

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



AutoTRAK-2024

Міжнародна
науково-практична конференція
«AutoTRAK-2024»

06-07 травня 2024 року
Київ, Україна

УДК 656
М 58
ISBN

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2024». – Київ: НУБіП України, 2024. – 213 с.

Матеріали засновані на виступах вчених на міжнародній науково-практичній конференції «AutoTRAK-2024». 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

2024 р.

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.-р. наук, проф. Anatoly B. Kolomeisky	Rice University, Х'юстон, США
д.-р. наук, проф. Tyukin I	Academic Fellow, University of Leicester, Велика Британія
д.-р. наук, проф. Ruslans Šmigins	Latvia University of Life Sciences and Technologies, Латвія
д.-р. наук, проф. Mateusz Szarata	Rzeszow University of Technology , Жешув, Польща
д.-р. наук, проф. Dominik Zimon	Rzeszów University of Technology, Жешув, Польща
д.-р. наук, проф. Feliks Stachowicz	Rzeszów University of Technology, Жешув, Польща
д.-р. наук, проф. Ján Viňáš	Rzeszów University of Technology, Жешув, Польща
д.-р. наук, проф. Marcin Kicinski	Poznan University of Technology, Польща
д.-р. наук, проф. Olegas Prentkovskis	Vilnius Gediminas Technical University, Вільнюс, Литва
д.-р. наук, проф. Anatolijs Zabašta	Riga Technical University, Рига, Латвія
д.-р. наук, проф. Marios M. Polycarpou	University of Cyprus, Кіпр
д.-р. наук, проф. Juozas Padgurskas	Institute of Power and Transport Machinery Engineering, Vytautas Magnus University, Литва

НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

д.т.н., проф. Середа Б.П.	м. Кам'янське, Дніпровський державний технічний університет
д.т.н., проф. Кругляк І.В.	м. Кам'янське, Дніпровський державний технічний університет
д.т.н., проф. Богомолів В.О.	м. Харків, Харківський національний автомобільно-дорожній університет
д.т.н., проф. Біліченко В.В.	м. Вінниця, Вінницький національний технічний університет
д.т.н., проф. Шаломєєв В.А.	м. Запоріжжя, Національний університет «Запорізька політехніка»
д.т.н., проф. Ляшук О.Л.	м. Тернопіль, Тернопольський національний технічний університет ім. І Пудюя
д.т.н., проф. Сахно В.П.	м. Київ, Національний транспортний університет
д.т.н., проф. Калінін Є.І.	м. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України
д.т.н., проф. Монастирський Ю.А.	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
Пудюя

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»

ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

д.т.н., професор Зеленько Ю. В., Черкудінов В. Е., Приймак М. В.

Український державний університет науки і технологій
м. Дніпро, Україна

Воєнні дії значною мірою вплинули на зовнішньоекономічну діяльність України. Через високий рівень небезпеки неможливо здійснювати доставку вантажів морським та авіасполученням, залишаються лише сухопутний кордон і порти Румунії, Польщі та країн Балтії.

В даний час в багатьох країнах світу, в тому числі державах Євросоюзу та Україні, зростає розуміння важливості вирішення глобальних проблем енергоефективності транспортних комплексів.

Вірна оцінка енергоефективності дасть змогу вирішити основні завдання транспортного процесу (рис.1).



Рисунок 1. Основні завдання, які вирішує правильна оцінка енергоефективності

Питання енергоефективності перевезень тісно пов'язане з екологічністю та принципами раціонального природокористування. Задача контролю токсичності викидів стає пріоритетною для розрахункового циклу транспортного процесу.

Розвиток мультимодальних перевезень є найбільш перспективним напрямом для розбудови транспортної системи України, оскільки дає можливість збільшити обсяги перевезень по всій території країни та залучити національні транспортні компанії до цього процесу, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності України на світовому ринку.

Вказуючи на потенціал України як транзитного центру, її географічне положення сприяє зручним транспортним маршрутам між Європою та Азією. Велика кількість транспортних коридорів, які проходять через українську територію, відображає значення країни як ключового вузла у міжнародній логістиці.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Класифікація транспортного процесу залежить від виду транспорту, яким здійснюється перевезення вантажів. Правильний вибір того чи іншого виду транспорту або їх комбінації дозволяє максимально ефективно доставити вантаж кінцевому одержувачу, у кожного виду транспорту є своя особливість, переваги та недоліки.

Основу транзитного потенціалу України становить залізничний транспорт, яким перевозиться близько 80% всіх транзитних вантажів у країні. В основному це вантажі Азії, які направляються в східно-європейські країни, а також через порти в інші країни світу.

В умовах використання автотранспорту в системі мультимодальних перевезень питання екологічності вважається першочерговим так, як транспорт справляє негативний вплив на всі ланки біосфери.

Основний вплив об'єктів транспорту на природне середовище, в першу чергу, обумовлено спалюванням великої кількості палива.

З метою удосконалення систем природокористування при організації експлуатації різних видів транспорту в умовах сталого розвитку, вивчення сучасного досвіду щодо раціонального використання нафтопродуктів та принципів забезпечення екологічної безпеки процесів транспортування, зберігання та використання нафтопродуктів стає необхідним і більш актуальним.

Питання енергоефективності при перевезенні саме небезпечних вантажів є найбільш актуальним та затребуваним у суспільства.

Небезпечним вантажам притаманна велика різноманітність складу, фізико-хімічних та інших властивостей залежно від місця, умов і джерела їх виникнення. Зокрема, найбільш затребуваними до перевезення є нафтовмісні небезпечні вантажі. Під час їх транспортування виникає велика кількість ризиків пов'язана з негерметичністю клапанів, зливних приладів та нещільності люків.

Підвищення енергоефективності та екологізації автомобільного транспорту при перевезенні небезпечних вантажів викликане наступним:

- більш детального опрацювання законодавчої бази в галузі охорони навколишнього середовища при функціонуванні транспортного комплексу;
- налагодження системи дозвільного регулювання екологічно спрямованої діяльності автоперевізників;
- встановлення каталізаторів в випускну систему автомобілів з підвищеними адсорбційними властивостями;
- скорочення тривалості циклу транспортного процесу та простоїв транспортних засобів під навантажувально-розвантажувальними операціями;
- зменшення загального пробігу, середньої відстані перевезення вантажу та порожнього пробігу автомобіля.

Ефективність транспортної операції або процесу може бути оцінена за допомогою показника оптимальності, який оцінює споживання або втрати енергетичних запасів і це впливає на викиди парникових газів в атмосферу. Саме проблема парникових газів вийшла на перший план посунувши всі інші.

Показник оптимальності залежить від багатьох факторів (часових, фінансових та ін.) але в сучасних умовах зменшення викидів від роботи елементів транспорту, повинно бути на першому місці тому, що шкода від забруднення транспорту накладаються на фонові забруднення від інших видів діяльності та не може бути компенсована фінансовими або часовими перевагами.

В умовах сучасності оцінити енергоефективність можливо на основі результатів імітаційного моделювання та побудови ситуаційних карт, визначення умов використання автомобільного транспорту в різних схемах мультимодального транспортування нафтопродуктів, аналіз споживання палива та токсичності викидів CO, HC, NOx (рис.2).

