особливо без додаткових засобів підігріву.

Запропоновано комплекс принципів формування експлуатаційних показників, який передбачає:

1. Використання адаптованих до низькотемпературних умов моторних, гідравлічних та трансмісійних олих із зниженими температурними межами плинності.
2. Оснащення машин системами термостабілізації, зокрема підігріву змішувального барабана, гідросистем і паливної магістралі.
3. Модифікацію конструкцій змішувального обладнання для забезпечення рівномірного перемішування та збереження рухливості суміші при негативних температурах.
4. Розробку нових методик нормування технічного стану та діагностики бетонозмішувачів у зимових умовах.

5. Впровадження цифрових систем моніторингу, які дозволяють відстежувати ключові параметри обладнання та температурні показники в реальному часі.

Отримані результати свідчать про необхідність урахування температурного чинника як одного з ключових при оцінці експлуатаційних якостей мобільних бетонозмішувачів. Реалізація запропонованих принципів дозволить підвищити ефективність використання такої техніки в умовах холодного клімату, знизити витрати пального та збільшити якість транспортування бетонної суміші.

Список літератури

1. Бойко В.С., Тітов С.М. Автомобільні бетонозмішувачі: конструкція, діагностика, експлуатація. — Київ: Ліра-К, 2020. — 192 с.
2. Гринько О.В., Чабан В.І. Особливості експлуатації будівельної техніки в умовах низьких температур. — «Будівельна механіка», №4, 2021. — С. 52–58.
3. ДСТУ Б В.2.7-212:2010. Будівельні матеріали. Суміші бетонні. Загальні технічні умови.
4. Чистяков С.Г. Гідравлічні системи будівельних машин: основи експлуатації в зимових умовах. — Харків: ХНАДУ, 2019. — 168 с.
5. Якименко В.І. Мاستильні матеріали та їх вплив на надійність роботи техніки при мінусових температурах. — «Техніка і технології будівництва», №1(27), 2022. — С. 33–39.
6. Klimenko V., Pavlenko A. Improving the Performance of Truck Mixers in Cold Regions Using Thermal Stabilization Systems. // International Journal of Transport & Vehicle Engineering, Vol. 17, No. 3, 2023. — pp. 127–133.
7. Ільїн С.М., Радченко П.Г. Діагностика та технічне обслуговування автомобільної техніки у складних кліматичних умовах. — Київ: НТУ, 2021. — 210 с.

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕТОНОЗМІШУВАЧІВ НА БАЗІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ НИЗЬКІЙ ТЕМПЕРАТУРІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

д.т.н. професор Калінін Є.І., аспірант Осадчий Р.М.

У роботі досліджено вплив низьких температур навколишнього середовища на експлуатаційні характеристики бетонозмішувального обладнання, встановленого на шасі вантажного автомобіля. Проаналізовано зміни фізико-хімічних властивостей цементобетонної суміші, а також функціональні обмеження силових, гідравлічних, механічних та електричних систем техніки при експлуатації в умовах холоду. Обґрунтовано принципи формування експлуатаційних показників мобільних бетонозмішувачів з урахуванням дії низьких температур. Запропоновано комплекс технічних та організаційних рішень для забезпечення надійної та ефективної роботи бетонозмішувального обладнання в зимових умовах. Зазначено важливість

використання термостабілізаційних систем, адаптованих мастильних матеріалів, конструктивних змін у змішувальному устаткуванні та впровадження цифрових технологій моніторингу. Впровадження викладених рекомендацій дозволить покращити експлуатаційні властивості техніки, знизити енерговитрати та підвищити якість транспортування бетонної суміші в регіонах із холодним кліматом.

Ключові слова: автомобільний бетонозмішувач, низькі температури, експлуатаційні показники, термостабілізація, дизельний двигун, цементобетонна суміш, гідросистема, зимова експлуатація, цифровий моніторинг, пуск силового агрегата.

PRINCIPLES OF FORMING THE PERFORMANCE INDICATORS OF CONCRETE MIXERS BASED ON TRUCKS AT LOW AMBIENT TEMPERATURE

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Postgraduate Student Osadchy R.M.

The paper investigates the influence of low ambient temperatures on the performance characteristics of concrete mixing equipment installed on the chassis of a truck. Changes in the physical and chemical properties of the cement-concrete mixture, as well as functional limitations of power, hydraulic, mechanical and electrical systems of equipment during operation in cold conditions, are analyzed. The principles of forming the performance indicators of mobile concrete mixers taking into account the action of low temperatures are substantiated. A set of technical and organizational solutions is proposed to ensure reliable and efficient operation of concrete mixing equipment in winter conditions. The importance of using thermal stabilization systems, adapted lubricants, structural changes in mixing equipment and the introduction of digital monitoring technologies is noted. The implementation of the recommendations outlined will improve the operational properties of the equipment, reduce energy consumption and improve the quality of transportation of concrete mix in regions with cold climates.

Keywords: truck concrete mixer, low temperatures, performance, thermal stabilization, diesel engine, cement concrete mix, hydraulic system, winter operation, digital monitoring, power unit start-up.

Секція 7

«Екологічність, рециклінг та утилізація транспорту»

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

к.т.н., доцент Поляшенко С.О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Відомо, що сучасний автотранспорт виділяє токсичні викиди, які забруднюють атмосферу та завдають шкоди навколишньому середовищу, людям і тваринам. З моменту запровадження нормативів щодо викидів шкідливих речовин (ШР) з вихлопних газів (ВГ) автомобілів спочатку в США (1963 р.), а потім і в Європі (1968 р.) скорочення викидів відбулося значною мірою та почалися інтенсивні дослідження з даного питання.

У великих містах і промислових районах у 1965-70 рр. був інтенсивний автомобільний рух. Частка токсичних речовин, що виділяються у вихлопних газах (ВГ), досягає 50...60% від загального об'єму шкідливих викидів, що надходять в атмосферу, включаючи промисловість. Основними токсичними компонентами, викиди яких обмежені спеціальними правилами та стандартами, є оксид вуглецю (CO), вуглеводні (CH), оксиди азоту (NO_x), димність вихлопних газів та тверді частки (ТЧ).

Непрямо нормувалися сполуки свинцю (Pb) та сірки (SO_2) за їх вмістом у бензинах та дизельних паливах. З відпрацьованими газами викидаються і такі токсичні речовини, як альдегіди (P_nCHO) та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), однією з найактивніше шкідливих канцерогенних речовин даного типу є бенз-(а)-пірен ($C_{20}H_{12}$), проте вони не нормуються.

Роботи щодо зменшення забруднення повітря ВГ автомобільного транспорту та нормування гранично допустимих концентрацій токсичних речовин у відпрацьованих газах автомобілів вперше проводилися в США, в штаті Каліфорнія, де в 1959 році були прийняті стандарти на гранично допустимі концентрації окису вуглецю та вуглеводнів. У 1963 року у США було затверджено державний стандарт, за основу якого був прийнятий каліфорнійський. У 1968 року було запропоновано проект стандарту ООН, а 1970 року рекомендовано до використання. У цих стандартах насамперед нормувалися гранично-допустимі викиди (ГДВ) оксиду вуглецю та вуглеводнів у відпрацьованих і картерних газах бензинових двигунів. Пояснюється це тим, що окис вуглецю становив у цей період переважну частину токсичних речовин, які знаходяться у відпрацьованих газах, причому токсичні властивості його змінюються залежно від кліматичних і метеорологічних умов.

Слід зазначити, що вуглеводні за своїми токсичними властивостями значно поступаються таким речовинам, як оксид вуглецю або оксиди азоту. Обмеження викиду вуглеводнів шляхом нормування ГДВ у відпрацьованих газах і ліквідація їх викиду з картерними газами було викликано насамперед у США прагненням уникнути фотохімічного туману (смогу), в утворенні якого вуглеводні, поряд з окислами азоту, як вважалося, грали визначальне значення. Такий підхід до нормування викиду вуглеводнів виявився на думку американських екологів, доцільним у США в 1959 році для запобігання утворенню смогу в штаті Каліфорнія, але не може бути визнаний як об'єктивний метод зниження загальної токсичності атмосфери міста, тому що гранично допустимі концентрації оксидів азоту набагато жорсткіші, ніж вуглеводнів, а викид оксидів азоту (за даними 1966 року) був тільки вдвічі менше, ніж вуглеводнів.

Проте американські дослідники були змушені, в першу чергу, нормувати викид вуглеводнів, а не оксидів азоту, оскільки до моменту нормування було відомо, що зменшити викид вуглеводнів, що викидаються через відкриті системи вентиляції картера двигунів, значно простіше, якщо врахувати можливість його зменшення за рахунок ліквідації викиду з картерними газами шляхом повернення їх назад у двигун через систему всмоктування повітря (закриті системи вентиляції картера). Саме тому в каліфорнійському та федеральному стандартах США була наказана рекомендація щодо повернення картерних газів назад у двигун через систему впуску. Ця рекомендація була екологічно помилковою, оскільки без додаткової фільтрації картерних газів відбувався підвищений викид дуже небезпечних канцерогенних речовин.

У 1968-70 роках на автополігоні було проведено дослідження різних вітчизняних та закордонних автомобілів з відкритими та закритими системами вентиляції картера ДВЗ.

При роботі з відкритою системою вентиляції картера у більшості автомобілів не зафіксовано викид бенз-(а)-пірену з відпрацьованими газами. Тоді як із закритою системою вентиляції картера відмічено значне збільшення викиду бенз-(а)-пірену з відпрацьованими газами у всіх випадках (див. рис. 1).

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

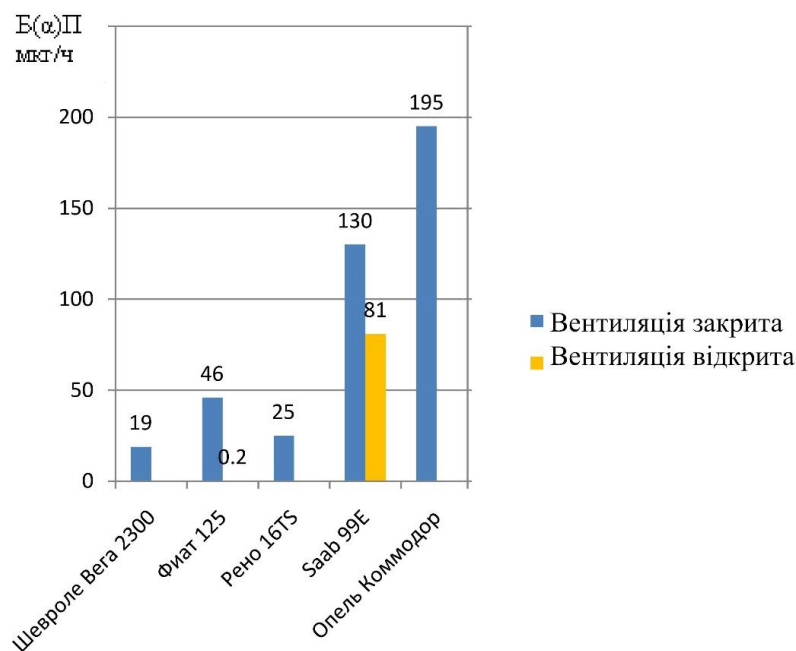


Рисунок 1 – Викид бензапірену з відпрацьованими газами при роботі двигунів різних автомобілів із закритими та відкритою системами вентиляції картера

Масове впровадження після 2005 р. систем нейтралізації відпрацьованих газів гарантовано забезпечувало різке зниження викиду ПАВ в відпрацьованих газах двигунів до мінімального рівня (у ряді випадків зниження становить від 10 до 100 разів).

В роботі розроблена методика оцінки екологічної небезпеки автомобілів на базі сумарного показника викидів ШР з урахуванням їх відносної агресивності дозволяє об'єктивно порівняти різні конструктивні нововведення (заходи) щодо їх екологічної ефективності. Вибраний комплекс математичних моделей та методика розрахунку для оцінки екологічних та економічних показників автомобілів з традиційними ДВЗ, з КЕУ та ЕМ у їх повному життєвому циклі за запобіганими екологічним збиткам дозволяє визначити економічно доцільні напрями розвитку конструкцій на найближчу та віддалену перспективу. Виконані комплексні теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють визначити економічну ефективність запланованих заходів щодо зниження викидів ШР та ВГ, при розробці та впровадженні різних конструкцій автомобілів виробниками на найближчу перспективу до 2050 року відповідно до перспективних вимог міжнародних Правил ООН. Проведені теоретичні оцінки економічної ефективності різних запланованих заходів світовими виробниками автомобілів для забезпечення виконання перспективних норм на викид на майбутні періоди 2030 та 2050 років дозволили підтвердити реальність зменшення викиду ПГ світовим парком автотранспорту до 2050 року до рівня 2005 р.

Розроблено та обґрунтовано основні технічні вимоги до нових систем очищення повітря щодо ефективного зниження вмісту ТЧ та особливо небезпечних шкідливих речовин від зносу шин та дорожнього полотна в салонах автомобілів для забезпечення

екологічної безпеки людини всередині автомобіля, особливо на магістралях великих міст.

Список літератури

1. Hasibuan, Hayati S., and Chrisna T. Permana. Socio-cultural characteristics of people and the shape of transitoriented development (TOD) in Indonesia. *Journal of Transport and Land Use* 15, no. 1 (2022): 295-314.
2. Jasim, Ihsan Abbas, Sabeeh Lafta Farhan, and Haider Majid Hasan. Ways to activate urban transport to achieve urban sustainability. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1090, no. 1, p. 012034. IOP Publishing, 2021.
3. Lestari, Puji, Maulana Khafid Arrohman, Seny Damayanti, and Zbigniew Klimont. Emissions and spatial distribution of air pollutants from anthropogenic sources in Jakarta. *Atmospheric Pollution Research* 13, no. 9 (2022): 101521.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Поляшенко С.О.

В роботі виконане теоретичне та експериментальне дослідження, що дозволяє визначити економічну ефективність запланованих заходів зі скорочення викидів парникових газів при розробці та впровадженні різноманітних автомобільних компоновок у перспективному майбутньому до літа 2030 року..

Ключові слова: екологічні показники, автомобіль, зелені технології, відпрацьовані гази, викиди.

DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL SAFETY AND ENERGY EFFICIENCY OF CARS

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., PhD, Associate Professor Poliashenko S.O.

The paper presents a theoretical and experimental study that allows determining the economic efficiency of the planned measures to reduce greenhouse gas emissions in the development and implementation of various automotive components in the prospective future until the summer of 2030.

Keywords: environmental indicators, car, green technologies, exhaust gases, emissions.

ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ НІМЕЧЧИНИ

асистент Лемішко Д.С.

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

Автомобільний транспорт відіграє ключову роль у Німеччині, забезпечуючи мобільність населення та підтримуючи економічний розвиток. Однак, його вплив на навколишнє середовище залишається значним викликом, особливо в контексті зобов'язань країни щодо зниження викидів парникових газів. У період з 2022 по 2025 роки Німеччина впроваджувала різні заходи для зменшення екологічного сліду автомобільного транспорту, проте результати виявилися неоднозначними.

Викиди парникових газів у транспортному секторі. Згідно з даними Федерального агентства з охорони навколишнього середовища (UBA), у 2023 році транспортний сектор Німеччини викинув приблизно 146 мільйонів тон CO₂-еквівалентів. Це на 1,2% менше, ніж у 2022 році, але все ще на 13 мільйонів тон перевищує встановлену законом квоту в 133 мільйони тон для цього року. Зниження викидів було зумовлене переважно скороченням вантажних перевезень, тоді як пасажирські перевезення автомобілями дещо зросли.