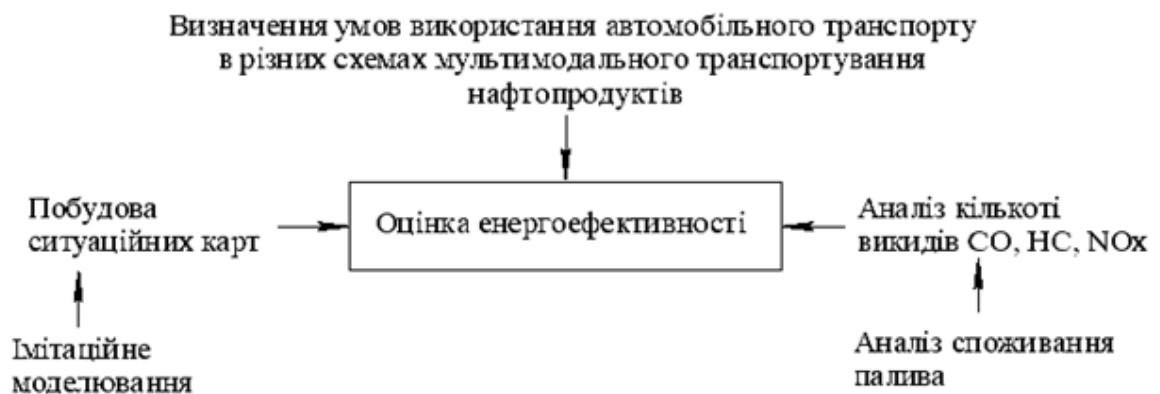


Рисунок 2. Фактори оцінки енергоефективності

Наукові дослідження з питань енергоефективності та енергозбереження на транспорті, в основному, проводилися з точки зору теорії економіки транспортних процесів, тобто на основі дії системи економічних законів, основна увага на отримання прибутків від зменшення витрат на транспортування і екологічність переходить на другий план.

Для дослідження енергоефективності процесу перевезень автомобільним транспортом в системі мультимодальних перевезень, необхідно враховувати викиди при різних режимах руху, дослідити кожну фазу руху (розгон, сталий рух в різних умовах, гальмування), також прийняти до уваги маршрути перевезень, рельєф та стан доріг.

Необхідно зазначити, що дослідження основних тенденцій та особливостей енергетичної політики України наголошено на необхідності створення дієвих механізмів державного управління в споживанні паливно-енергетичних ресурсів не

тільки через удосконалення фінансової, цінової, податкової та митної політики, а й з урахуванням екологічних інтересів мінімізації викидів та захисту навколишнього середовища.

Список літератури

1. Калимбет М.В.; Зеленько Ю.В. Концепції щодо впровадження екологічно чистих та ресурсозберігаючих технологій експлуатації залізничного транспорту. *Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту*, С.306.
2. Зеленько Ю.В., Калимбет М.В., Фесенко Д. В. Впровадження заходів щодо ліквідації наслідків аварій при перевезенні небезпечних вантажів. *Транспортні системи і технології перевезень*. Дніпро, 2020. Вип. 20. С. 20–26.
3. Зеленько Ю.В., Черкудінов В.Е., Левицька С.І. Концепція екологізації мультимодальних перевезень. *Транспортні системи та технології перевезень*. 24 (Січ 2023), С. 58–62.
4. Cherkudinov V., Zelenko Y. Environmental strategy of multimodal transportation. *ges* 2023, 1, С. 136-142.

ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

д.т.н., професор Зеленько Ю. В., Черкудінов В. Е., Приймак М. В.

При дослідженні енергоефективності процесу перевезень автомобільним транспортом в системі мультимодальних перевезень, на першому місці необхідно враховувати зменшення викидів від роботи елементів транспорту, шкода від забруднення транспорту накладаються на фонові забруднення від інших видів діяльності та не може бути компенсована фінансовими або часовими перевагами.

Ключові слова: мультимодальний, енергоефективність, екологічність.

ASSESSMENT OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE USE OF AUTOMOTIVE TRANSPORT IN THE MULTIMODAL TRANSPORTATION SYSTEM

Ph.D., professor Zelenko Y., Cherkudinov V., Pryymak M.

When researching the energy efficiency of the road transport process in the multimodal transport system, it is necessary to take into account the reduction of emissions from the operation of transport elements in the first place, the damage from transport pollution is superimposed on background pollution from other types of activities and cannot be compensated by financial or time benefits.

Key words: multimodal, energy efficiency, environmental friendliness.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

д.т.н., проф. Манойло В.М.

*Харківський національний автомобільно дорожній університет
м. Харків, Україна*

У всьому світі електромобілі стають все популярнішими через низькі експлуатаційні витрати, екологічність та поступове зниження вартості технологій. Україна, також рухається у напрямку розвитку електромобільного транспорту. За останні роки кількість електромобілів в країні постійно зростає, а влада розглядає можливості для стимулювання цієї галузі. Проте значний потенціал ще не розкритий, і для подальшого розвитку необхідно вирішити кілька важливих проблем.

Однією з головних перешкод для масового впровадження електромобілів в Україні є недостатня кількість зарядних станцій. Без доступної та розгалуженої мережі зарядних пунктів власники електромобілів стикаються з проблемою пошуку місць для підзарядки, що обмежує їхній радіус пересування та знижує зручність користування такими транспортними засобами.

Попри тенденцію до зниження вартості електромобілів на світовому ринку, в Україні ціни на електротранспорт залишаються високими. Це пояснюється як складнощами з імпортом, так і недостатньо розвинутою локальною промисловістю з виробництва електромобілів або їх складових.

Ще одним важливим аспектом є питання енергетичної безпеки. Оскільки електромобілі потребують електроенергії для свого функціонування, збільшення їх кількості може призвести до значного зростання попиту на електроенергію. В умовах енергетичних проблем, що часто виникають в Україні, включаючи обмеження у постачанні електроенергії через руйнування інфраструктури або дефіцит енергоресурсів, це може стати серйозним викликом.

Розвиток електромобільного транспорту повинен йти в парі з реформами у сфері енергетики. Одним із ключових напрямів є розвиток відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна, вітрова та гідроенергія. Це дозволить забезпечити екологічну чистоту електромобілів і зробити їхній вплив на навколишнє середовище мінімальним.

Незважаючи на виклики, перспективи розвитку електромобільного транспорту в Україні є обнадійливими. Поєднання світових тенденцій, зростаючого попиту на екологічні рішення та технологічного прогресу створює можливості для стрімкого розвитку цієї галузі.

Розвиток електромобільного транспорту в Україні має великий потенціал, однак для його реалізації необхідно вирішити ряд важливих завдань, серед яких розбудова

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

інфраструктури, зниження вартості електромобілів, реформа енергетичного сектору та державна підтримка. Виконання цих заходів дозволить Україні приєднатися до глобальних тенденцій у сфері екологічно чистих технологій і забезпечить сталий розвиток транспортної системи країни.

Список літератури

1. Bingkun Chen, Nan Zheng. Measuring the effectiveness of incorporating mobile charging services into urban electric vehicle charging network: An agent-based approach. *Renewable Energy* 2024, P. 144.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ

д.т.н., проф. Манойло В.М.

Розвиток електромобільного транспорту.

Ключові слова: електромобілі, енергетика, транспорт.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC MOBILE TRANSPORT IN UKRAINE

Ph.D., prof. Manoilo V.M.

Development of electric transport.

Keywords: electric vehicles, energy, transport.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОНАВЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

д.т.н., проф. Манойло В.М.

*Харківський національний автомобільно дорожній університет
м. Харків, Україна*

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

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

Дизельні двигуни найбільш широко застосовуються у всіх сферах життєдіяльності людини. Затребуваність дизелів пояснюється, перш за все їх високою ефективністю роботи, надійністю, довговічністю і хорошою паливною економічністю. Вимоги до норм токсичності відпрацьованих газів (ВГ) дизельних двигунів постійно зростають і стають все більш жорсткими. Для транспортних та стаціонарних дизельних двигунів, які працюють в широких діапазонах швидкісних і навантажувальних режимів, одним з найбільш ефективних методів зниження витрати палива та зменшення відповідно викидів токсичних речовин є застосування інтелектуальних систем управління частотою обертання та впорскуванням палива [1].

Якщо в гідромеханічних системах подачі палива, оптимальний кут випередження впорскування палива задається лише на одному номінальному режимі роботи двигуна, то з використанням інтелектуальних систем управління впорскування палива, оптимальний кут випередження впорскування палива задається у всьому діапазоні частот обертання та навантаження.

Найбільш важливі сфери застосування дизельних двигунів наступні:

- Стаціонарні генераторні установки;
- Компресорні силові установки;
- Шахтні силові установки;
- Тепловози;
- Кар'єрні багатотонні самоскиди;
- Будівельна та сільськогосподарська техніка;
- Вантажні автомобілі;
- Судові головні силові та допоміжні силові установки.

Найбільш відомі світові фірми що виробляють дизельні двигуни це: MAN, DEUTZ, PERKINS, DAIMLER, CATERPILLAR, CUMMINS, MTU, ABC, та інші[2].

Для модернізації гідромеханічних систем подачі палива існуючих дизельних двигунів, найбільш придатною є інтелектуальна система управління з електромагнітним клапаном серії E-PPN, так як вона не вимагає зміни конструкції основних складових частин паливної апаратури дизеля. Така система розроблена та серійно реалізується фірмою HEINZMANN, та використовує принцип управління:

«Паливний насос з клапаном E-PPN - Трубопровід – Форсунка» (надалі E-PPN) [3]. Паливна рейка та її привід при цьому демонтується, як не потрібний елемент регулювання. Тепер початок і кінець фази подачі палива визначається моментом проходження струму через електромагнітний клапан, в залежності від обертів двигуна та навантаження.

Таким чином з'являється можливість регулювання кута випередження подачі палива у всьому робочому діапазоні обертів та навантаження дизельного двигуна. Це забезпечує до 12% економії витрати палива двигуном, відповідно покращує екологічні параметри, дозволяє реалізувати відключення частини циліндрів на режимах малих навантажень, вирівнювання температур, що відповідно суттєво покращує робочі параметри дизеля [4].

Список літератури

1. Коссов Е.Е., Шапран Е.Н., Фурман В.В. Совершенствование режимов работы силовых энергетических систем тепловозов. Луганск, Изд-во Восточнoукраинского национального университета им. В. Даля, 2006. 280 с

2. Press information — Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/en/news/press-information>

3. Система LAVINIA E-PPN фірми HEINZMANN — Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/de/download-motoren-turbinen/dokumente-software/Dieselmotor-Management/E-PPN-Einspritzsystem/LAVINIAE-PPN/Datenblatt>

. Система LAVINIA E-PPN фірми HEINZMANN — Режим доступа: <https://www.heinzmann.com/de/download-motoren-turbinen/dokumente-software/Dieselmotor-Management/E-PPN-Einspritzsystem/LAVINIAE-PPN/prospect>

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОНАВЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА

д.т.н., проф. Манойло В.М., к.т.н., доцент Колеснік І.В.

Дизельні двигуни найбільш широко застосовуються у всіх сферах життєдіяльності людини. Затребуваність дизелів пояснюється, перш за все їх високою ефективністю роботи, надійністю, довговічністю і хорошою паливною економічністю.

Ключові слова: дизель, ефективність, паливна економічність

OPTIMIZATION OF EXECUTIVE ELEMENTS OF FUEL INJECTION SYSTEMS

Ph.D., prof. V.M. Manoilo, Ph.D., associate professor I.V. Koliesnik

Diesel engines are most widely used in all areas of human life. The demand for diesel engines is explained, first of all, by their high efficiency, reliability, durability and good fuel efficiency.

Key words: diesel, efficiency, fuel efficiency

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

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

Автоматизація управління рухом є напрямком вдосконалення автомобільного транспорту, що інтенсивно розвивається, покликане підвищити безпеку і комфорт пасажирських і вантажних перевезень. Лідируючі світові автовиробники демонструють прототипи безпілотних автомобілів та впроваджують функції часткової автоматизації керування рухом у серійні автомобілі. Високий інтерес до цієї теми зумовлює інтенсивне зростання пов'язаних з нею розробок та досліджень, а також створює підстави для формування бази нормативних документів. Зокрема, стандарт SAE J3016 пропонує класифікацію систем автоматичного управління рухом (АСУР), поділяючи їх на 5 рівнів залежно від функцій, що реалізуються.

АСУР вирішує комбінацію завдань, що складається з аналізу дорожнього оточення та планування керуючих дій на основі результатів цього аналізу. Хоча ступінь розвитку АСУР вже дозволяє експлуатувати оснащені ними автомобілі на дорогах загального користування (в обмежених умовах руху та під контролем водія-людини), ця галузь техніки є досить новою та містить безліч недостатньо опрацьованих аспектів. Існуючим алгоритмам АСУР властиві недоліки. Так, алгоритми технічного зору припускаються помилок аналізу дорожніх ситуацій, які можуть призводити до аварійних ситуацій.

Алгоритми планування руху який завжди здатні впоратися зі своїми завданнями, особливо у складному дорожньому оточенні. Таким чином, актуальними завданнями є усунення недоліків АСУР та вдосконалення їхньої алгоритмічної бази.

Як базу на формування алгоритмів управління розглядається теорія системи «водій-автомобіль-дорога-середовище» (ВАДС).

Проведено аналіз основних робіт у галузі теорії ВАДС. Розглянуто описовий аналіз водія з позицій нервової та фізіологічної діяльності та перехід від цього аналізу до синтезу автоматичних регуляторів, що виконують функції водія. Відзначено, що для використання теорії ВАДС при дослідженні та розробці АСУР її методи повинні бути доповнені методами аналізу навколишнього автомобіля простору та побудови траєкторії руху автомобіля з урахуванням конфігурації цього простору.