Електромобільність та її розвиток. Німеччина активно просуває електромобільність як засіб зниження викидів. Уряд поставив амбітну мету - до 2030 року мати на дорогах 15 мільйонів електромобілів. Однак, станом на 1 січня 2023 року було зареєстровано лише близько 1 мільйона електромобілів, що свідчить про необхідність значного прискорення темпів впровадження. Варто зазначити, що дослідження вказують на те, що для досягнення цільових показників щодо зниження викидів у пасажирському транспорті потрібно не менше 20 мільйонів електромобілів до 2030 року.

Розвиток зарядної інфраструктури є критичним для підтримки зростання кількості електромобілів. Станом на листопад 2023 року в Німеччині було встановлено понад 115 тисяч публічних зарядних пунктів. Уряд планує збільшити цю кількість до 1 мільйона до 2030 року, що потребує значних інвестицій та координації між державним і приватним секторами.

У 2024 році в Німеччині відбулися значні дискусії щодо політики в галузі транспорту та клімату. Рада експертів з питань клімату підтвердила, що транспортний сектор знову перевищив встановлені ліміти викидів, і поточні політики є недостатніми для досягнення цілей до 2030 року. Це підкреслює необхідність впровадження додаткових заходів для скорочення викидів у транспортному секторі.

Посилення стандартів щодо викидів та перехід до електромобільності створюють виклики для німецьких автовиробників. У 2024 році канцлер Олаф Шольц закликав ЄС

уникати "каральних" штрафів для автовиробників, які не відповідають новим стандартам, підкреслюючи необхідність підтримки індустрії в період трансформації.

Незважаючи на зусилля Німеччини щодо зменшення впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище в період з 2022 по 2025 роки, результати залишаються змішаними. Хоча спостерігається певний прогрес у зниженні викидів та розвитку електромобільності, транспортний сектор продовжує перевищувати встановлені ліміти викидів. Це підкреслює необхідність подальших рішучих дій та інвестицій у стійкі транспортні рішення для досягнення кліматичних цілей країни.

Список літератури

1. Current data from the Federal Environment Agency on greenhouse gas emissions from transport show a significant shortfall from the target in 2023. https://www.ifeu.de/en/news-archive-1/greenhouse-gas-emissions-from-transport-2023?utm_source=chatgpt.com
2. Climate emissions fall by 10.1 per cent in 2023 – biggest decline since 1990 UBA projection: National climate target for 2030 achievable. https://www.umweltbundesamt.de/en/press/pressinformation/climate-emissions-fall-101-per-cent-in-2023-biggest?utm_source=chatgpt.com
3. Vote25: Transport transition poses policy conundrum for next German government. https://www.cleanenergywire.org/news/vote25-transport-transition-poses-policy-conundrum-next-german-government?utm_source=chatgpt.com
4. Policies & action https://climateactiontracker.org/countries/germany/2023-09-05/policies-action/?utm_source=chatgpt.com

ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ НІМЕЧЧИНИ

асистент Лемішко Д.С.

Альтернативних транспорт Німеччини.

Ключові слова: електромобільність, паливо, екологія.

THE IMPACT OF ROAD TRANSPORT ON THE ENVIRONMENT IN GERMANY

Assistant Lemishko D.S.

Alternative transportation in Germany.

Keywords: electric mobility, fuel, ecology.

ЯК ЕФЕКТИВНО УТИЛІЗУВАТИ АВТОМОБІЛІ?

асистент Кулібаба Н.І.

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

Очевидно, що Україна потребує системного підходу, який би враховував реальні можливості громадян, правові аспекти та економічні стимули.

Дійсно, одним із головних питань є відсутність ефективного механізму утилізації та обов'язкових вимог для власників авто. Європейський досвід показує, що податкові стимули, штрафи за порушення утилізаційних норм та програми компенсації можуть зробити процес більш впорядкованим. В Україні, зокрема, після війни, може виникнути потреба у впровадженні державних програм для утилізації пошкоджених автомобілів.

Європейські країни мають різні підходи до утилізації автомобілів, і деякі з них можуть бути корисними для України:

1. Обов'язковий техогляд – у Німеччині автомобілі, які не проходять технічний огляд, не можуть бути використані, що стимулює власників утилізувати старі авто.
2. Фінансові стимули – у Франції діє система «бонус-малус», яка надає знижки на нові екологічні авто при утилізації старих.
3. Програми утилізації – у Польщі власники можуть здати авто на спеціальні пункти, отримуючи компенсацію за метал.
4. Контроль за нелегальними звалищами – у багатьох країнах ЄС штрафи за незаконне позбавлення авто значно вищі, ніж витрати на офіційну утилізацію.

Ось кілька новітніх технологій, які можуть зробити утилізацію автомобілів більш ефективною:

- Роботизовані лінії розбирання – автоматизовані системи швидко та безпечно розбирають автомобілі, мінімізуючи витрати часу.
- Штучний інтелект для сортування матеріалів – AI аналізує компоненти авто та оптимізує процес їх переробки.
- Екологічні методи утилізації акумуляторів – нові технології дозволяють безпечно переробляти батареї електромобілів, зменшуючи токсичні відходи.
- Переробка полімерів та гуми – сучасні методи дозволяють ефективно використовувати пластик і гуму для створення нових матеріалів.
- Розумне керування відходами – інтегровані системи моніторингу допомагають оптимізувати процеси утилізації та повторного використання.

Утилізація автомобілів має значні екологічні переваги:

- Зменшення забруднення: Старі автомобілі можуть витікати токсичні рідини, такі як масло та охолоджуюча рідина, що забруднює ґрунт і

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

- Збереження природних ресурсів: Переробка металів, пластмас і скла з автомобілів зменшує потребу у видобутку нових матеріалів
 - Енергозбереження: Переробка сталі, наприклад, економить близько 74% енергії порівняно з виробництвом нової сталі
 - Скорочення викидів парникових газів: Видалення старих автомобілів з обігу допомагає зменшити викиди CO₂, що сприяє боротьбі зі зміною клімату
- Ці заходи не лише покращують екологічну ситуацію, а й сприяють сталому розвитку

Список літератури

1. Закон України «Про утилізацію транспортних засобів». База даних «Законодавство України». URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T130421.html
2. Бойченко С.В., Лейда К. Європейський досвід і перспективи системи утилізації та рециклінгу транспортних засобів. 253 Вісник Національного транспортного університету. 2015. № 2 (32), С. 20–28. 86.

ЯК ЕФЕКТИВНО УТИЛІЗУВАТИ АВТОМОБІЛІ?

Асистент Кулібаба Н.І.

Проаналізовано, що відбувається в сфері утилізації автомобілів.

Ключові слова: утилізація, система «бонус-малус», токсичні відходи

HOW TO DISPOSE OF CARS EFFECTIVELY?

Assistant Kulibaba N.I.

Analyzed what is happening in the field of car recycling.

Keywords: disposal, bonus-malus system, toxic waste.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ЄС

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Проблема утилізації транспортних засобів, що втратили експлуатаційну придатність, є актуальною у контексті переходу до сталої моделі поведінки з відходами та адаптації до екологічних вимог Європейського Союзу. Згідно з Директивою 2000/53/ЄС, держави-члени зобов'язані досягти рівня перероблення транспортних засобів не менше 95% від маси. Водночас в Україні, за даними досліджень, близько 40% транспортних засобів, що зняті з обліку, не проходять контрольовану утилізацію [1].

У дослідженні проаналізовано сучасні технології демонтажу, сортування та переробки компонентів легкових автомобілів, зокрема акумуляторів, електроніки, пластиків та конструкційних металів. Встановлено, що найскладнішими в утилізації залишаються полімерні матеріали, змішані сплави та вогнетривкі конструкції. Експериментально перевірено ефективність ручного, напіваавтоматичного та повністю автоматизованого розбирання кузовів, що продемонструвало зростання швидкості обробки до 28% у разі застосування інтелектуальних розпізнавачів кріплень на базі комп'ютерного зору [2].

З метою оптимізації процесу утилізації запропоновано цифрову платформу з використанням RFID-міток, які вносяться на етапі виробництва та дозволяють відстежувати життєвий цикл кожного агрегату. Поєднання таких технологій із блокчейн-обліком операцій дає змогу забезпечити прозорість, контроль та екологічну відповідальність кожного учасника ланцюга утилізації [3].

Особливу увагу слід приділити екологічному впливу нелегального зберігання та розбирання транспортних засобів, що нерідко супроводжується витокami оливо, електролітів, фреонів та інших токсичних речовин. У великих містах та приаеродромних зонах такі звалища становлять серйозну загрозу для ґрунтових вод і повітря. Саме тому актуальною є розробка інтегрованих полігонів утилізації, які поєднують сортувальні, хімічно-нейтралізаційні та біоочисні комплекси.

Крім технічних рішень, важливим є правове регулювання – запровадження розширеної відповідальності виробника (EPR) дозволить залучити автовиробників до процесу утилізації на всіх етапах, від проєктування до завершення життєвого циклу. Зокрема, конструкції з полегшеного алюмінію або однотипного пластику дозволяють значно покращити показники повторного використання.

Список літератури

1. Дудник І.В., Коломієць С.П. Екологічна безпека та рециклінг транспортних засобів. – К.: Ліра-К, 2021. – 164 с.
2. Lee, Y.H., & Kim, S. (2020). Vision-based intelligent disassembly systems for end-of-life vehicles. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120847.
3. Ramani, K., & Choudhury, A. (2021). Blockchain-enabled circular economy in automotive dismantling. *Sustainable Materials and Technologies*, 29, e00274.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ
ЄС**

д.т.н., професор Степанов О.В.

У роботі проаналізовано сучасні методи утилізації транспортних засобів та запропоновано цифрові підходи до відстеження і контролю процесу з урахуванням європейських екологічних стандартів.

Ключові слова: утилізація, транспортні засоби, рециклінг, екологія, RFID, блокчейн.

**OPTIMIZATION OF END-OF-LIFE VEHICLE RECYCLING PROCESSES
CONSIDERING EU ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper analyzes current methods of vehicle recycling and proposes digital approaches for tracking and control in compliance with EU ecological standards.

Keywords: vehicle recycling, end-of-life vehicles, ecology, RFID, blockchain, dismantling.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

аспірант Костюк С.Ю.

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

У сучасних умовах зростання глобального попиту на продукти харчування й одночасного посилення екологічних викликів, питання впровадження сталих технологій у сільськогосподарське виробництво набуває критичного значення. Однією з найменш очевидних, але вкрай важливих складових екологічного навантаження сільського господарства є тип і конструкція трансмісії тракторів, які використовуються для обробки ґрунту, сівби, збирання врожаю, транспортування тощо.

Комплексна оцінка екологічного впливу різних типів трансмісій тракторів - від класичних механічних і гідромеханічних коробок передач до сучасних безступінчастих CVT (Continuously Variable Transmission) - з точки зору викидів шкідливих речовин, енерговитрат, ресурсоемності, потреби в технічному обслуговуванні та тривалості життєвого циклу техніки.

У тезі проаналізовано дані польових досліджень, технічної документації виробників сільськогосподарських машин, а також результати моделювання викидів парникових газів та споживання пального залежно від типу трансмісії. Встановлено, що безступінчасті трансмісії CVT демонструють суттєво вищу паливну економічність у режимах змінного навантаження, знижуючи викиди CO₂ до 15–20% у порівнянні зі стандартними механічними КПП. Завдяки здатності тримати двигун у зоні оптимального ККД, такі трансмісії також сприяють зниженню зносу і продовженню строку експлуатації двигуна, що додатково зменшує непрямий екологічний слід.

Проте екологічна оцінка не може обмежуватись лише викидами під час експлуатації. Не менш важливим є вплив, пов'язаний із виробництвом, обслуговуванням та утилізацією трансмісій. Так, CVT-варіатори містять більше точних механічних і гідравлічних компонентів, вимагають спеціалізованих мастильних матеріалів і обслуговування. Це підвищує енергозатрати на виробництво і утилізацію, а також залежність від специфічних ресурсів. Водночас механічні трансмісії є простішими для ремонту, менш енергоемними у виробництві, але гірше адаптуються до змінних умов праці, що часто призводить до перевитрати пального.

Окрему увагу приділено трансмісіям, які використовуються в електрифікованих тракторах або гібридних агрегатах. У таких системах трансмісія виконує не лише силову, а й регулюючу функцію, забезпечуючи рекуперацію енергії та синхронізацію роботи з акумуляторними модулями. Саме ця технологія має потенціал найбільшого

зниження екологічного навантаження у майбутньому, хоча наразі вона залишається дороговартісною і потребує розвиненої інфраструктури.

Результати оцінки доводять, що для досягнення цілей сталого сільського господарства потрібне комплексне впровадження сучасних технологій трансмісії з урахуванням не лише економічних, а й екологічних параметрів. Науково обгрунтований вибір трансмісії зменшує вуглецевий слід господарства, скорочує споживання ресурсів, знижує рівень забруднення повітря та ґрунтів.

У висновках обгрунтовано доцільність створення системи екологічної сертифікації трансмісій тракторів для аграрного сектору та запропоновано критерії її розробки. Розглянуто перспективи інтеграції цифрових систем моніторингу трансмісій у загальні аграрні платформи управління сталими виробничими процесами.

Таким чином, тип трансмісії - це не лише інженерна характеристика, а й фактор, який суттєво впливає на екологічну стійкість аграрного виробництва.

Список літератури

1 Korohodskyi, V., Kryshchuk, S., Migal, V., Rogovyi, A., Polivyanchuk, A., Slyn'ko, G., Manoylo, V., Vasylenko, O., & Osetrov, O. (2020). Determining the characteristics for the rational adjusting of an fuel-air mixture composition in a two-stroke engine with internal mixture formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(5 (104)), 39-52.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

аспірант Костюк С.Ю.

Метою цієї роботи є комплексна оцінка екологічного впливу різних типів трансмісій тракторів - від класичних механічних і гідромеханічних коробок передач до сучасних безступінчастих CVT

Ключові слова: трансмісії, трактори, екологічність.

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF TRACTOR TRANSMISSION TECHNOLOGIES: THE PATH TO SUSTAINABLE AGRICULTURE

Postgraduate student Kostiuk S.Y.

The purpose of this work is to comprehensively assess the environmental impact of various types of tractor transmissions - from classic mechanical and hydromechanical gearboxes to modern continuously variable transmission (CVT)

Keywords: transmissions, tractors, environmental friendliness.

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА МЕТАНОЛО-РІПАКОВІЙ ЕМУЛЬСІЇ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

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

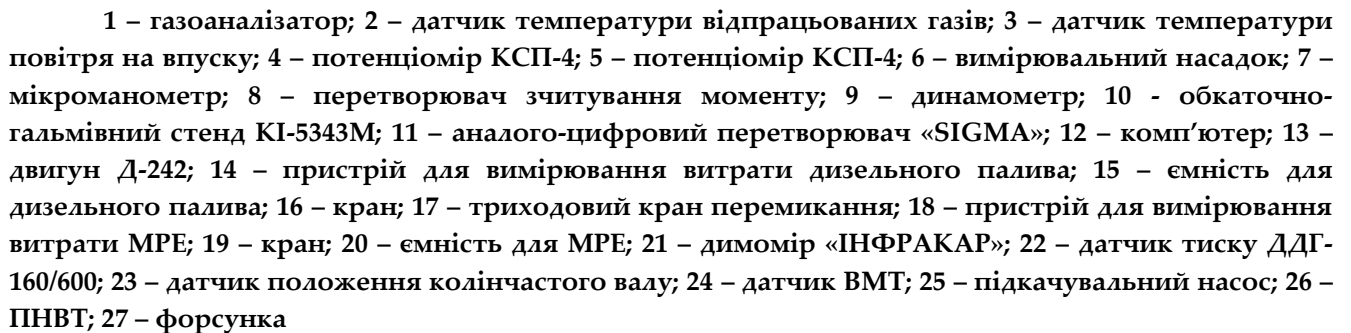
к.т.н., доцент Лебедев С.А.

*Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування та випробування
техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва
м. Харків, Україна*

Останнім часом дедалі більшого поширення набувають альтернативні біопалива на основі рослинних олій та їхніх похідних. Однак, зважаючи на відмінності фізико-хімічних та енергетичних властивостей біопалива і традиційного дизельного палива (ДП), використання перших у двигунах, які випускають серійно і які перебувають в експлуатації, вельми обмежене з конструктивних причин.

В якості альтернативного палива, для дизелів найбільше вивчені сумішеві палива, що містять в якості біологічного компоненту метиловий ефір ріпакової олії, соняшникову, ріпакову, суріпичну, сафлорову, гірчичну і ріжіву олії. Порівняльний аналіз властивостей різних палив показує, що одним із перспективних видів біопалива для дизеля є суміш ріпакової олії з легкими альтернативними паливами, представником якого є аліфатичний спирт метанол. У зв'язку з цим, результати оцінки застосування метаноло-ріпакової емульсії як біологічного палива для дизелів є актуальними, науково і практично значущими для агропромислового комплексу України та інших галузей, що здійснюють експлуатацію мобільних дизельних засобів.

Для проведення експериментальних досліджень у лабораторії кафедри «Трактори та автомобілі» НУБіП України сформовано експериментальну установку. Експериментальна установка (рис. 1) включає обкаточно-гальмівний стенд КІ-5985П, дизель Д-242, комплекс контрольно-вимірювальних і реєструючих приладів, пристрій для подачі та виміру витрати метаноло-рапсової емульсії. Пристрій для подачі та виміру витрати метаноло-рапсової емульсії складається з ємності для емульсії, ваг і триходового перемикача, з'єднаних трубопроводами. Визначення витрати метаноло-рапсової емульсії проводиться ваговим способом. Методика проведення експериментальних досліджень дозволяє з достатньою точністю визначити вплив використання метаноло-рапсової емульсії в якості палива на показники роботи дизеля Д-242 (рис. 1) та його робочий цикл.



У ході експерименту записані значення тиску газів у циліндрі під час роботи на ДП та МРЕ, на підставі яких побудовано порівняльні індикаторні діаграми (рис. 2).



Аналіз індикаторних діаграм дизеля показує зниження величини максимального тиску з 8,53 МПа до 7,89 МПа, тобто на 7,5%. Виявлено також зменшення площі індикаторної діаграми на 5,8% під час роботи на емульсії, що є наслідком меншої питомої теплоти згоряння емульсії порівняно з ДП. Аналізуючи експериментальні дані, слід зазначити, що на номінальному режимі ефективна потужність при роботі на

метаноло-рапсовій емульсії зменшилася з 48 до 43 кВт (на 11%). Питома ефективна витрата збільшилася з 260 г/кВт·год до 320 г/кВт·год (на 18%). Погіршення показників пов'язане із зменшенням годинної витрати палива з 12 кг/год до 10,5 кг/год (на 12,5%) внаслідок більшої в'язкості та меншою теплотворною здатністю метаноло-рапсової емульсії порівняно з ДП. Окрім того, при використанні метаноло-рапсової емульсії в якості палива екологічні показники загалом покращилися. Так, на номінальному режимі вміст CO₂ у відпрацьованих газах зменшився з 10% до 7% при збільшенні концентрації вуглеводнів CH з 0 до 4 ppm. Вміст CO при роботі на метаноло-рапсовій емульсії становить 0,09%, що на 40% нижче, ніж при роботі на ДП (0,15%). Концентрація NO_x під час використання ДП становить понад 2000 ppm, а вміст NO_x під час роботи на емульсії – 1500 ppm. Найменший показник димності (1,9 м⁻¹) відповідає використанню ДП, а при використанні метаноло-рапсової емульсії показник димності становив 2,2 м⁻¹.

Список літератури

1. Wang, Y.; Wang, Y.; Wang, Y.; Wang, Y. (2022) A Comprehensive Review of the Properties, Performance, Combustion, and Emissions of the Diesel Engine Fueled with Different Generations of Biodiesel. *Processes*, 10(6), pp. 1178.

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА МЕТАНОЛО-РІПАКОВІЙ ЕМУЛЬСІЇ

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Лебедев С.А.

Наведено результати дослідження функціонування дизельного двигуна на метаноло-ріпаківій емульсії та визначено її вплив на потужнісні та екологічні показники.

Ключові слова: дизельний двигун, метаноло-ріпакова емульсія, екологічні показники.

EVALUATION OF DIESEL ENGINE PERFORMANCE INDICATORS WHEN OPERATING ON METHANOL-RAPESEED EMULSION

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I., PhD, Associate Prof. Lebedev S.A.

The results of a study on the operation of a diesel engine running on a methanol-rapeseed emulsion are presented and its impact on power and environmental performance is determined.

Keywords: diesel engine, methanol-rapeseed emulsion, environmental performance.

ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЛІДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТИВ І КОМПОНЕНТИВ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Сільськогосподарська техніка має високий рівень енергетичних та матеріальних витрат, що формує значний екологічний слід упродовж усього життєвого циклу. Повторне використання агрегатів та вузлів після відновлення стає одним із ключових елементів переходу до циркулярної економіки в аграрному секторі. За даними Європейської асоціації інженерів з ремонту, регенерація гідравлічних насосів, редукторів і стартерів дозволяє зменшити викиди CO₂ на 45–60% у порівнянні з виробництвом нових компонентів [1].

У межах дослідження було проведено техніко-економічний аналіз відновлення гідравлічних агрегатів тракторів на базі регіонального сервісного центру. Порівняння вартості нового та відновленого обладнання показало економію в середньому 38%, а середній ресурс після капітального ремонту становив близько 80% від нового вузла. Застосування контролю дефектів методом вихрострумового аналізу дозволило підвищити якість відновлення та скоротити кількість відмов після ремонту [2].

Окрім економічних та технічних переваг, повторне використання агрегатів має важливий екологічний ефект. Дослідження показали, що повторне використання 1 тонни металевих компонентів дозволяє зменшити споживання первинної сировини на 0,7 тонни та знизити енергоспоживання на 60–70% [3]. Такі результати свідчать про доцільність розширення мережі регенераційних сервісів та інтеграцію екологічного критерію в систему управління машинно-тракторним парком.

Важливо також формувати культуру технічного обслуговування, яка підтримує ідеологію багаторазового використання та обґрунтованої заміни. Замість прямої заміни дорогого вузла варто розглядати можливість його відновлення або перепрофілювання з подальшим моніторингом ресурсу. Це дозволяє не лише скоротити витрати, а й продовжити строк служби машин в умовах обмеженого бюджету.

Перспективним напрямом є створення банків компонентів, які акумулюють придатні до відновлення вузли з техніки, що списується. Такі банки можуть функціонувати як частина логістичних центрів агропідприємств або об'єднаних регіональних хабів. Їх діяльність може бути підтримана через державні програми екологічного стимулювання та співфінансування ремонтно-відновлювальних послуг.

Список літератури

1. СЕМЕР. (2020). Remanufacturing and its role in sustainable agriculture. Brussels: European Agricultural Mechanization Association.
2. Бондаренко А.І., Мельник В.О. Відновлення гідравлічних вузлів тракторів: методи, економіка, технології. – Вінниця: НТУ, 2021. – 132 с.
3. Geyer, R., Lindner, J.P., & Stoms, D.M. (2016). A pilot input-output analysis of California remanufacturing industries. *Journal of Industrial Ecology*, 20(4), 837–848.

**ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЛІДУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА РАХУНОК
ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТИВ І КОМПОНЕНТИВ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

У тезі досліджено потенціал регенерації агрегатів сільськогосподарської техніки як екологічно та економічно ефективної альтернативи новому виробництву.

Ключові слова: повторне використання, сільськогосподарський транспорт, екологія, гідравліка, відновлення, ресурси.

**REDUCING THE ENVIRONMENTAL FOOTPRINT OF AGRICULTURAL
TRANSPORT THROUGH COMPONENT REUSE**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper explores the potential of agricultural machinery component regeneration as an environmentally and economically efficient alternative to new manufacturing.

Keywords: reuse, agricultural transport, ecology, hydraulics, restoration, resource savings.

Секція 8

**«Післявоєнна відбудова підприємств аграрного
та автомобільного сектору»**

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В СІЛЬСЬКИХ РЕГІОНАХ ПІД ЧАС ТА ПІСЛЯ ВІДБУДОВИ

асистент Лемішко Д.С.

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

Питання безпеки дорожнього руху в сільських регіонах України набуває особливого значення у період воєнних дій та післявоєнної відбудови. Внаслідок бойових дій, артилерійських обстрілів і тимчасової окупації в багатьох населених пунктах сільської місцевості було зруйновано або пошкоджено дороги, мости, дорожні знаки, засоби освітлення, а також об'єкти критичної інфраструктури. Це суттєво вплинуло на організацію безпечного дорожнього руху, створило численні аварійні ділянки та підвищило ризик для всіх учасників руху - як водіїв, так і пішоходів.

Особливо загрозливою є ситуація в селах, де відсутні чітко регламентовані правила дорожнього руху, не працює контроль швидкості, немає належної дорожньої розмітки та освітлення. Водночас на ці території починає активно повертатися населення, відновлюється аграрне виробництво, активізується рух транспорту, зокрема великогабаритної техніки, гуманітарних вантажівок, будівельних машин, що створює додаткові навантаження на дорожню інфраструктуру.

У тезі розглянуто комплекс чинників, що впливають на рівень безпеки дорожнього руху в сільській місцевості, включаючи недосконалість організації руху, низьку дисципліну водіїв, відсутність засобів автоматичного моніторингу швидкості, недостатню обізнаність мешканців щодо змін у правилах безпеки та обмежений доступ до медичних і рятувальних служб. Окремо акцентується увага на необхідності захисту вразливих учасників дорожнього руху — дітей, велосипедистів, пішоходів, які щодня змушені користуватися пошкодженими або неосвітленими шляхами.

Запропоновано ряд першочергових заходів, які можуть суттєво покращити безпеку: встановлення тимчасових знаків, маркування небезпечних ділянок, облаштування сповільнювальних пристроїв на в'їздах до населених пунктів, локальне освітлення пішохідних переходів, встановлення камер фіксації порушень. Також наголошується на важливості просвітницької роботи серед місцевого населення щодо правил безпечної поведінки на дорозі в умовах зміненої інфраструктури.

Досвід післявоєнної відбудови в інших країнах показує, що навіть у разі браку фінансів можливо знизити кількість ДТП завдяки простим технічним рішенням та грамотному управлінню дорожнім рухом. Інтеграція принципів безпеки на початкових етапах реконструкції дозволяє уникати значних втрат у майбутньому. У роботі також розглянуто потенціал діджиталізації - створення карт пошкоджень, інтерактивних систем навігації, використання мобільних додатків для інформування водіїв.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Таким чином, безпека дорожнього руху в сільських регіонах має стати невід'ємною складовою стратегії відбудови України. Захист життя людей, відновлення транспорту та створення безпечного середовища для руху - це не лише технічне, а й соціальне, гуманітарне завдання, яке потребує швидкої реакції, координації влади та залучення місцевих громад.

Список літератури

1. Рудзінський В.В., Ломакін В.О., Мельничук С.В., Шумляківський В.П., Мельничук Я.С. Оцінка якості руху заданим маршрутом міста // матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту" 25-27 жовтня 2021 р. Вінниця, Україна.

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В СІЛЬСЬКИХ РЕГІОНАХ ПІД ЧАС ТА ПІСЛЯ ВІДБУДОВИ

асистент Лемішко Д.С.

Питання безпеки дорожнього руху в сільських регіонах України.

Ключові слова: водій, дороги, безпека, інфраструктура.

ROAD SAFETY IN RURAL AREAS DURING AND AFTER RECONSTRUCTION

Assistant Lemishko D.S.

Road safety issues in rural regions of Ukraine.

Key words: driver, roads, safety, infrastructure.

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ДОБРИВ, ЗЕРНА ТА ПРОДУКЦІЇ В ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

асистент Костюк С.Ю.

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

У повоєнний період Україна стикається з численними викликами у сфері аграрної логістики, зокрема у вантажному транспортуванні добрив, зернових культур та готової сільськогосподарської продукції. Зруйнована інфраструктура, дефіцит транспорту, нестача паливно-мастильних матеріалів, а також зміна логістичних маршрутів через окупацію або мінування територій значно ускладнюють стабільну роботу агросектору. У цьому контексті особливої актуальності набуває впровадження інноваційних технічних та організаційних рішень, які дозволять забезпечити безперервність та ефективність перевезень навіть в умовах обмежених ресурсів.

Одним з ключових напрямів є застосування спеціалізованих кузовів і контейнерів модульного типу, що дозволяють здійснювати транспортування різних видів вантажів - сипучих, рідких або упакованих - без потреби переобладнання транспортних засобів. Такі системи забезпечують швидке завантаження та розвантаження, а також адаптацію під залізничне, автомобільне та навіть річкове сполучення, що є критично важливим у постраждалих районах. Модульність також дозволяє ефективно використовувати наявний автопарк, скорочуючи час простою та витрати.

Іншим важливим аспектом є впровадження цифрових рішень: GPS-моніторинг, автоматизоване управління логістикою, використання мобільних додатків для планування маршрутів і контролю за транспортуванням добрив чи зерна в реальному часі. Такі технології дозволяють зменшити втрати, уникати заторів або небезпечних зон, а також оптимізувати використання техніки на рівні громади або кооперативу.

Також зростає роль енергоефективного транспорту. У зв'язку з нестачею дизельного палива та високими цінами, дедалі більше агровиробників звертають увагу на електричні вантажівки, гібридні трактори, мобільні бункери з приводом від акумуляторів або систем на базі сонячних панелей. Це не тільки знижує витрати, а й дає змогу працювати в умовах енергетичних обмежень.

Варто також відзначити інженерні розробки українських підприємств: виробництво напівпричепів для перевезення зерна із вивантаженням за допомогою гідравліки, мобільні змішувачі добрив для локального приготування робочих розчинів у полі, системи точного дозування при навантаженні та перевезенні. Такі рішення вже сьогодні використовуються у фермерських господарствах і кооперативах, зменшуючи втрати продукції та підвищуючи ефективність кожного рейсу.

В умовах післявоєнної трансформації логістики сільського господарства головне завдання - зробити її не просто мобільною, а гнучкою, енергоефективною, локально адаптованою і технологічно розумною. Інноваційні рішення повинні поєднувати простоту в реалізації, масштабованість та здатність працювати в умовах непередбачуваних загроз. Це дозволить не лише забезпечити внутрішні потреби країни, а й підтримати експортний потенціал аграрної галузі, який є одним із ключових драйверів економічного відновлення України.