Проведено аналіз нейромережевих алгоритмів технічного зору, що виконують дві ключові задачі аналізу дорожнього оточення: ідентифікацію учасників дорожнього руху та їх характеристик та розпізнавання областей навколишнього простору, доступних для руху автомобіля. В аспекті вирішення першого завдання було

розглянуто одно- та двоступінчасті детектори дискретних об'єктів та методи ідентифікації об'єктів з використанням карт диспарантності, обмежувальних рамок та тривимірних моделей об'єктів інтересу. У ході аналізу розглянуто роботи провідних фахівців у цій галузі: Redmon, S. Hinterstoisser та ін. При аналізі другого завдання технічного зору розглянуто різні архітектури нейромережових алгоритмів, що виконують аналіз зображень навколишнього простору, що називається також семантичною сегментацією.

Проаналізовано алгоритми FCN, U-Net, SegNet, DeepLab, Enet та їх дослідження, виконані E. Shelhamer, O. Ronneberger, S. Kohl та ін. Також розглянуто функції навчання алгоритмів семантичної сегментації. Зазначено, що більшість відомих функцій засновані на використанні коефіцієнтів Жаккара або Серенсена-Дайса, які не враховують різницю між помилками першого та другого роду.

Проведено аналіз робіт у галузі планування траєкторій руху транспортних засобів. Проаналізовано дослідження J. Canny, E. Dijkstra, J. Peteriet та ін. Розглянуто алгоритми на основі розбиття простору діаграмами Вороного, алгоритми з використанням графів, «випадкових дерев» та «штучних потенційних полів», а також алгоритми на основі методів штучного інтелекту – нейронних мереж, еволюційної оптимізації та нечіткої логіки. Здійснено класифікацію існуючих алгоритмів за принципом їхньої роботи, розглянуто умови, в яких застосовуються алгоритми, особливості їхньої роботи.

За результатами аналізу, проведеного в главі 1, виділено ключові недоліки розглянутих алгоритмів АСУР та сформовано концепцію архітектури удосконалених алгоритмів, що усувають ці недоліки та покращують робочі характеристики АСУР.

Як основний недолік відомих алгоритмів планування руху було зазначено те, що при побудові траєкторії вони не враховують динамічні властивості автомобіля та обмеження на параметри його руху, що робить результати роботи цих алгоритмів не завжди придатними до виконання в реальних умовах руху. Також відомі алгоритми враховують геометрію автомобіля надмірно спрощено: автомобіль вважається матеріальною точкою, а довкола перешкод створюються «області безпеки» певної площі, що в деяких дорожніх ситуаціях не дозволяє алгоритмам знаходити рішення.

Для створення вдосконаленого алгоритму планування руху, позбавленого перелічених недоліків, запропоновано підхід, який комбінує методи теорії системи ВАДС та інтелектуальні алгоритми планування траєкторії руху. Основним методом теорії ВАДС, що використовується в даному підході, є побудова алгоритму керування рухом автомобіля на основі його математичної моделі та обмежень, що накладаються на його динамічні та керуючі параметри. Цим буде забезпечуватись фізична здійсненність отриманого управління, а також його безпека та комфортність для пасажирів.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Другим методом теорії ВАДС є використання моделі водія у вигляді регулятора, що встановлює зв'язок між траєкторією руху автомобіля та кутом повороту кермового колеса. Використовуваний принцип планування траєкторій ґрунтується на карті зайнятого простору, яка будується за результатами аналізу зображень дорожнього оточення, що виконується алгоритмами комп'ютерного зору. Завданням алгоритму є побудова траєкторії переміщення автомобіля в цільову точку, не допускаючи його зіткнення з недоступними для руху областями. Комбінування підходів полягає у навчанні нейромережевого алгоритму із застосуванням як математичних моделей автомобіля та водія, так і критеріїв планування траєкторії з урахуванням дорожнього оточення.

Недоліком відомих алгоритмів виявлення учасників дорожнього руху та визначення їх параметрів є їх вузькоспеціалізована природа, що зумовлює необхідність їхнього об'єднання в програмні комплекси, що висувають високі вимоги до обчислювальних ресурсів. Для усунення цього недоліку пропонується синтезувати універсальний алгоритм, який вирішує завдання виявлення учасників дорожнього руху, так і задачу оцінки їх параметрів. Основою такого алгоритму є оригінальна (або модифікована) архітектура нейронної мережі та нова функція навчання.

Найбільш істотним недоліком відомих алгоритмів ідентифікації прохідного простору є відсутність нерівнозначності помилок першого і другого роду, через що алгоритми можуть припускатися помилок, критичних з точки зору безпеки руху автомобіля. Для усунення цього недоліку пропонується використовувати функції навчання, які вводять штрафи за хибно-позитивні оцінки.

Список літератури

1. Александров Е. Е. Системи автоматики транспортних засобів: підручник. Київ: ІСДО, 1994. 212 с.
2. Теорія і технічні засоби систем. Автоматика та автоматизація виробництва сільськогосподарських машин: підручник: у 2 ч. / за ред.: В. О. Кондратець. Київ: Вища шк., 1993. Частина 1. 319 с.
3. Advice Leaflet 1: The —SCOOT|| Urban Traffic Control System [Електронний ресурс] http://www.scoot-utc.com/documents/1_SCOOT-UTC.pdf.
2. Ceder, A. (2015) Public Transit Planning and Operation: Modeling, Practice and Behavior, Second Edition - CRC Press Book.
3. http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems-UA.pdf [Електронний ресурс].– Режим доступу: http://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems-UA.pdf

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

Автоматизація управління рухом є напрямком вдосконалення автомобільного транспорту, що інтенсивно розвивається, покликане підвищити безпеку і комфорт пасажирських і вантажних перевезень. Лідируючі світові автовиробники демонструють прототипи безпілотних автомобілів та впроваджують функції часткової автоматизації керування рухом у серійні автомобілі.

Ключові слова: автоматичне управління, автомобіль, інтелектуальні системи

AUTOMATIC ALGORITHM VEHICLE TRAFFIC CONTROL

Ph.D., associate professor Koliesnik I.V.

Automation of traffic control is a direction of improvement of road transport, which is intensively developing, designed to increase the safety and comfort of passenger and cargo transportation. The world's leading car manufacturers demonstrate prototypes of self-driving cars and introduce functions of partial automation of traffic control in production cars.

Key words: automatic control, car, intelligent systems

SYSTEMS RANGING FROM EXTRA SPACE TO AUTOMATIC STEERING SYSTEMS

Medvediev Yevhen

*Gdańsk University of Technology
Gdansk, Poland*

The developed model of vehicle dynamics is based on the bicycle calculation scheme under the assumption of linear characteristics of lateral tire grip with respect to the lateral slip angle. The choice of the model is justified by the fact that the studied driving modes reflect typical vehicle operation in urban conditions, which are characterized by speeds of up to 60 km/h, asphalt support surfaces and lateral accelerations of up to 5 m/s^2 (i.e. below the range of emergency maneuvers). It is also assumed that during vehicle movement the values of normal reactions of the support surface do not change, and the road has a zero slope and does not change its characteristics. The calculation scheme of the mathematical model of vehicle dynamics is shown in Figure 1. The coordinate system of the mathematical model associated with the vehicle body is designated . Its origin coincides with the vehicle's center of mass, the x-axis is directed forward along the longitudinal axis of the vehicle, the y-axis is directed left along the transverse axis of the vehicle, and the vertical axis is perpendicular to the support surface and is directed upward.

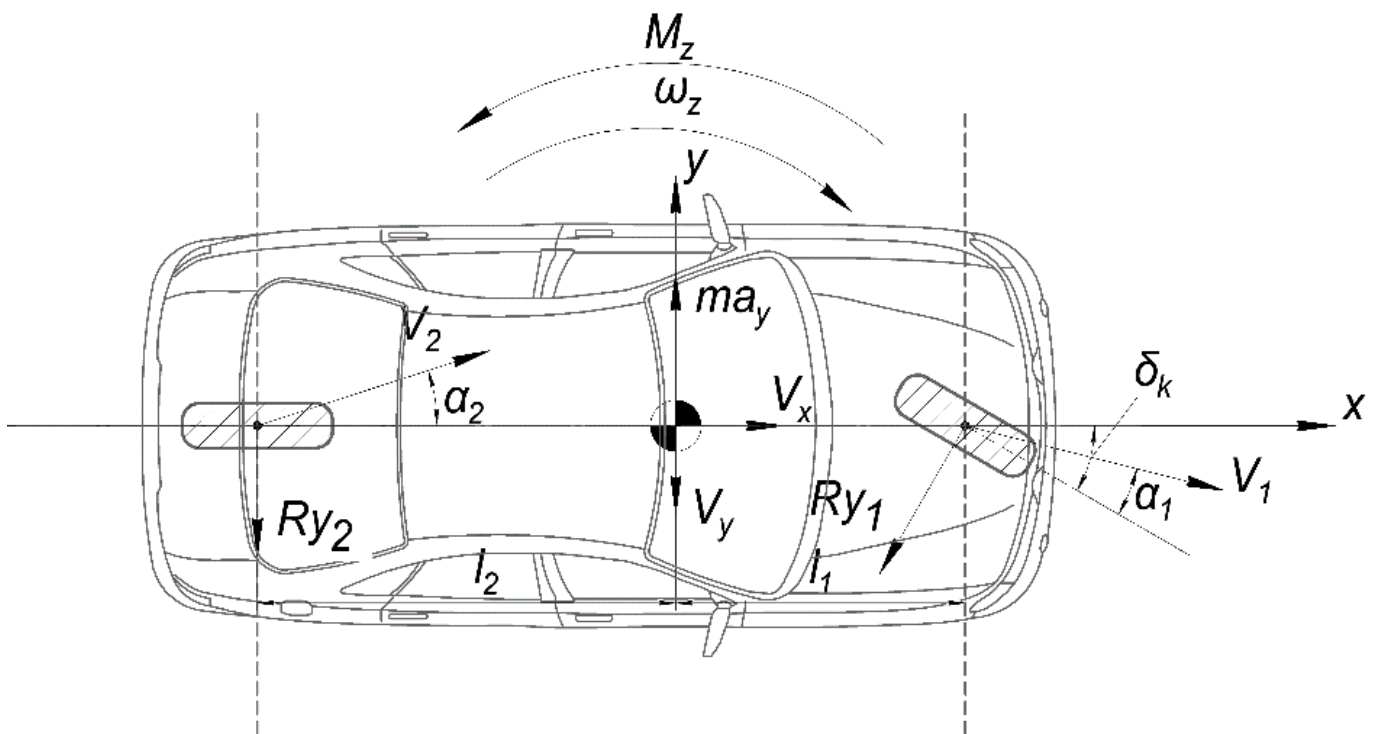


Fig. 1 – Calculation scheme of the vehicle dynamics model

Based on the calculation scheme, the following system of equations was obtained:

$$\begin{cases} m \cdot a_y = m \cdot \left(\frac{dv_y}{dt} + v_x \cdot \omega_z \right) = R_{y1} \cdot \cos(\delta_k) + R_{y2} \\ M_z = I_z \cdot \frac{d\omega_z}{dt} = R_{y1} \cdot \cos(\delta_k) \cdot l_1 - R_{y2} \cdot l_2 \\ R_{y1} = c_1 \cdot \alpha_1 \\ R_{y2} = c_2 \cdot \alpha_2 \\ \alpha_1 = -\arctg \left(\frac{v_y + \omega_z \cdot l_1}{v_x} \right) + \delta_k \\ \alpha_2 = -\arctg \left(\frac{v_y - \omega_z \cdot l_2}{v_x} \right), \end{cases} \quad (1)$$

where m – mass of the vehicle; a_y is the lateral acceleration of the center of mass; v_y is the lateral velocity of the center of mass; v_x – longitudinal velocity of the center of mass of the vehicle, which is specified during training of the neural network; M_z – moment of inertia acting on the vehicle relative to the z-axis, I_z – moment of inertia of the vehicle relative to the z-axis; ω_z – angular velocity of the vehicle relative to the z-axis (yaw rate); R_{y1} , R_{y2} are the lateral projections of the tangential reactions of the support surface acting on the front and rear axles of the vehicle, respectively, δ_k – steering angle of the front generalized wheel; l_1 , l_2 are the distances along the x-axis from the center of mass to the front and rear axles of the vehicle, respectively; c_1 , c_2 are the drag coefficients of the front and rear axles; α_1 , α_2 are the slip angles of the front and rear axles. The input signals of the model are the steering wheel rotation angle and the longitudinal velocity of the vehicle v_x . The steering wheel rotation angle $\theta_{p.k.}$ is converted into the front axle wheel rotation angle δ_k using the steering transfer characteristic.

To study the dynamic parameters of the car when moving along the trajectories constructed by the algorithm, as well as to implement the components of the objective function that regulate the shape of the trajectory in accordance with the constraints set, movement along the trajectory is represented as a sequence of control actions on the steering wheel. To implement such control, a Pure Pursuit course controller was used in the work. To calculate the value of the angle of rotation of the middle steered wheel, the Pure Pursuit method uses the geometric parameters of the control object and the geometry of the reference trajectory. The controller calculation scheme is shown in Figure 2.