Список літератури

1. Nataliia Vorotina, Oleg Koval, Valerii Vorotin, Vasyl Prodanyk, Andrii Shynkarov. (2023). Legal foundations and features of public administration in the budgetary sphere in Ukraine and abroad. *Rivista di scienze giuridiche a cura della facoltà di giurisprudenza dell'università cattolica di Milano*/vp vita e pensiero indice n. 2/2023. p. 247-262. (SCOPUS). https://doi.org/10.26350/18277942_000122

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ДОБРИВ, ЗЕРНА ТА ПРОДУКЦІЇ В ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД

асистент Костюк С.Ю.

Виклики у сфері аграрної логістики, зокрема у вантажному транспортуванні добрив, зернових культур та готової сільськогосподарської продукції у повоєнний період України.

Ключові слова: виклики, впровадження, транспортування.

INNOVATIVE SOLUTIONS FOR THE TRANSPORTATION OF FERTILIZERS, GRAIN AND PRODUCTS IN THE POST-WAR PERIOD

Assistant Kostiuk S.Y.

Challenges in the field of agricultural logistics, in particular in the freight transportation of fertilizers, grain crops and finished agricultural products in the post-war period of Ukraine.

Keywords: challenges, implementation, transportation.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АГРОТЕХНІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Повномасштабна військова агресія проти України завдала значних руйнувань аграрній інфраструктурі — складам, машинно-тракторним станам, сервісним центрам та об'єктам зберігання продукції. У цих умовах ключовим завданням стає формування стратегій відновлення із врахуванням принципів сталого розвитку, енергоефективності та цифровізації. Інженерний аспект відбудови потребує сучасного технічного переоснащення, реорганізації логістики та інтеграції технологій «розумного» землеробства [1].

У рамках дослідження проаналізовано досвід відновлення аграрної інфраструктури у повоєнній Хорватії та Іраку, на основі чого розроблено рекомендації для України. Зокрема, пріоритетом є створення модульних сервісних хабів, які поєднують ремонтну базу, склад запчастин і пункт обробки аграрних даних. Такий підхід дозволяє прискорити відновлення мобільної техніки та одночасно впроваджувати цифрові рішення для моніторингу стану МТП [2].

Додатково обґрунтовано необхідність розвитку локального виробництва енергоефективних агротехнічних засобів із можливістю заміни імпортованих комплектуючих. Створення мобільних енергетичних систем на базі біомаси, сонячних модулів і малих когенерацій сприяє енергетичній автономії віддалених господарств. Інженерні рішення в цьому напрямі повинні враховувати обмежені ресурси, доступність ремонтної бази та екологічні вимоги [3].

Особливої уваги заслуговує впровадження навчальних програм для підготовки технічних фахівців нового покоління, здатних працювати з цифровими системами управління, точним землеробством та відновлювальною енергетикою. На рівні регіонів варто формувати агроінженерні кластери у співпраці з університетами та галузевими асоціаціями. Це дозволить не лише забезпечити якісний кадровий потенціал, а й створити основу для інноваційного розвитку територій.

Крім того, важливим є запровадження пільгових інвестиційних механізмів, зокрема у вигляді агроіндустріальних парків, які забезпечують спрощений доступ до фінансування, обладнання та технічного консалтингу для відновлення МСП. Такі рішення посилять адаптивність аграрного сектору до воєнно-політичних ризиків та закладуть фундамент для сталого економічного зростання в повоєнний період.

Список літератури

1. OECD. (2023). Building Resilient Agricultural Systems after Conflict. Paris: OECD Publishing.
2. Власюк О.С., Демчук І.В. Післявоєнне відновлення економіки: виклики та інструменти аграрного сектору. – К.: Ін-т економіки АПК, 2023. – 144 с.
3. FAO. (2022). Guidance on Renewable Energy Options for Rural Agricultural Communities. Rome: Food and Agriculture Organization of the UN.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ АГРОТЕХНІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В
УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: СТРАТЕГІЧНІ
ПІДХОДИ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ**

д.т.н., професор Степанов О.В.

У тезі обґрунтовано технічні рішення для відбудови аграрної інфраструктури України з акцентом на енергоефективність, цифровізацію та локалізацію виробництва.

Ключові слова: аграрна інфраструктура, післявоєнна відбудова, техніка, енергетична автономія, цифровізація.

**MODERNIZATION OF AGRO-TECHNICAL INFRASTRUCTURE IN UKRAINE'S
POST-WAR RECOVERY: STRATEGIC APPROACHES AND ENGINEERING
SOLUTIONS**

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper justifies engineering solutions for the recovery of Ukraine's agricultural infrastructure with a focus on energy efficiency, digitalization, and production localization.

Keywords: agricultural infrastructure, post-war recovery, machinery, energy autonomy, digitalization.

ПІСЛЯВОЄННА ВІДБУДОВА ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

д.т.н., професор Калінін Є.І., асистент Колеснік Ю.І.

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

В результаті повномасштабної війни, розпочатої росією в 2022 році, транспортна інфраструктура України, включаючи автомобільний транспорт, зазнала значних руйнувань. За оцінками Світового банку, збитки транспортного сектору склали близько 35,7 млрд доларів США, а потреби у відновленні та негайних заходах — 92,1 млрд доларів. Автомобільний транспорт, який відіграє ключову роль у логістиці та економіці країни, потребує особливої уваги в процесі відновлення.

Відновлення автомобільного транспорту стикається з низкою викликів: зруйновані дороги та мости, застарілий автопарк, брак фінансування та необхідність інтеграції з європейською транспортною мережею. Для ефективного відновлення необхідно: модернізація інфраструктури: відновлення та поліпшення дорожньої мережі з урахуванням сучасних стандартів і стійкості до можливих майбутніх загроз; оновлення автопарку: впровадження екологічно чистих та енергоефективних транспортних засобів для зниження залежності від викопних видів палива; фінансування та інвестиції: залучення міжнародних інвестицій та ефективне використання коштів, включаючи можливе використання заморожених російських активів; цифровізація та інновації: впровадження цифрових технологій для управління транспортними потоками та підвищення ефективності логістики.

Міжнародна спільнота відіграє важливу роль у відновленні транспортної інфраструктури України. Співпраця з міжнародними організаціями та країнами-партнерами сприяє залученню інвестицій, обміну досвідом та впровадженню передових технологій. Наприклад, угода між Україною та США про співпрацю в галузі мінеральних ресурсів передбачає інвестиції в інфраструктурні проекти, включаючи транспортний сектор. Післявоєнне відновлення автомобільного транспорту в Україні є ключовим елементом загального процесу відновлення країни. Ефективна реалізація стратегій модернізації, залучення інвестицій та міжнародне співробітництво сприятимуть створенню стійкої та сучасної транспортної системи, здатної підтримувати економічне зростання та забезпечувати безпеку громадян.

Список літератури

1. Pastukh, M., Merforth, M., Zagreba, V., & Wagner, A. (2023). Urban mobility in Ukraine: Eight building blocks for a green recovery. *Internationales Verkehrswesen*, 75(Collection), 101–109. Expert Verlag Tübingen.

2. Boichenko, M. (2023). Restoration and Development of Transport Infrastructure in the Post-War Period. *Economic Herald of the Donbas*, 73(3), 132–137.

ПІСЛЯВОЄННА ВІДБУДОВА ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

д.т.н., професор Калінін Є.І., асистент Колеснік Ю.І.

В умовах масштабних руйнувань, спричинених повномасштабною війною, автомобільний транспорт України опинився серед найбільш постраждалих галузей. У тезі розглядаються ключові напрямки післявоєнного відновлення автомобільного транспорту, включаючи модернізацію дорожньої інфраструктури, оновлення автопарку, цифровізацію логістики та залучення міжнародних інвестицій. Особлива увага приділена ролі міжнародного співробітництва в реалізації стійких транспортних рішень. На підставі актуальних наукових досліджень та аналітичних матеріалів зроблено висновок про необхідність системного підходу до відновлення сектора як важливого елемента економічної та соціальної стабільності країни.

Ключові слова: післявоєнне відновлення, автомобільний транспорт, Україна, інфраструктура, автопарк, логістика, сталий розвиток, транспортна політика, міжнародне співробітництво.

POST-WAR RECONSTRUCTION OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY IN UKRAINE

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I., Assistant Koliesnik Y.I.

In the context of widespread destruction caused by full-scale war, Ukraine's road transport sector has been among the hardest hit. This paper examines key areas for post-war recovery of road transport, including modernisation of road infrastructure, renewal of the vehicle fleet, digitalisation of logistics and attraction of international investment. Particular attention is paid to the role of international cooperation in the implementation of sustainable transport solutions. Based on current scientific research and analytical materials, it is concluded that a systematic approach to the recovery of the sector is necessary as an important element of the country's economic and social stability.

Keywords: post-war recovery, road transport, Ukraine, infrastructure, vehicle fleet, logistics, sustainable development, transport policy, international cooperation.

РОЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ У ВІДБУДОВІ ПОСТРАЖДАЛИХ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

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

В умовах повоєнної реальності України автомобільний транспорт відіграє стратегічно важливу роль у процесі відбудови постраждалих територій, зокрема в сільській місцевості. Саме мобільність, доступність та універсальність автомобільного транспорту забезпечують ефективне функціонування критичної інфраструктури, оперативне реагування на логістичні виклики та відновлення економічної активності аграрного сектору. У сільській місцевості, де залізничне або водне сполучення часто відсутнє або зруйноване, автомобільні перевезення стають єдиним способом доставки будівельних матеріалів, гуманітарної допомоги, обладнання, а також вивезення врожаю чи відходів.

Автотранспорт виконує не лише економічну, а й соціальну функцію: відновлення сполучення між громадами, забезпечення доступу до медичних та освітніх послуг, перевезення робочої сили — все це критично важливо для повернення нормального життя в села, що зазнали руйнувань. Крім того, відновлення доріг, мостів і тимчасових переправ, зокрема силами мобільних дорожніх підрозділів і комунальних служб, є неможливим без вантажного і спеціального автомобільного парку. У багатьох випадках саме вантажівки, тягачі, екскаватори та автокрани стали першими машинами, що повернулися на звільнені території, доставляючи необхідне для запуску життя. З технічної точки зору, сільська місцевість потребує не лише великовантажного транспорту, а й компактних, всюдихідних машин, здатних працювати на важкопрохідних дорогах або взагалі без доріг. Потреба у відновленні та модернізації сільських автопарків, які зазвичай мають низький рівень технічного ресурсу, є очевидною. У цьому контексті доцільно впроваджувати програми оновлення техніки з акцентом на вітчизняне виробництво, залучення гуманітарної допомоги у вигляді транспорту, а також розвиток кооперації між місцевими громадами для спільного використання транспортних ресурсів.

Також важливим є цифровий аспект: використання супутникової навігації, мобільних додатків для планування маршрутів і обліку вантажів, а також платформ для координації транспортних завдань між громадами та державними структурами. Це дозволить уникати дублювання ресурсів, мінімізувати логістичні втрати та підвищити прозорість у використанні транспортних засобів.

Отже, автомобільний транспорт виступає критично важливим інструментом для оперативної, економічної та комплексної відбудови сільських територій. Його роль

виходить далеко за межі логістики — це засіб для повернення людей до рідних домівок, запуску місцевої економіки, відновлення інфраструктури та повернення довіри до майбутнього. Від ефективності автомобільного транспорту сьогодні залежить темп і якість відродження українського села завтра.

Список літератури

1. Chechel, O., Bashuk, A., Tsykhovska, E., Vorotin, V., Mukovoz, V., Prodanyk, V. (2022). Reform of state regulation of production and transportation of hydrogen on the territory of European states in the context of positive practice of the EU. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (13 (117)), p. 78–90. (SCOPUS). <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.260329>

РОЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ У ВІДБУДОВІ ПОСТРАЖДАЛИХ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

Мобільність, доступність та універсальність автомобільного транспорту забезпечують ефективне функціонування критичної інфраструктури.

Ключові слова: економіка, сільська місцевість, інфраструктура.

THE ROLE OF ROAD TRANSPORT IN THE RECONSTRUCTION OF THE AFFECTED RURAL AREAS

Assistant Kostiuk S.Y.

The mobility, accessibility and versatility of road transport ensure the effective functioning of critical infrastructure

Keywords: economy, rural areas, infrastructure.

ТРАНСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

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

Повномасштабна війна в Україні чимало змінила не лише у житті українців, але й у житті бізнесу та вантажних перевезень. Варто зазначити, що важливе місце в Україні, як і в світовій економіці займає транспорт. Важливі міжнародні організації очікують негативних наслідків у Європі та Африці від проблем постачання зернових, соняшникової олії та інших, які є основою для раціону людини. Тому проаналізувавши поточний стан товарів в Україні, основні зміни, проблеми та прямі погляди на розвиток галузі.

Сектор руху поєднує в собі різні регіони, міські та сільські райони, ринки, виробничі місця та експортери. Це основа економіки та її розвиток в умовах виробництва, споживання та торгівлі. На регіональному та міжнародному рівні він поєднує в собі країну з рештою світу, включає іноземні фінансові ринки, комерційний рух, інвестиційні потоки, надання пропозицій та ідей, сучасні засоби транспорту та спілкування.

Для відновлення транспортної інфраструктури у короткостроковій перспективі необхідно розробити критерії пріоритезації фінансування та проведення відновлювальних робіт (будівництво, реконструкція, капітальний і поточний ремонт). Оскільки на перших етапах відновити інфраструктурні об'єкти в цілому видається проблематичним, першочергово має фінансуватися відновлення елементів, які безпосередньо впливають на мобільність та безпеку [3].

Війна в Україні вже вплинула на близько 25% світової торгівлі зерновими та призвела до зростання світових цін, продовольчої інфляції та зниження доступу до продуктів харчування у країнах-імпортерах України.

Транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва, яка здатна задовольняти потреби населення і суспільного виробництва в перевезеннях. Розвиток і вдосконалення транспортної галузі здійснюється відповідно до загальнодержавного плану, на основі досягнень науково-технічного прогресу, що забезпечується державою, у поєднанні з загальнодержавними пріоритетами.

Також в Україні, у зв'язку з війною, спостерігається чітка тенденція до збільшення частки автомобільних перевезень у міжнародному сполученні (рисунки 1). Дані про структуру експорту-імпорту товарів за видами транспорту за 2021-2023 роки свідчать про зростання частки вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом, з 37% у 2021 році до 64% у 2023 році. Це спричинено тим, що значну частину великих вантажопотоків була перенаправлено на наземний транспорт. Також чинником, що надає перевагу автомобільному виду транспорту над залізничним, є невідповідність ширини колій європейським стандартам. Подальшому розвитку міжнародних

вантажних автомобільних перевезень сприяє продовження чинної угоди про автомобільні вантажні перевезення до 30 червня 2025 року, метою якої є допомога в отриманні доступу Україною до світових ринків шляхом спрощення транзиту через країни ЄС і подальший розвиток зв'язків із ринком ЄС, зокрема через «Шляхи солідарності між Україною та ЄС» [1]. Поряд з цим найбільшою проблемою для перевізників залишається блокування автомобільних переходів на кордонах з європейськими країнами, для якого наразі немає чіткого рішення [2].

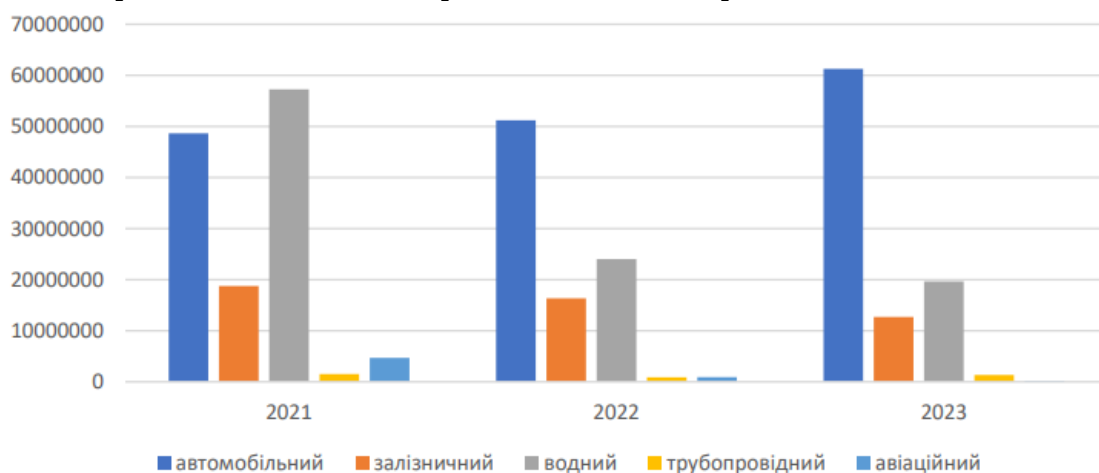


Рисунок 1 – Обсяги міжнародних вантажних перевезень за 2021-2023 роки, тис.дол. США

Враховуючи ситуацію, що склалася в галузі міжнародних та внутрішніх вантажоперевезень, більша частина поставок під час війни здійснюється двома видами транспорту — автомобільним та залізничним. Але в другому випадку теж є свої нюанси — це невідповідність ширини колії в Україні та країнах ЄС. Це сильно обмежує пропускну здатність, при перетині кордону, оскільки вантажі, що перевозяться, доводиться або перевантажувати або переставляти вагони на візки відповідного стандарту. По-друге, залізничний транспорт набагато більше залежить від стану своєї інфраструктури, за якою війська агресора завдають постійних ударів.

Тож у період війни, особливу увагу приділяється розвитку автомобільних вантажних перевезень, як у країні, і там. Для цього Урядом України та Комісією Євросоюзу було прийнято кілька постанов та низку законів, спрямованих на спрощення процедури проходження кордону, для українських автоперевізників, збільшено кількість базових квот, знято деякі обмеження. Наразі вирішується питання щодо запровадження спільного прикордонного та митного контролю на пунктах пропуску між Україною та Польщею. Паралельно з цим ведеться будівництво сучасних складських комплексів, на території країни, здатних приймати та обслуговувати велику кількість найрізноманітніших вантажів, з дотриманням усіх міжнародних норм та стандартів. Все це має позитивно вплинути на розвиток автомобільних вантажних перевезень.

Список літератури

1. ЄС та Україна продовжили угоду про вантажні перевезення автомобільним транспортом. URL: <https://euneighbourseast.eu/uk/news/latest-news/yes-ta-ukrayina-prodovzhyly-ugodu-pro-vantazhniperevezennya-avtomobilnym-transportom>
2. Ринок вантажних перевезень – Pro-Consulting. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynokgruzovyh-perevozok-pro-consulting-vystupila-s-dokladom-na-logistic-innovation-forum-2024>
3. Логістика війни. Як змінились вантажні перевезення в Україні. Новости бізнеса, економіки, фінансов, рынков и компаний – НВ Бізнес. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/experts/perevezennya-v-ukrajini-pid-chas-viyni-gumanitarni-vantazhiobmezhennya-na-perevezennya-50231625.html>

ТРАНСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

У роботі досліджено стан і тенденції розвитку вантажних перевезень в Україні в умовах війни. Висвітлено переорієнтацію логістики на автомобільний транспорт через пошкодження інфраструктури та особливості залізничних колій. Розглянуто вплив війни на експортно-імпорتنі операції, прикордонний контроль і заходи уряду та ЄС щодо підтримки транспортного сектору. Наголошено на потребі розвитку інфраструктури та спрощення митного регулювання.

Ключові слова: міжнародні вантажні перевезення; автомобільний транспорт; транспортна інфраструктура; залізничний транспорт; логістика; війна в Україні; експорт; імпорт; прикордонний контроль; ЄС.

TRANSPORTATION DURING THE WAR IN UKRAINE

Master of Industrial Training Slipukha T.I.

The paper examines the state and trends of freight transportation in Ukraine during the war. It highlights the reorientation of logistics to road transport due to damage to infrastructure and the peculiarities of railway tracks. It examines the impact of the war on export-import operations, border control, and government and EU measures to support the transport sector. It emphasizes the need for infrastructure development and simplification of customs regulation.

Keywords: international freight transportation; road transport; transport infrastructure; railway transport; logistics; war in Ukraine; export; import; border control; EU.

ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВІДБУДОВИ ЕКОНОМІКИ: ЛОГІСТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ

д.т.н., професор Степанов О.В.

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

Підприємства автомобільного транспорту в Україні зазнали істотних втрат як у матеріально-технічному забезпеченні, так і в логістиці через зруйновану інфраструктуру та релокацію виробничих потужностей. Відновлення цієї сфери вимагає переосмислення систем керування, підбору рухомого складу та інтеграції екологічно орієнтованих рішень. Особливу роль відіграє модернізація автопарків з урахуванням пріоритетів енергоефективності, стандартизації сервісу та цифрового управління перевезеннями [1].

Проведено аналіз варіантів технічного переоснащення автопідприємств у регіонах, що зазнали бойових дій, з акцентом на використання багатофункціонального транспорту – автомобілів з модульними кузовами, здатними працювати в умовах змішаного вантажу або аварійно-рятувальних задач. Окремо розглянуто перспективи переходу до електротранспорту на внутрішньоміських маршрутах за рахунок локального виробництва тягових батарей [2].

Важливою складовою є формування транспортно-логістичних хабів, які можуть обслуговувати кілька підприємств одночасно. Це дозволяє підвищити рівень технічної готовності автопарку, зменшити витрати на ремонт та пришвидшити обіг транспортних одиниць. Також запропоновано створення інформаційно-аналітичних центрів для підтримки диспетчеризації, що працюють на базі відкритих API та стандартів e-CMR [3].

В умовах значного дефіциту кадрів доцільно впроваджувати прискорені навчальні програми для механіків, водіїв та логістів з урахуванням новітніх технологій управління автотранспортом. Це дозволить не лише оперативно забезпечити відновлення мобільності, а й створити нові робочі місця для внутрішньо переміщених осіб та демобілізованих військових.

Ще одним важливим напрямом є створення міжмуніципальних транспортних кластерів, які об'єднують ресурси малих громад для спільного користування автотранспортом, спрощують доступ до сервісу та дозволяють реалізувати спільні логістичні схеми. Така кооперація є запорукою ефективного використання обмежених ресурсів у повоєнній економіці.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2025»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Список літератури

1. World Bank. (2023). Rebuilding Transport and Logistics in Ukraine. Washington, DC: World Bank Group.
2. Ільїн В.М., Чорнобривець Р.О. Логістика й технічне оновлення автопідприємств: післявоєнні виклики. – Харків: УкрДАЗТ, 2023. – 156 с.
3. UNECE. (2022). Digitalization of Transport Documents: The e-CMR Protocol. Geneva: United Nations.

ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВІДБУДОВИ ЕКОНОМІКИ: ЛОГІСТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ

д.т.н., професор Степанов О.В.

У тезі проаналізовано напрями модернізації автотранспортної інфраструктури в умовах відбудови України з урахуванням логістичних, екологічних і цифрових аспектів.

Ключові слова: автомобільний транспорт, логістика, екологічні стандарти, цифровізація, енергетична ефективність.

RE-EQUIPMENT OF AUTOMOTIVE TRANSPORT ENTERPRISES IN THE CONTEXT OF ECONOMIC RECOVERY: LOGISTICS AND ENVIRONMENTAL CHALLENGES

Ph.D., professor Stepanov O.V.

The paper analyzes directions for modernizing Ukraine's automotive transport infrastructure amid recovery, considering logistics, environmental, and digital factors.

Keywords: automotive transport, logistics, environmental standards, digitalization, energy efficiency.

TRANSPORT INFRASTRUCTURE CAPABILITIES OF UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.,

PhD, Associate Professor Koliesnik I.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

Russia's full-scale aggression against Ukraine, which began in 2022, has caused significant damage to the country's transport infrastructure. According to World Bank estimates, the total investment required to restore and modernise the transport sector is approximately \$143 billion. However, despite the destruction, the post-war period offers unique opportunities to create a modern, sustainable and integrated transport system capable of stimulating economic growth and accelerating Ukraine's integration into the European community.

Ukraine has a developed multimodal transport infrastructure, including a network of motorways, railways, airports and seaports. In the post-war period, the following areas will be prioritised:

Multimodality: The development of a multimodal transport system will optimise logistics flows and improve transport efficiency.

Integration with the EU: The transition to the European 1,435 mm gauge and the development of cross-border transport corridors will strengthen ties with the European Union.

Digitalisation: The introduction of digital technologies and intelligent transport systems will improve the safety and efficiency of transport infrastructure.

International partners play a key role in the restoration of Ukraine's transport infrastructure. Agreements such as the agreement between Ukraine and the United States on cooperation in the field of mineral resources, ratified in May 2025, provide for investment in infrastructure projects. In addition, international organisations, including the European Union and the World Bank, are providing financial and technical assistance for the implementation of reconstruction projects.

Thus, the post-war period provides Ukraine with a unique opportunity not only to rebuild its destroyed transport infrastructure, but also to create a modern, sustainable and integrated system capable of stimulating economic growth and accelerating integration into the European community. The successful implementation of these plans will require coordinated efforts by the state, the private sector and international partners.

Список літератури

1. Bandura, A., et al. (2022). Rebuilding Ukraine's Infrastructure after the War. The Vienna Institute for International Economic Studies (wiiw).

2. Mitoulis, S.-A., et al. (2024). Rapid post-disaster infrastructure damage characterisation enabled by remote sensing and deep learning technologies — a tiered approach. arXiv preprint.

3. Waller, S.T., et al. (2022). Analyzing and modeling network travel patterns during the Ukraine invasion using crowd-sourced pervasive traffic data. arXiv preprint.

TRANSPORT INFRASTRUCTURE CAPABILITIES OF UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.,
PhD, Associate Professor Koliesnik I.

The post-war reconstruction of Ukraine's transport infrastructure is not only a challenge but also a unique opportunity for its modernisation. This paper examines the priority areas for the development of the country's transport system in the post-war period, including multimodality, integration with the EU transport network and digital transformation. Particular attention is paid to the role of international partners and investors in the recovery process. Based on an analysis of contemporary scientific sources, the paper emphasises the need for a strategic approach to the reconstruction of transport infrastructure in order to increase its sustainability, economic efficiency and compliance with European standards.

Keywords: Ukraine, post-war recovery, transport infrastructure, modernisation, multimodal transport, European integration, infrastructure investment, sustainable development, digital transformation.

МОЖЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Колієсник І.В.

Післявоєнне відновлення транспортної інфраструктури України є не тільки викликом, але й унікальною можливістю для її модернізації. У тезі розглядаються пріоритетні напрямки розвитку транспортної системи країни в умовах післявоєнного періоду, включаючи мультимодальність, інтеграцію з транспортною мережею ЄС та цифрову трансформацію. Особлива увага приділена ролі міжнародних партнерів та інвесторів у процесі відновлення. На основі аналізу сучасних наукових джерел підкреслюється необхідність стратегічного підходу до реконструкції транспортної інфраструктури з метою підвищення її стійкості, економічної ефективності та відповідності європейським стандартам.

Ключові слова: Україна, післявоєнне відновлення, транспортна інфраструктура, модернізація, мультимодальний транспорт, європейська інтеграція, інвестиції в інфраструктуру, сталий розвиток, цифрова трансформація.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОПАРКУ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ: ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ

асистент Костюк С.Ю.

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

Після початку повномасштабної війни в Україні питання енергетичної незалежності та технологічного суверенітету набули особливої ваги. В аграрному секторі, який традиційно спирається на імпорту техніку та дизельне паливо, стратегія модернізації автопарку в бік електрифікації та імпортозаміщення стає не лише питанням економічної ефективності, а й елементом національної безпеки. Більшість фермерських господарств України сьогодні стикаються з проблемою зношеності техніки, дефіциту запчастин до зарубіжних моделей, а також високою вартістю пального. У цьому контексті поступове оновлення автопарку з урахуванням локального виробництва та переходу на альтернативні джерела енергії є логічним і необхідним кроком.

Електрифікація сільськогосподарського транспорту - це не лише перехід на електромобілі, а й розвиток гібридних систем, сонячних зарядних станцій, а також локальних систем автономного енергозабезпечення. Цей підхід дозволяє фермерам не залежати від перебоїв у постачанні пального, знижувати витрати на обслуговування техніки та одночасно зменшувати викиди в атмосферу, що відповідає сучасним екологічним вимогам. Крім того, електротранспорт менш вибагливий до умов експлуатації в полі та на сільських дорогах, а також вимагає менше сервісного втручання, що важливо для віддалених господарств.

Імпортозаміщення - ще один важливий напрям модернізації. Це не означає повну відмову від зарубіжних рішень, але передбачає зростання ролі вітчизняного виробника техніки, вузлів та запчастин. В Україні вже існують підприємства, які можуть виробляти електричні приводи, акумулятори, системи керування та навіть повноцінні трактори й комбайни малої потужності. За умов підтримки з боку держави, зокрема через грантові програми, податкові пільги та спрощений доступ до фінансування, такі підприємства можуть стати ядром нової моделі фермерської механізації.

Отже, модернізація автопарку в аграрному секторі повинна ґрунтуватися на поєднанні технологічних інновацій та національних інтересів. Електрифікація та імпортозаміщення здатні трансформувати логістику, підвищити продуктивність праці й забезпечити стійкість господарств у післявоєнний період. Необхідно вже сьогодні формувати інженерні кадри, адаптувати освітні програми та підтримувати кооперацію між бізнесом, державою та науковими установами. Це створить фундамент для нового

покоління фермерського транспорту - енергоефективного, доступного, адаптованого до українських реалій і виготовленого в Україні.

Список літератури

1. Яценко В.П., Бушин В.С. Протидія сучасним способам легалізації (відмивання) грошових коштів, одержаних злочинним шляхом із використанням криптовалюти. Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ. 2023. № 4. С. 155-162

**МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОПАРКУ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ:
ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ**

асистент Костюк С.Ю.

Питання енергетичної незалежності та технологічного суверенітету в умовах повномасштабної війни в Україні набули особливої ваги.

Ключові слова: транспорт, імпортозаміщення, модернізація.

**MODERNIZATION OF THE FARMS' VEHICLE FLEET: ELECTRIFICATION AND
IMPORT SUBSTITUTION**

Assistant Kostiuk S.Y.

The issues of energy independence and technological sovereignty have gained particular importance in the context of a full-scale war in Ukraine.

Keywords: transport, import substitution, modernization.

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКУ АВТОСЕРВІСНИХ ПОСЛУГ В УКРАЇНІ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

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

Україна стикається з рядом серйозних проблем у розвитку ринку автосервісних послуг. Високі витрати на технічне обслуговування, недостатній рівень сервісної якості, а також вплив військових подій з 2022 року створюють значні виклики для галузі, обмежуючи її потенціал для стійкого росту і розвитку. Слід відзначити наступні проблеми розвитку ринку автосервісних послуг в Україні:

1) Низька якість обслуговування в автосервісних центрах часто виникає через недостатню кваліфікацію персоналу та використання застарілих технологій. Недбалість у підготовці працівників та невикористання сучасних методів ремонту можуть призвести до неповноцінного вирішення технічних проблем. Це, в свою чергу, негативно впливає на задоволення клієнтів, порушуючи їхню довіру та зменшуючи лояльність до сервісного центру. Низька кваліфікація автомеханіків і використання застарілих обладнань можуть призвести до неправильної діагностики та ремонту автомобілів. Якщо працівники не володіють достатнім рівнем професійної підготовки або не використовують сучасні технології, це може призвести до втрати якості робіт і виникнення додаткових проблем під час експлуатації автотранспорту клієнтів. Такі ситуації ставлять під загрозу репутацію автосервісу та можуть призвести до втрати клієнтів, які шукають надійні та якісні послуги [1].