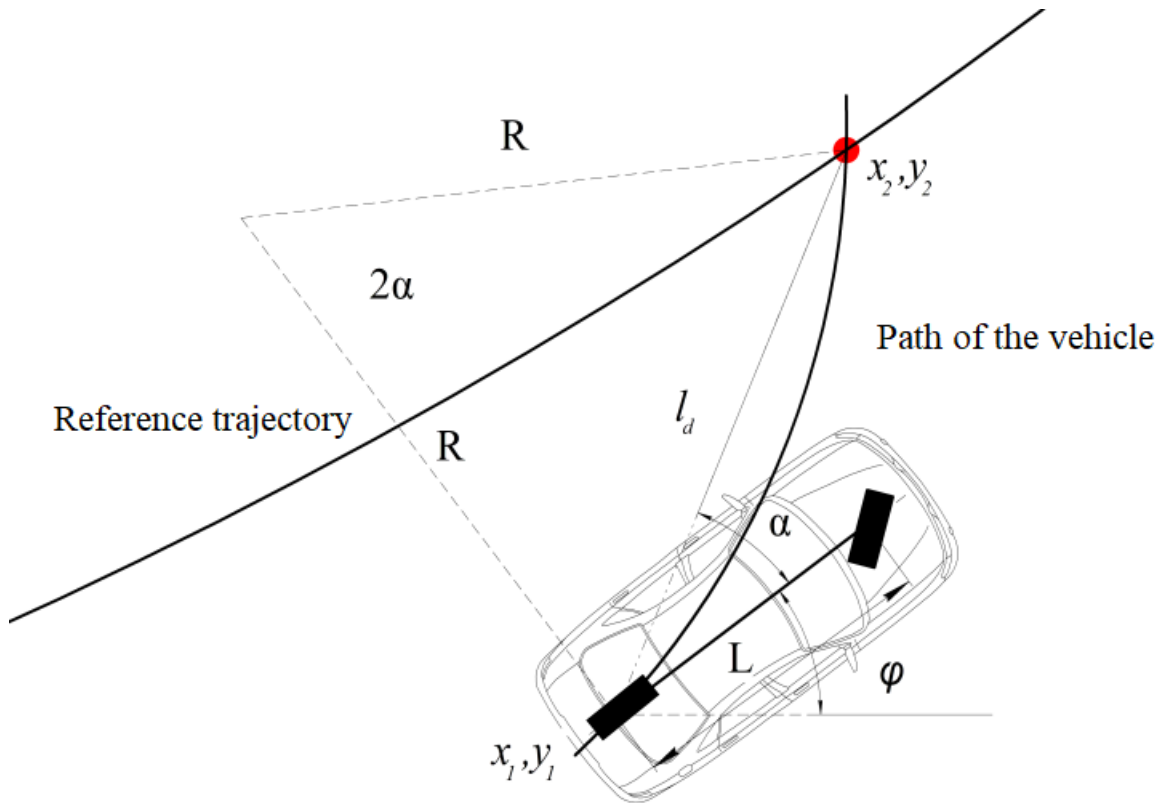


Fig. 2 – Calculation scheme for deriving the equations of the Pure Pursuit trajectory controller

The following expression is derived from the calculation scheme to determine the angle of rotation of the middle controlled wheel δ_k :

$$\delta_k = \text{arctg}\left(P \frac{2L \sin(\alpha)}{l_d}\right), \quad (2)$$

where parameter P is the adjustable gain of the controller, l_d determines the radius of the search for the target point ($l_d = R$), L – wheelbase of the vehicle, φ is the course angle of the vehicle. The angle α is determined from the diagram based on geometric calculation. The adequacy of the developed mathematical model of vehicle motion was assessed using experimental data obtained as a result of road tests of a front-wheel drive passenger car. The tests were trajectory maneuvers of the vehicle performed on a horizontal asphalt platform. During the tests, the coordinates of the vehicle, its course angle and speed were measured. For this purpose, a satellite navigation system with support for the high-precision measurement mode was used. Also, the lateral acceleration and yaw rate of the car were measured using an inertial sensor. The steering wheel angle was measured by the standard on-board sensor of the car.

Figure 3 shows an example of comparison of the simulation results with test data. Based on the simulation results of several typical maneuvers, the errors in calculating the main

parameters of the vehicle's motion were determined. The mean square errors (MSE) for the yaw rate and lateral acceleration were on average: $MSE \omega \approx 4\%$, $MSE a \approx 19.5\%$. The average and maximum errors in tracking the trajectory by the Pure Pursuit controller were, respectively, $\Delta_{avg.} \approx 0.06 \dots 0.15$ m, $\Delta_{max.} \approx 0.09 \dots 0.38$ m. As a result of the study, a conclusion was made about the acceptable adequacy and accuracy of the developed models and the possibility of their application in the tasks of developing and training an algorithm for planning the trajectory of the vehicle's motion.

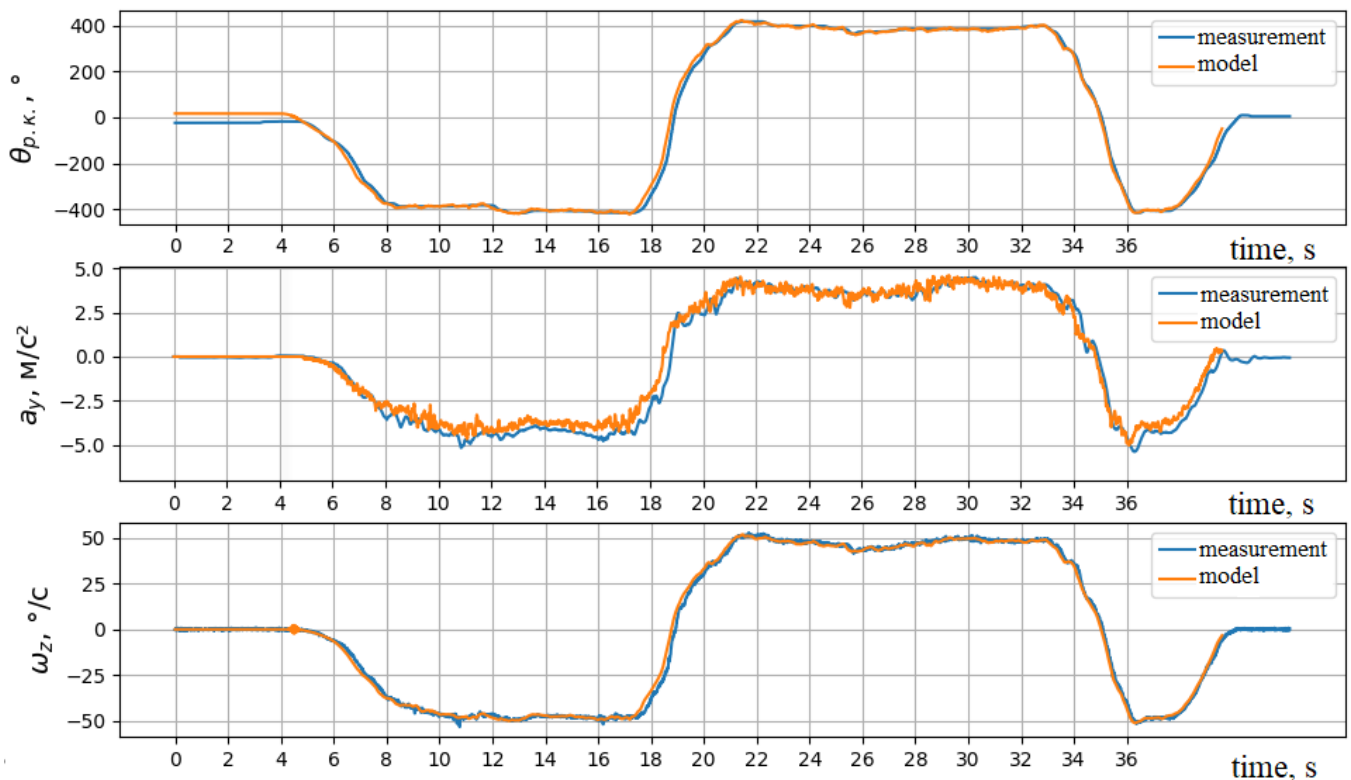


Fig. 4 – Comparison of simulation results with experimental data

To train the trajectory planning algorithm, a mathematical model of the vehicle dynamics and a driver model in the form of the Pure Pursuit trajectory controller were developed. The adequacy and accuracy of the models were assessed using experimental data obtained as a result of road tests of the vehicle. The error values in calculating the main vehicle motion parameters obtained as a result of comparing the computational and physical experiments were, on average, as follows: $RMS \omega \approx 4\%$, $RMS a \approx 19.5\%$, $\Delta_{avg.} \approx 0.06 \dots 0.15$ m, $\Delta_{max.} \approx 0.09 \dots 0.38$ m, which allowed us to conclude that the adequacy and accuracy of the developed models are acceptable and that they can be used in the tasks of developing and training the trajectory construction algorithm.