2) Високі витрати на технічне обслуговування автомобілів можуть бути обумовлені кількома чинниками, серед яких вплив воєнних подій, інфляції та інші економічні труднощі. У зв'язку з воєнним конфліктом, можливі обмеження в постачанні запчастин, зростання вартості пального та підвищення цін на обслуговування через збільшення плати за працю. Це призводить до збільшення витрат для власників автомобілів, оскільки автосервіси змушені перераховувати ціни на свої послуги. Крім того, інфляційний тиск може спричинити зростання цін на автомобільні матеріали, обладнання та робочу силу, що в свою чергу також призводить до збільшення вартості технічного обслуговування. Клієнти, внаслідок цього, стикаються з необхідністю витратити більше коштів на збереження ефективності та безпеки своїх автомобілів. Загалом, високі витрати на технічне обслуговування у контексті воєнних конфліктів та інфляції стають серйозним фактором, який впливає на фінансові можливості та споживчу активність власників автотранспорту.

3) Недостатній розвиток технічної інфраструктури у сфері автосервісних послуг в Україні може бути виявлений у відсутності сучасного обладнання та технологічних

нововведень, а також обмеженій доступності до необхідних ресурсів. Наприклад, багато автосервісів можуть не мати високоякісного діагностичного обладнання, що ускладнює точне визначення несправностей автомобілів та збільшує час їх усунення. Технічна застарілість обладнання може призводити до обмежених можливостей виконання робіт і впливати на якість сервісу. Крім того, низький рівень автоматизації та відсутність віддалених систем управління можуть ускладнювати ведення обліку, планування робіт та взаємодію з клієнтами [2].

Для покращення ситуації необхідно впровадження сучасних технологій та обладнання в автосервіси, надання фінансової підтримки для їх оновлення та навчання персоналу. Такий крок сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності автосервісних підприємств.

4) Проблеми з кадрами у сфері автосервісних послуг в Україні стають більш актуальними через ряд обставин, зокрема вплив війни та міграції. За часів конфлікту багато чоловіків були мобілізовані на військовий фронт, що призвело до відчутного зменшення кількості кваліфікованих робочих кадрів у даній сфері. Погіршення економічної ситуації та збільшення рівня зайнятості спричинили відтік кваліфікованих працівників в інші галузі або навіть за кордон. Крім того, еміграційні процеси, спричинені війною, призвели до відсутності необхідних спеціалістів на внутрішньому ринку праці.

Для розв'язання проблем з кадрами важливо вжити заходів, що включають в себе підтримку ініціатив з професійної підготовки та перепідготовки персоналу, створення привабливих умов праці, а також реалізацію програм для залучення та утримання фахівців у сфері автосервісу.

5) Недостатня конкуренція у сфері автосервісних послуг в Україні може бути спричинена обмеженим числом компаній, які активно конкурують за клієнтів, або ж відсутністю інновацій та високих стандартів обслуговування. Наприклад, облаштування автосервісу з обмеженим функціоналом, відсутність сучасного обладнання чи високих технічних стандартів можуть призводити до того, що компанії не відчують потреби у поліпшенні своїх послуг або зниженні цін для привертання клієнтів. Під час початку війни в Україні, багато автосервісних підприємств тимчасово припинили свою діяльність через низку факторів, таких як економічна нестабільність, загроза безпеки, обмеження руху та інші важливі обставини. Це призвело до зменшення доступності автосервісних послуг для клієнтів та збільшення труднощів у забезпеченні якісного технічного обслуговування автотранспорту [3]. Наприклад, багато сервісних центрів та майстерень, розташованих у зонах конфлікту, змушені були призупинити свою роботу через руйнування, евакуацію персоналу або втрату доступу до необхідних ресурсів. Це стало причиною тимчасової недостатності послуг у сфері автосервісу та обслуговування автотранспорту.

6) Війна, яка почалася в Україні у 2022 році, суттєво вплинула на розвиток автосервісних послуг у країні. Спершу, вона призвела до значного зниження мобільності населення через обмеження руху та загрозу особистої безпеки. Це призвело до меншої потреби у технічному обслуговуванні автотранспорту, оскільки багато власників автомобілів уникали подорожей. Крім того, війна спричинила руйнування і пошкодження автомобільних інфраструктурних об'єктів, таких як дороги і мости, що ускладнило доступ до автосервісів і взагалі обмежило їхню діяльність. Умови військового конфлікту також призвели до великої кількості відсутності робочої сили у сфері автосервісу через виїзд багатьох чоловіків на фронт або в інші безпечні регіони. Це стало перешкодою для нормального функціонування багатьох автосервісних підприємств, призводячи до зменшення їхньої ефективності та обслуговування клієнтів [4]. Дані ці фактори взаємодіють, створюючи складні умови для розвитку автосервісної галузі в контексті військового конфлікту в Україні.

Перераховані проблеми, з якими стикаються вітчизняні СТО, свідчать, що поки не сформовані умови, необхідні для розвитку СТО в Україні, враховуючи його активну роль в економіці, головною причиною даних проблем на даний момент є війна в Україні спричинена російською агресією.

Список літератури

1. Вівчарик О., Вітровий А. Основні проблеми та шляхи розвитку малого бізнесу в автосервісі : Матеріали міжнародної науково-практичної конференції за 94 участю іноземних студентів «Розвиток аграрного бізнесу в умовах глобалізації» 15- 17 квітня 2016р. : Тернопіль, ТНЕУ, 2016. С. 42-44.
2. Гевко Р. Б., Вітровий А. О. Основні організаційно-технічні принципи створення і модернізації СТО : Матеріали наукової конференції професорсько-викладацького складу „Економічні, правові, інформаційні та гуманітарні проблеми розвитку України в умовах проведення системних реформ». Секція № 6. Удосконалення економічного механізму в агропромисловому комплексі при різних умовах власності : 11 квітня 2012р. Тернопіль, ТНЕУ, 2022. С. 40 – 42.
3. Гращенко І. С. Аналіз стану та перспектив розвитку вітчизняних підприємств сфери побутового обслуговування населення / І. С. Гращенко, Я. В. Лісун // Київський національний університет технологій та дизайну. Вісник КНУТД. 2010. Том 5, № 5. С. 38-43.
4. Офіційний сайт AUTO-Consulting.

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКУ АВТОСЕРВІСНИХ ПОСЛУГ В УКРАЇНІ

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

У роботі проаналізовано основні проблеми розвитку ринку автосервісних послуг в Україні в умовах воєнного стану. Визначено ключові фактори, що негативно впливають

на галузь, зокрема низьку якість обслуговування, високі витрати на технічне обслуговування, дефіцит кваліфікованих кадрів, технічну застарілість інфраструктури та обмежену конкуренцію. Значну увагу приділено впливу війни на функціонування автосервісів, зокрема руйнуванню об'єктів інфраструктури та відтоку кадрів. Запропоновано напрями вирішення виявлених проблем шляхом модернізації обладнання, професійної підготовки персоналу та створення сприятливих умов для розвитку галузі.

Ключові слова: автосервісні послуги, технічне обслуговування, кваліфікація персоналу, інфраструктура, воєнний стан, конкуренція, ринок автосервісу України.

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE AUTO SERVICE MARKET IN UKRAINE

Master of Industrial Training Slipukha T.I.

The paper analyzes the main problems of the development of the auto service market in Ukraine under martial law. Key factors that negatively affect the industry are identified, in particular, low quality of service, high maintenance costs, shortage of qualified personnel, technical obsolescence of infrastructure and limited competition. Considerable attention is paid to the impact of the war on the functioning of auto services, in particular, the destruction of infrastructure facilities and the outflow of personnel. Directions for solving the identified problems are proposed by modernizing equipment, training personnel and creating favorable conditions for the development of the industry.

Keywords: auto service services, maintenance, personnel qualifications, infrastructure, martial law, competition, auto service market of Ukraine.

THE POTENTIAL FOR THE REVIVAL OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.,

PhD, Associate Professor Koliesnik I.V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

Russia's full-scale aggression against Ukraine, which began in 2022, caused significant damage to domestic industry, including the automotive industry. However, the post-war period offers unique opportunities for the revival and modernisation of this sector.

Before the war, Ukraine's automotive industry was in decline. By 2018, car production had fallen by 98% compared to 2008, and factories were operating at only 2% of their capacity. With the outbreak of hostilities, production virtually came to a halt, but some companies, such as Bogdan and AvtoKrAZ, reoriented their capacities to meet the needs of the army.

Opportunities for the revival of the industry. Militarisation of production: Demand for military equipment and vehicles for defence purposes could stimulate the development of domestic automotive manufacturing. Integration into European production chains: Ukraine has the potential to participate in the production of components for European car manufacturers, especially in the context of the transition to electric vehicles and sustainable transport solutions. Use of natural resources: Ukraine has significant reserves of lithium and titanium, which are necessary for the production of batteries and light alloys, which could attract investment in the production of electric vehicles.

The role of the state and international cooperation. For the successful revival of the automotive industry, the state must play an active role in creating favourable conditions for investment, supporting research and development, and ensuring stability and security. International cooperation, including the attraction of foreign investment and technology, will play a key role in the modernisation of the industry.

Conclusion. The post-war period provides Ukraine with a unique opportunity not only to rebuild but also to rethink its automotive industry, making it competitive on a global level. The combination of domestic resources, strategic planning and international support can lead to the creation of a modern and sustainable industry capable of meeting both domestic and external needs.

Список літератури

1. Salikhova, O., & Krekhivskyi, O. (2022). The State in the Post-War Industrial Recovery and Economic Renewal: Historical Parallels and Approaches for Ukraine. *Economy and Forecasting*, 4, 5–34.

2. Cresti, L., Mazzilli, D., Patelli, A., Sbardella, A., & Tacchella, A. (2025). Vulnerabilities and Capabilities in the EU Automotive Industry: Leveraging Input-Output Analysis and Economic Complexity. arXiv preprint.
3. UkraineInvest. (2022). Prerequisites of Post-War Rebuilding of Ukraine's Industry. UkraineInvest.

THE POTENTIAL FOR THE REVIVAL OF THE AUTOMOTIVE INDUSTRY IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.,
PhD, Associate Professor Koliesnik I.V.

The article examines the prospects for the revival of Ukraine's automotive industry in the post-war period. Given the devastating impact of the war on infrastructure and production capacity, particular attention is paid to new opportunities arising from the military reorientation of the economy, growing demand for military equipment and potential integration into European production chains. Economic, resource and institutional factors that could contribute to the industry's recovery are analysed, including the availability of strategic raw materials (lithium, titanium), international assistance and government initiatives to stimulate investment.

Keywords: automotive industry in Ukraine, post-war recovery, industrial policy, lithium, military economy, EU integration, electric vehicles, transport industry, sustainable development, international investment.

МОЖЛИВОСТІ ВІДРОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛЕБУДУВАННЯ В УКРАЇНІ В ПІСЛЯВОЄННИЙ ПЕРІОД

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Колеснік І.В.

У статті розглядаються перспективи відродження автомобільної промисловості України в післявоєнний період. З огляду на руйнівний вплив війни на інфраструктуру та виробничі потужності, особлива увага приділяється новим можливостям, що виникають в результаті військової переорієнтації економіки, зростання попиту на військову техніку та потенційної інтеграції в європейські виробничі ланцюжки. Аналізуються економічні, ресурсні та інституційні фактори, які можуть сприяти відновленню галузі, включаючи наявність стратегічної сировини (літій, титан), міжнародну допомогу, а також державні ініціативи щодо стимулювання інвестицій.

Ключові слова: автомобілебудування України, післявоєнне відновлення, промислова політика, літій, військова економіка, інтеграція в ЄС, електромобілі, транспортна промисловість, сталий розвиток, міжнародні інвестиції.

ВІДНОВЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

асистент Лемішко Д.С.

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

У сучасних умовах післявоєнного відновлення економіки України сільське господарство постає як один із ключових секторів, здатних забезпечити продовольчу безпеку держави, експортний потенціал та регіональний розвиток. Водночас, одним із головних викликів для ефективного функціонування аграрних підприємств є зруйнована або суттєво пошкоджена логістична інфраструктура.

Автомобільний транспорт - найбільш адаптивний елемент логістичної системи, здатний оперативно реагувати на зміну маршрутів, забезпечувати доставку ресурсів (насіння, паливо, добрива) та вивезення продукції навіть за відсутності залізничного або авіасполучення.

Використання вантажних автомобілів, тракторів з причепами, мобільних перевантажувачів та спецтехніки стало вирішальним фактором для підтримки життєздатності господарств у зонах зруйнованої інфраструктури.

Запровадження тимчасових логістичних хабів на базі автопарків агропідприємств. Використання модульних складів і мобільних ремонтних станцій. Перенаправлення логістичних потоків через альтернативні маршрути - сільські дороги, тимчасові мости, переправи.

Проблеми і виклики:

Зношеність техніки, дефіцит пального та запчастин, недостатня кількість водіїв.

Висока вартість логістичних послуг через нестабільність ринку.

Відсутність централізованого обліку і координування переміщення вантажів у регіонах.

Перспективи відновлення і розвитку:

Створення національної програми підтримки логістичної мобільності агросектору.

Інвестиції в сучасні автотранспортні засоби з низьким споживанням пального.

Впровадження цифрових систем моніторингу і планування перевезень (GPS, ERP, IoT).

Розвиток державно-приватного партнерства для оновлення транспортної інфраструктури села.

Відновлення логістичної інфраструктури сільськогосподарських підприємств неможливе без ефективного залучення мобільного транспорту як гнучкої та адаптивної

ланки системи постачання. Транспорт має стати не лише засобом доставки, а й інструментом інтеграції виробництва, переробки та збуту продукції в умовах воєнної і післявоєнної трансформації економіки України.

Список літератури

1. А.В. Мелашедченко, О. М. Петухова // Проблеми управління підприємствами в сучасних умовах : матеріали XXI Міжнародної науково-практичної конференції, 23-24 квітня 2025 р., м. Київ. – С. 202-204

**ВІДНОВЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ДОПОМОГОЮ
МОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

асистент Лемішко Д.С.

Післявоєнна відновлення економіки України

Ключові слова: логістика, відбудова, економіка.

**RESTORATION OF THE LOGISTICS INFRASTRUCTURE OF AGRICULTURAL
ENTERPRISES USING MOBILE TRANSPORT**

Assistant Lemishko D.S.

Post-war economic recovery in Ukraine

Keywords: logistics, reconstruction, economy.

АВТОСЕРВІСНІ ПОСЛУГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВІДКРИТТЯ СТО

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

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

У сучасному світі автосервіс визнається не лише як сфера, яка забезпечує індивідуальних власників автомобілів, але і як ключовий інструмент для численних фірм та організацій. Це охоплює широкий спектр підприємств, включаючи автотранспортні компанії з вантажними автомобілями та автобусами. Багато автотранспортних підприємств стикаються з проблемою, коли їх власна виробнича база не здатна або не пристосована до повноцінного обслуговування великої кількості автотранспортних засобів. У таких випадках ці підприємства вдаються до послуг автосервісу для ефективного технічного обслуговування та ремонту своєї автомобільної техніки. Це дозволяє їм зосередитися на основній діяльності, забезпечуючи надійність і ефективність флоту, не зважаючи на обмежені можливості внутрішнього технічного обслуговування [1].

Необхідність професійного автосервісу в цьому контексті стає стратегічною вимогою для ефективного управління транспортною інфраструктурою та забезпеченням найвищого рівня безпеки та ефективності у сфері автотранспорту. Весь спектр послуг, які надає автосервіс, ретельно поділяється на кілька ключових груп для забезпечення повноцінного обслуговування та задоволення різноманітних потреб клієнтів.

Перша група – технічні послуги, охоплює виконання повного спектру робіт з технічного обслуговування та ремонту автомобілів. Це включає в себе не лише ТО і ТР, але й ремонт, відновлення агрегатів, вузлів, деталей, кузовів, шин, акумуляторів, приладів, а також роботи з електроустаткування та додаткових пристроїв комфорту і управління. До цієї групи також входить діагностика автомобіля та його систем, технічна допомога на стоянках, переобладнання, підготовка до технічного огляду, антикорозійна обробка та відновлення автомобілів після дорожньо-транспортної події.

Друга група – комерційні послуги, охоплює торгівлю автомобілями, запасними частинами, матеріалами та обладнанням, а також забезпеченням паливномастильними матеріалами. Друга група, що становить комерційний вимір послуг автосервісу, насичена різноманітними аспектами, спрямованими на задоволення різних потреб клієнтів та партнерів у сфері автотранспорту. По-перше, ця група включає в себе торгівельні операції автомобілями, де клієнти можуть придбати нові або вживані транспортні засоби, відповідно до своїх потреб та бюджету. Зокрема, це може охоплювати консультації щодо вибору автомобіля, його

технічного стану та інших параметрів. По-друге, комерційні послуги включають торгівлю запасними частинами. Це означає доступ до широкого асортименту автозапчастин, що дозволяє клієнтам легко знаходити та придбавати необхідні компоненти для ремонту або модернізації своїх транспортних засобів. По-третє, в цю групу входить торгівля матеріалами та обладнанням, що використовуються в автосервісному процесі. Сюди входять мастила, оливи, фільтри, інструменти та інші необхідні матеріали для здійснення технічних робіт. Нарешті, ця група послуг забезпечує паливно-мастильними матеріалами, включаючи пальне та мастила, що є життєво важливими компонентами для ефективної експлуатації автотранспорту. Усі ці аспекти комерційних послуг спрямовані на створення комфортних та ефективних умов для власників автотранспорту, а також на забезпечення їхніх потреб у ремонті, обслуговуванні та модернізації транспортних засобів.

Третя група – інформаційні послуги, включає в себе забезпечення клієнтів-споживачів необхідною інформацією, рекламу послуг, вивчення ринку автосервісних послуг та адаптацію до конкретних умов. Третя група інформаційних послуг в сфері автосервісу визначається широким спектром інструментів, спрямованих на забезпечення клієнтів-споживачів необхідною інформацією та сприяння в ефективному взаємодії з автосервісними установами. По-перше, ця група охоплює забезпечення клієнтів інформацією про послуги автосервісу. Це може включати технічні характеристики робіт, їх вартість, терміни виконання та інші аспекти, що допомагають клієнтам приймати обґрунтовані рішення. По-друге, до цієї групи входить реклама послуг автосервісу. Це означає використання різних маркетингових стратегій для просування автосервісних послуг, щоб залучити нових клієнтів та підтримувати існуючих. По-третє, інформаційні послуги включають вивчення ринку автосервісних послуг. Це означає аналіз попиту та пропозиції, визначення тенденцій ринку, конкурентоспроможності та інших факторів, що впливають на галузь. Також ця група допомагає автосервісам адаптуватися до конкретних умов ринку. Це може включати розробку нових послуг, вдосконалення сервісних процесів, а також впровадження інновацій та сучасних технологій для поліпшення якості обслуговування [2].

Сервіс (сервісна система) є комплексом засобів, методів та способів, призначених для надання платних послуг з придбання, ефективного використання, забезпечення працездатності, економічності, а також дорожньої та екологічної безпеки автотранспортних засобів протягом їхнього всього терміну служби.

У сучасному автосервісному секторі різноманітні послуги технічної експлуатації виявляються невід'ємною складовою життєвого циклу автотранспортних засобів. Забезпечення клієнтів широким спектром сервісних можливостей включає в себе не лише технічне обслуговування і ремонт автомобілів, а й важливі аспекти, такі як постачання запасних частин, оцінка і торгівля

транспортними засобами, а також надання послуг з експлуатації та утилізації відходів. Реклама, інформаційна підтримка клієнтів, вивчення ринку та адаптація до його потреб стають стратегічними факторами для успішного функціонування автосервісних підприємств. Усе це підкреслює важливість і необхідність розвитку та підтримки комплексної системи автосервісу, яка б не лише відповідала потребам власників автомобілів, а й сприяла загальному підвищенню ефективності, економічності та екологічної безпеки автотранспортних засобів.

Автосервіс є невід'ємною складовою транспортної інфраструктури, спеціалізованою сферою, яка забезпечує обслуговування та ремонт автомобілів. Важливий для забезпечення безпеки та ефективності транспортної системи, автосервіс відіграє ключову роль у забезпеченні функціональності та тривалого функціонування автотранспорту. Його розвиток вимагає системної уваги до якості обслуговування, технічних інновацій та підготовки кваліфікованих кадрів.

Щорічно кількість підприємств у сфері автосервісу зростає на 10-15%. Незважаючи на цей розвиток, стан цих підприємств залишається незмінним, а дефіцит персоналу поступово загострюється. Для виправлення цієї ситуації необхідно розробити державну концепцію розвитку автосервісу, базовану на ключових принципах: автосервіс має слугувати сферою обслуговування та ремонту автомобілів; потрібно встановити методику класифікації підприємств автосервісу; обов'язково провести сертифікацію персоналу та СТО; забезпечити технологічною інформацією автосервісні центри; приділити значну увагу підготовці кадрів та підвищенню якості надання послуг. Велика різноманітність видів автосервісних підприємств, від дорожніх СТО до пересувних станцій, створює різні можливості для задоволення потреб власників автомобілів. Розуміння цієї різноманітності дозволяє знаходити оптимальні рішення для обслуговування та ремонту транспортних засобів, сприяючи їхній безпеці та надійності на дорозі.

Список літератури

1. Городецький М. Підходи до формування конкурентоспроможності автосервісних підприємств : Економічний дискурс : Львів, 2019. Випуск 4. С. 102–113
2. Довгий В.О. Удосконалення стратегії керування запасами систем автосервісу на прикладі складу автомобільних експлуатаційних матеріалів / В.О. Довгий, Л.А. Тарандушка, І.П. Тарандушка // Збірник тез доповідей студентської науково-практичної конференції ЧДТУ : 18-20 квітня 2023 р. [Електронний ресурс] /; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2023. С. 191.
3. Литвишко Л.О. Порівняльна характеристика особливостей надання автосервісних послуг у США та Європі / Литвишко Л.О., Васьківська Н.В. // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Випуск 3 (33), 2015. С.197.

АВТОСЕРВІСНІ ПОСЛУГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВІДКРИТТЯ СТО

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

У роботі розглянуто сучасні аспекти функціонування та розвитку автосервісу як важливої складової транспортної інфраструктури України. Проаналізовано основні групи послуг, що надаються автосервісними підприємствами, зокрема технічні, комерційні та інформаційні. Окрема увага приділена ролі автосервісу у забезпеченні ефективного функціонування автотранспортних підприємств, зокрема тих, що не мають власної ремонтної бази. Акцентовано на стратегічній важливості професійного автосервісу для підвищення рівня безпеки, економічності та екологічності автотранспорту. Визначено необхідність державного регулювання, стандартизації та сертифікації у сфері автосервісу, а також розвитку кадрового потенціалу. Підкреслюється значення комплексного підходу до надання автосервісних послуг для забезпечення надійності та тривалої експлуатації транспортних засобів.

Ключові слова: автосервіс, технічне обслуговування, ремонт автомобілів, транспортна інфраструктура, комерційні послуги, інформаційні послуги, технічна діагностика, сервісна система, кваліфіковані кадри, сертифікація СТО.

AUTO SERVICE SERVICES AND POSSIBILITIES OF OPENING A SERVICE STATION

Master of Industrial Training Slipukha T.I.

The paper considers modern aspects of the functioning and development of auto service as an important component of the transport infrastructure of Ukraine. The main groups of services provided by auto service enterprises are analyzed, in particular technical, commercial and informational. Special attention is paid to the role of auto service in ensuring the effective functioning of motor transport enterprises, in particular those that do not have their own repair facilities. The emphasis is on the strategic importance of professional auto service for increasing the level of safety, efficiency and environmental friendliness of motor transport. The need for state regulation, standardization and certification in the field of auto service, as well as the development of human resources, is determined. The importance of an integrated approach to the provision of auto service services is emphasized to ensure the reliability and long-term operation of vehicles.

Keywords: car service, technical maintenance, car repair, transport infrastructure, commercial services, information services, technical diagnostics, service system, qualified personnel, service station certification.

THE FUNCTIONING OF MOTOR TRANSPORT IN UKRAINE DURING WARTIME

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kolesnik Y.I.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Kyiv, Ukraine

Russia's full-scale aggression against Ukraine, which began in February 2022, has led to significant destruction of the country's transport infrastructure. Road transport, which plays a key role in logistics and ensuring the functioning of society, has come under serious pressure due to the destruction of roads, bridges and other infrastructure.

Since the start of the conflict, more than 24,000 km of roads and 305 bridges have been destroyed, significantly limiting road transport options. Despite this, road transport has become the main means of delivering humanitarian aid, military cargo and essential goods. Companies and government agencies have quickly adapted to the new conditions by rerouting and strengthening coordination with international partners.

The international community is actively supporting Ukraine in restoring its transport infrastructure. In particular, the European Parliament has developed recommendations for the restoration and modernisation of Ukraine's transport system, including the improvement of logistics chains and integration with European transport networks. In addition, international organisations are providing financial and technical assistance to restore destroyed facilities and improve the resilience of the transport system.

Ukraine's road transport has demonstrated a high degree of resilience and adaptability in the context of the military conflict. Thanks to prompt measures, international support and internal resources, it has been possible to maintain the functioning of key logistics routes and ensure the delivery of essential goods. Further restoration and modernisation of the transport infrastructure will be an important step towards the post-war recovery and sustainable development of the country.

Список літератури

1. Pastukh, M., Merforth, M., Zagreba, V., & Wagner, A. (2023). Urban mobility in Ukraine: Eight building blocks for a green recovery. *Internationales Verkehrswesen*, 75(Collection), 101–109. Expert Verlag Tübingen.
2. Radchenko, O., Kuczabski, A., Boychuk, A., & Klimovych, S. (2023). Transport and transport infrastructure of Ukraine in the pre-war period (2010–2021).
3. Rudyk, Y., Bubela, T., & Maciuk, K. (2023). Russia-Ukraine war: Transport and logistics support for grain supply chain in regional food safety. *Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport*, 119, 223–233.

THE FUNCTIONING OF MOTOR TRANSPORT IN UKRAINE DURING WARTIME

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kolesnik Y.I.

In the context of the armed conflict in Ukraine, road transport has become a critical element in ensuring logistics, humanitarian aid and military operations. This paper analyses the main challenges faced by the country's transport system, including the destruction of infrastructure, disruption of logistics chains and the need for rapid route restructuring. Particular attention is paid to international support aimed at restoring and modernising road transport. Examples of the adaptation of logistics systems and the development of sustainable solutions that have ensured the functioning of transport in wartime are considered separately. The study is based on recent English-language scientific publications and emphasises the importance of integrating the Ukrainian transport system into the pan-European network in the post-war period.

Keywords: Ukraine, road transport, war logistics, infrastructure damage, wartime adaptation, international cooperation, transport resilience, reconstruction, humanitarian aid, European integration.

POST-WAR RECONSTRUCTION OF THE MOTOR TRANSPORT INDUSTRY IN UKRAINE

д.т.н., професор Калінін Є.І., Колеснік Ю.І.

У контексті збройного конфлікту в Україні автомобільний транспорт став критично важливим елементом забезпечення логістики, гуманітарної допомоги та військових операцій. У цій статті аналізуються основні виклики, що стоять перед транспортною системою країни, включаючи руйнування інфраструктури, порушення логістичних ланцюгів та необхідність швидкої реструктуризації маршрутів. Особлива увага приділяється міжнародній підтримці, спрямованій на відновлення та модернізацію автомобільного транспорту. Окремо розглядаються приклади адаптації логістичних систем та розробки стійких рішень, що забезпечили функціонування транспорту в умовах війни. Дослідження базується на останніх англомовних наукових публікаціях та підкреслює важливість інтеграції транспортної системи України в загальноєвропейську мережу в післявоєнний період.

Ключові слова: Україна, автомобільний транспорт, військова логістика, пошкодження інфраструктури, адаптація до умов війни, міжнародне співробітництво, транспортна стійкість, відновлення, гуманітарна допомога, європейська інтеграція.

ЗМІСТ

Секція 1 «Автомобільний транспорт»

д.т.н., професор Степанов О.В.

УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ ДІАГНОСТИКИ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ СУЧАСНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ПАРАМЕТРІВ OBD-II.....	7
---	----------

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Черкас А.В.

ПАРАМЕТРИЗАЦІЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМАВНОГО СТАНУ НАПІВ ОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ	9
--	----------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ РІШЕННЯ В МІСЬКИХ АВТОБУСАХ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ: МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ.....	12
---	-----------

д.т.н., професор Калінін Є.І.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРАВЛІЧНИХ АМОРТИЗАТОРІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ, ЯКІ ПРАЦЮЮТЬ В УМОВАХ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР.....	14
---	-----------

Medvediev Yevhen, Kalinin E.I.

IMPROVEMENT OF THE OPERATION OF HYDRAULIC STEERING BOOSTERS IN AGRICULTURAL VEHICLES.....	17
--	-----------

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Кузьменко А. Я.

ПАРМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ОПОРУ ВТОМІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	20
--	-----------

к.т.н., доцент Славич В.П.

МОДЕЛЬ ТРАНСПОРТНОЇ ЗАДАЧІ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	22
--	-----------

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

ПЕРСПЕКТИВИ ТА РОЗВИТОК ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ ТА ЙОГО ІНТЕГРАЦІЯ ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ УКРАЇНИ.....	25
---	-----------

аспірант 1 року навчання Курілко Д.В.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ПРИ РУСІ В КОЛОНІ.....	28
--	-----------

д.т.н., професор Калінін Є.І., Колодненко В.М.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ВЕЛИКОТОНАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ АГРАРНОГО ВИРОБНИЦТВА	32
---	-----------

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

ОСОБЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....	35
--	-----------

асистент Костюк С.Ю.