References

1. Lubbad, M., Karaboga, D., Basturk, A., Akay, B., Nalbantoglu, U., Pacal, I. Machine learning applications in detection and diagnosis of urology cancers: a systematic literature review. (2024) *Neural Computing and Applications*, 36 (12), pp. 6355-6379. <https://www.springer.com/journal/521>, doi: 10.1007/s00521-023-09375-2
2. Chen, C., Liu, B., Wan, S., Qiao, P., Pei, Q. An Edge Traffic Flow Detection Scheme Based on Deep Learning in an Intelligent Transportation System (2021) *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22 (3), art. no. 9210731, pp. 1840-1852. <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=6979>, doi: 10.1109/TITS.2020.3025687
3. Roslan, R., Ng, S., Yee, L.C. Machine Learning Techniques for Sustainable Smart Cities Traffic Management (2023) *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology*, 33 (1), pp. 246-255. https://semarakilmu.com.my/journals/index.php/applied_sciences_eng_tech/article/view/3250 doi: 10.37934/araset.33.1.246255
4. Han, G., Jin, Q., Rong, H., Jin, L., Zhang, L. Vehicle Tracking Algorithm Based on Deep Learning in Roadside Perspective. (2023) *Sustainability (Switzerland)*, 15 (3), art. no. 1950. <http://www.mdpi.com/journal/sustainability/>, doi: 10.3390/su15031950

SYSTEMS RANGING FROM EXTRA SPACE TO AUTOMATIC STEERING SYSTEMS

Medvediev Yevhen

The developed model of vehicle dynamics is based on the bicycle calculation scheme under the assumption of linear characteristics of lateral tire grip with respect to the lateral slip angle.

Key words: automatic control, car, intelligent systems

СИСТЕМИ ДОДАТКОВОГО ПРОСТОРУ ДО СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Медведев Євген

Розроблена модель динаміки транспортного засобу базується на схемі розрахунку велосипеда в припущенні лінійних характеристик бокового зчеплення шини відносно кута бокового ковзання.

Ключові слова: автоматичне керування, автомобіль, інтелектуальні системи

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ БОРТОВОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ

асистент Колеснік Ю.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Потужний зарядний пристрій на борту електромобіля має ряд незаперечних переваг, до яких можна віднести: зменшення часу заряду, зниження вимог до алгоритмів та програмного забезпечення стаціонарних пунктів заряду (зарядних станцій), висока якість та надійність зарядного режиму через безпосередній контроль за процесом заряду; можливість оптимізації зазначеного процесу за критеріями збільшення терміну служби та зниження часу з урахуванням обмежень у технічних характеристиках акумуляторів.

Для вирішення завдання створення бортового зарядного пристрою великої потужності в рамках цієї роботи розглянуто питання використання 20

компонентної бази (комплектуючих) різних пристроїв системи тягового та допоміжного електроустаткування електромобіля. З цією метою нижче проводиться аналіз вказаних систем. На рисунку 1. представлено узагальнену структурну схему силової частини системи тягового електроустаткування електромобіля, яка дозволяє сформулювати найбільш повне уявлення про взаємозв'язки компонентів системи.

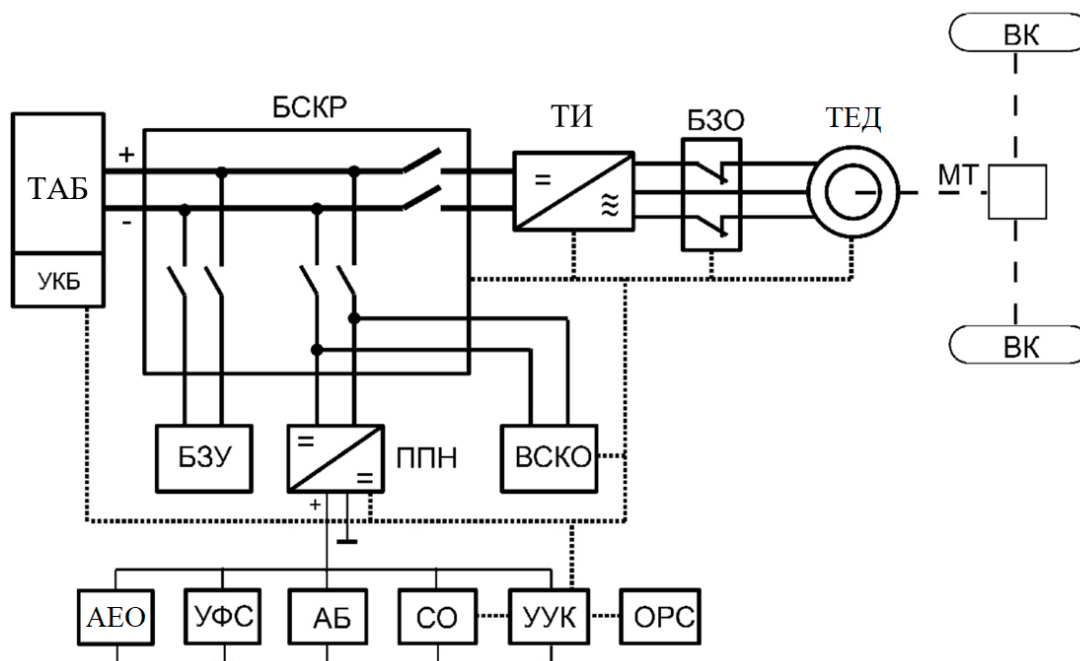
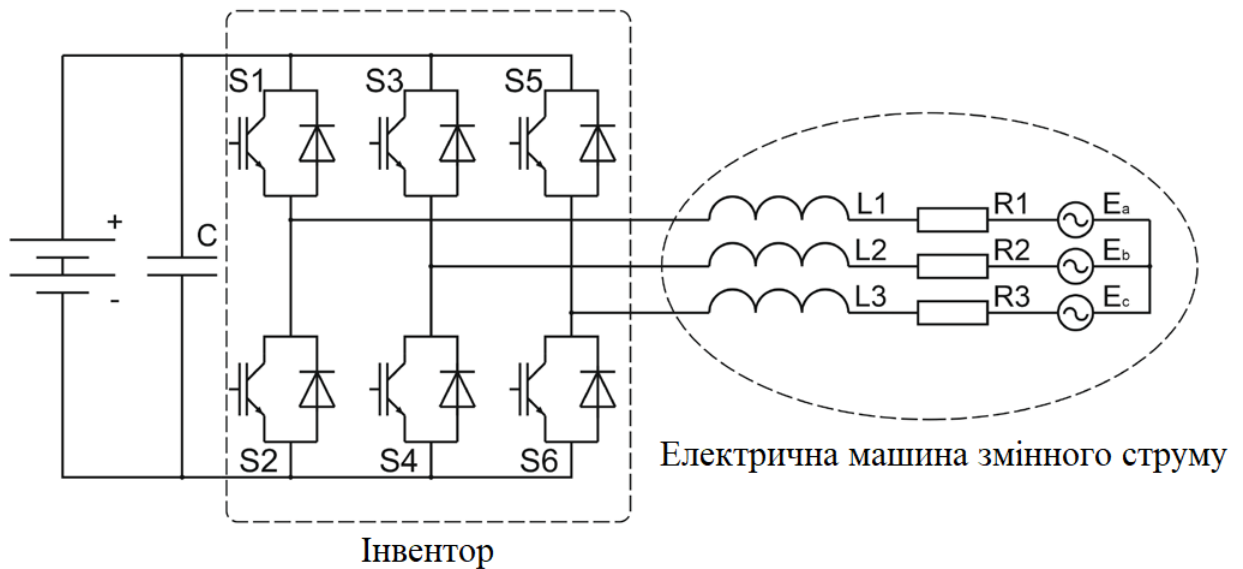