МАЙБУТНЄ КОМЕРЦІЙНОГО ТРАНСПОРТУ: АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТИЗАЦІЯ.....	38
--	-----------

к.т.н., доцент Гладчук Є.О.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ НАПІВ ОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ.....	40
--	-----------

асистент Лемішко Д.С.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛІВ ШЛЯХОМ РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКІСНОГО РЕЖИМУ.....	43
--	-----------

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Данілова М.С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРИВАЛОСТІ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЮ.....	48
---	-----------

Секція 2 «Тракторна енергетика»

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ТЯГОВО-ЗЧІПНОГО ПРИСТРОЮ НА ШВИДКІСТЬ РУХУ ТРАКТОРНО- ТРАНСПОРТНОГО ПОЇЗДА.....	52
--	-----------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГІДРООБ'ЄМНОГО ПРИВОДУ КОЛІС У БАГАТОЦІЛЬОВИХ ТРАКТОРІВ.....	55
--	-----------

асистент Колеснік Ю.І.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСТОТНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМИ ПРИЧІП – ТРАКТОР – ОПЕРАТОР.....	58
--	-----------

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю.

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРІВ ЗА
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ..... 60**

асистент Костюк С.Ю.

**АВТОМАТИЗОВАНЕ ТЕСТУВАННЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНОГО
ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА COMMON RAIL..... 65**

д.т.н., професор Степанов О.В.

**АНАЛІЗ ПАЛИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРІВ З
ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ УСТАНОВКОЮ В УМОВАХ
ЗМІННОГО НАВАНТАЖЕННЯ..... 67**

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I.,

PhD, Associate Professor Kolesnik I.V.

**IMPROVEMENT OF THE CONTROL AND STABILITY OF MTU
WITH FRONTALLY MOUNTED WEAPONS..... 69**

здобувач вищої освіти Козлов Ю.Ю., к.т.н., доцент Шевченко І.О.

АНАЛІЗ НАВАНТАЖЕННЯ ТРАНСМІСІЙ ТРАКТОРІВ..... 72

аспірант Костюк С.Ю.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СТУПІНЧАСТИХ КОРОБОК
ПЕРЕДАЧ І БЕЗСТУПІНЧАСТИХ ВАРІАТОРІВ (CVT) У
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРАХ..... 76**

Секція 3 «Експлуатація колісних та гусеничних машин»

д.т.н., професор Степанов О.В.

**ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН
ШЛЯХОМ АНАЛІЗУ ЗНОСУ ОПОРНИХ КОТКІВ І ГУСЕНИЧНОЇ
СТРІЧКИ В УМОВАХ ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ..... 79**

аспірант Костюк С.Ю.

**МАЙБУТНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ СИСТЕМ ТРАНСМІСІЇ
ТРАКТОРІВ: ВІД ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДО СМАРТ-РІШЕНЬ..... 81**

д.т.н., професор Калінін Є.І.

**ПІДВИЩЕННЯ ЗБЕРЕЖНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ ПАЛИВНОЇ
СИСТЕМИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ПРИ ДОВГОМУ ЗБЕРІГАННІ.. 83**

д.т.н., професор Степанов О.В.

**ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛІСНИХ
МАШИН В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ НА ОСНОВІ ІНДИКАТОРІВ
ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО ТА ПРОДУКТИВНОСТІ..... 85**

д.т.н., професор Ребров О.Ю., д.т.н., професор Калінін Є.І.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АНТИБЛОКУВАЛЬНИХ СИСТЕМ ПРИ КОЛИВАННЯХ НОРМАЛЬНОГО НААНТАЖЕННЯ НА КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ....	87
---	-----------

асистент Костюк С.Ю.

ОПТИМІЗАЦІЯ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ДАНИХ ПРИ КОМП'ЮТЕРНІЙ ДІАГНОСТИЦІ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ.....	89
--	-----------

Секція 4 «Інтелектуальні системи мобільних машин.
Системи точного землеробства»

д.т.н., професор Калінін Є.І., Костюк С.Ю.

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ КОЛІСНИХ МАШИН НА ОСНОВІ УДОСКОНАЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ ЗАПОБІГАННЯ ЗІТКНЕННЯМ.....	92
--	-----------

д.т.н., професор Калінін Є.І., Курілко Д.В.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БЕЗПЛОТНИМИ ВАНТАЖНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ НА ОСНОВІ V2X ТЕХНОЛОГІЙ.....	96
---	-----------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ІНТЕГРАЦІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОБІЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПЕРЕШКОД ПРИ АВТОНОМНОМУ РУСІ.....	99
--	-----------

д.т.н., професор Калінін Є.І.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМІВ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ НА ОСНОВІ МОНІТОРИНГУ ВОДІЯ	101
---	------------

асистент Костюк С.Ю.

ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....	104
--	------------

д.т.н., професор Степанов О.В.

АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ НОРМОЮ ВИСІВУ В СИСТЕМАХ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА З УРАХУВАННЯМ ЗОНАЛЬНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ПОЛЯ.....	107
---	------------

Секція 5 «Мобільні енергетичні засоби та їх використання
в аграрному секторі»

д.т.н., професор Калінін Є.І.

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КЕРОВАНOSTI МАШИННО-
ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ З ФРОНТАЛЬНИМ
ГРУНTOOБPOБНИМ ЗНАРЯДДЯМ.....** 110

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Хропатий Є.І.

**АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ МТА, ЩО ВАРІЮЮТЬСЯ, ПРИ
ВИКОНАННІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....** 113

д.т.н., професор Степанов О.В.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ВИТРАТИ ПАЛЬНОГО МОБІЛЬНИМИ
ЕНЕРГЕТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ПРИ ВИКОНАННІ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ..** 116

к.т.н., доцент Шевченко І.О., д.т.н., професор Калінін Є.І.

**ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВО-ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ
КОЛІСНОГО ТРАКТОРА НА ОПЕРАЦІЯХ РОСЛИННИЦТВА.....** 118

д.т.н., професор Степанов О.В.

**АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ З ГІБРИДНОЮ СИЛОВОЮ
УСТАНОВКОЮ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....** 120

асистент Колеснік Ю.І., здобувач вищої освіти Павлюк Дмитро

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАШИННО-
ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ
МОДИФІКОВАНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА.....** 122

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Месєвра Р.П.

**ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВО-
НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТРАКТОРНОГО
ПРИЧЕПА.....** 128

Секція 6 «Сервісна інженерія та інженерний супровід»

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувачка вищої освіти Чернявська А.В.

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ
ДВИГУНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ.....** 133

д.т.н., професор Калінін Є.І.

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОГО
РЕСУРСУ ЕЛЕМЕНТІВ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН В АПК.....** 136

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Пересада О.В.

**ОСОБЛИВОСТІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ
ПРОМІЖНОГО ВАЛУ НАПІВОСІ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ.....** 138

асистент Костюк С.Ю.

**ВИКОРИСТАННЯ BIG DATA В УПРАВЛІННІ
ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ** 141

асистент Кулібаба Н.І.

**ЯКІ НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У
ВИРОБНИЦТВІ ПРИСАДОК?.....** 144

д.т.н., професор Степанов О.В.

**ВПРОВАДЖЕННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У СИСТЕМУ
ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТЕХНІКИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....** 146

д.т.н., професор Мигаль В.Д., д.т.н., професор Калінін Є.І.

**ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ТА ЗАСОБІВ ДІАГНОСТУВАННЯ
ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ.....** 148

асистент Костюк С.Ю.

**ІННОВАЦІЙНІ КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНИХ ТРАНСМІСІЙ:
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ.....** 150

к.т.н., доцент Гладчук Є.О., Бондаренко А.І.

**ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛІНДРУ
ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З НАНОПОКРИТТЯМ....** 153

д.т.н., професор Степанов О.В.

**ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В РАМКАХ
ПОВНОГО ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН.....** 156

аспірант Костюк С.Ю.

**ВИКЛИКИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РІШЕННЯ ДЛЯ СИСТЕМ
ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ.....** 158

д.т.н. професор Калінін Є.І., аспірант Осадчий Р.М.

ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ БЕТОНОЗМІШУВАЧІВ НА БАЗІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ПРИ НИЗЬКІЙ ТЕМПЕРАТУРІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	160
--	------------

Секція 7 «Екологічність, рециклінг та утилізація транспорту

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Поляшенко С.О.

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМОБІЛІВ.....	164
---	------------

асистент Лемішко Д.С.

ВПЛИВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ НІМЕЧЧІНИ.....	168
--	------------

асистент Кулібаба Н.І.

ЯК ЕФЕКТИВНО УТИЛІЗУВАТИ АВТОМОБІЛІ?.....	170
--	------------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ЕКОЛОГІЧНИХ ВИМОГ ЄС.....	172
--	------------

аспірант Костюк С.Ю.

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЙ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	174
---	------------

д.т.н., професор Калінін Є.І., к.т.н., доцент Лебедев С.А.

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДИЗЕЛЯ ПІД ЧАС РОБОТИ НА МЕТАНОЛО-РІПАКОВІЙ ЕМУЛЬСІЇ.....	176
--	------------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ЗМЕНШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЛІДУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ АГРЕГАТІВ І КОМПОНЕНТІВ.....	179
---	------------

Секція 8 «Післявоєнна відбудова підприємств аграрного
та автомобільного сектору»

асистент Лемішко Д.С.

БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ В СІЛЬСЬКИХ РЕГІОНАХ ПІД ЧАС ТА ПІСЛЯ ВІДБУДОВИ.....	182
---	------------

асистент Костюк С.Ю.

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУВАННЯ ДОБРИВ, ЗЕРНА ТА ПРОДУКЦІЇ В ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД.....	184
--	------------

д.т.н., професор Степанов О.В.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АГРОТЕХНІЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ УКРАЇНИ: СТРАТЕГІЧНІ ПІДХОДИ ТА ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ.....	186
---	------------

д.т.н., професор Калінін Є.І., асистент Колеснік Ю.І.

ПІСЛЯВОЄННА ВІДБУДОВА ГАЛУЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ.....	188
--	------------

асистент Костюк С.Ю.

РОЛЬ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ У ВІДБУДОВІ ПОСТРАЖДАЛИХ ТЕРИТОРІЙ СІЛЬСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ.....	190
--	------------

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

ТРАНСПОРТНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПІД ЧАС ВІЙНИ В УКРАЇНІ.....	192
---	------------

д.т.н., професор Степанов О.В.

ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УМОВАХ ВІДБУДОВИ ЕКОНОМІКИ: ЛОГІСТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ.....	195
--	------------

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.,

PhD, Associate Professor Koliesnik I.

TRANSPORT INFRASTRUCTURE CAPABILITIES OF UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD.....	197
---	------------

асистент Костюк С.Ю.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОПАРКУ ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ: ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТА ІМПОРТОЗАМІЩЕННЯ.....	199
--	------------

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

**ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ РИНКУ АВТОСЕРВІСНИХ ПОСЛУГ
В УКРАЇНІ..... 201**

Doctor of Technical Sciences, professor Kalinin E.I.,

PhD, Associate Professor Koliesnik I.V.

**THE POTENTIAL FOR THE REVIVAL OF THE AUTOMOTIVE
INDUSTRY IN UKRAINE IN THE POST-WAR PERIOD..... 205**

асистент Лемішко Д.С.

**ВІДНОВЛЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА
ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ..... 207**

майстер виробничого навчання Сліпуха Т.І.

АВТОСЕРВІСНІ ПОСЛУГИ ТА МОЖЛИВОСТІ ВІДКРИТТЯ СТО... 209

Doctor of Technical Sciences, Professor Kalinin E.I., Kolesnik Y.I.

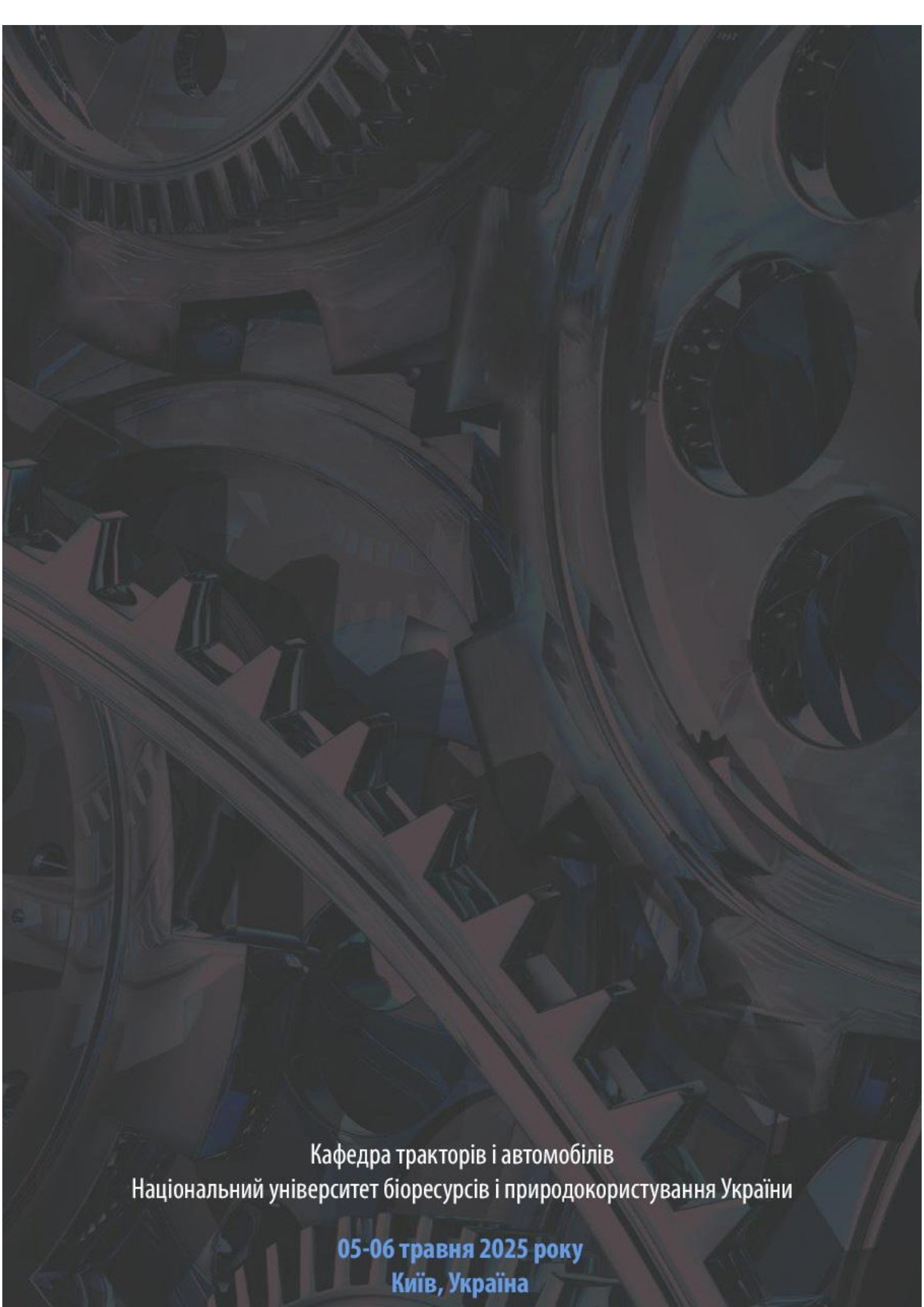
**THE FUNCTIONING OF MOTOR TRANSPORT IN UKRAINE
DURING WARTIME..... 213**

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ
міжнародної науково-практичної конференції
«AutoTRAK-2025»
5-6 травня 2025 року

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Сумський національний аграрний університет
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Український науково-дослідного інституту прогнозування
та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського
виробництва імені Леоніда Погорілого

Матеріали публікуються в авторському варіанті
Відповідальний за випуск Колеснік І.В.
Редактор Калінін Є.І.



Кафедра тракторів і автомобілів
Національний університет біоресурсів і природокористування України

05-06 травня 2025 року
Київ, Україна