Рисунок 1 – Узагальнена структурна схема силової частини системи електроустаткування електромобіля

В режимі заряду ТАБ силові ланцюги тягового інвертора не використовуються, що відкриває можливість спільного використання тягового інвертора і зарядного пристрою. Для повноцінного аналізу можливості спільного використання потрібен детальний розгляд найбільш поширених технічних рішень, що зарекомендували себе в процесі експлуатації.

Найбільшого поширення у сучасному електроприводі набули трифазні безконтактні тягові електричні машини, керовані трифазними інверторами. Типовим рішенням, що знайшло застосування в переважній більшості тягових електроприводів електромобілів, є автономний трифазний інвертор напруги на основі шести транзисторних ключів, принципова електрична схема якого представлена на рисунку 2.



Рисунк 2 – Принципова електрична схема трифазного інвертора

У загальному випадку трифазний тяговий інвертор складається із шести напівпровідникових ключів, ємнісного фільтра та ряду допоміжних елементів, що забезпечують ефективність та надійність перетворення напруги.

В основі силової частини сучасного зарядного пристрою лежить комплекс перетворювального обладнання, що забезпечує високоефективне та безпечне перетворення змінної напруги зовнішньої мережі на постійну напругу для регульованого процесу заряду ТАБ.

В даний час більшість електромобілів та транспортних засобів з комбінованими енергетичними установками (КЕУ) з можливістю заряду від зовнішньої мережі використовують однофазні бортові зарядні пристрої, що відповідають першому та другому рівню.

Трифазні зарядні пристрої використовуються в стаціонарних зарядних станціях третього рівня і набагато рідше на борту транспортного засобу при максимальній потужності другого рівня. Ці перетворювачі забезпечують високий рівень якості

електроенергії вхідної мережі, відрізняються високим коефіцієнтом потужності і мають хорошу електромагнітну сумісність.

У науково-технічній літературі повідомляється про безліч змін схем як однофазних, так трифазних зарядних пристроїв. Ці зарядні пристрої можуть використовувати напівмостові чи мостові схемні рішення. Напівмостова схема ЗУ відрізняється меншою кількістю комплектуючих елементів і нижчою вартістю, але пов'язана з більш ніж високим класом напруги напівпровідникових транзисторно-діодних модулів. Нижчий клас напруги, але при більшій кількості компонентів, допускають повномістні схемні рішення, що потребують кількох каналів управління з широтно-імпульсною модуляцією (ШІМ).

Остання обставина збільшує складність та вартість реалізації ЗУ. Повною мірою відповідність стандартам SAE J1772 та IEC 62196-2 може бути реалізована в односпрямованій резонансній схемі, принципова електрична схема якої представлена на рисунку 3.

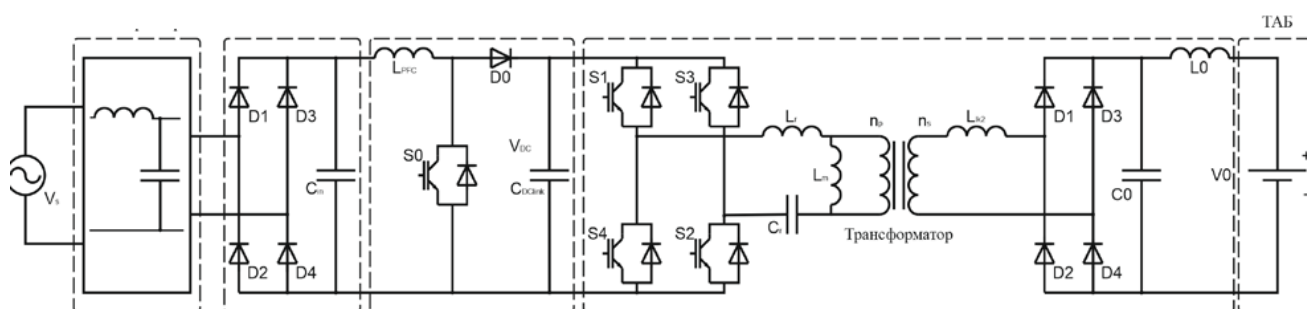


Рисунок 3 – Принципова електрична схема повномістного однонаправленого резонансного зарядного пристрою

Проте представлена схема використовує живлення від однофазної мережі, що обмежує потужність, а й має значно більші пульсації на виході випрямляча проти можливим трифазним варіантом. До основних недоліків розглянутої схеми слід віднести наявність значної кількості напівпровідникових елементів, спеціального високочастотного трансформатора та додаткових реактивних елементів, що в результаті не дозволяє реалізувати пристрій для прискореного заряду малої маси та габаритних розмірів для використання на борту ТЗ.

Аналіз типових принципових схем тягового інвертора та бортового зарядного пристрою дозволяє зробити висновок про можливість об'єднання деяких складових силових ланцюгів у єдиному пристрої.

Створення тягового інвертора з інтегрованим зарядним пристроєм високої потужності, що має високі питомі характеристики - один з перспективних напрямів підвищення експлуатаційних характеристик сучасних електромобілів.

Список літератури

1. Zhao J., Han Y., He X., Tan C., Cheng J., and Zhao R., "Multilevel circuit topologies based on the switched-capacitor converter and diode-clamped converter," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 8, pp, Aug. 2011.
2. Woo D. G., Choe G. Y., Kim J. S., Lee B. K., Hur J., and Kang G. B., "Comparison of integrated battery chargers for plug-in electric vehicles: Topology and control," in *Proc. Electric Mach. Drives Conf.*, 2011, pp. 1294–1299.
3. Wang J., Zhao T., Li J., Huang A. Q., Callanan R., Husna F., and Agarwal A., "Characterization, modeling, and application of 10-kV SiC MOSFET," *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. 55, no. 8, pp. 1798–1806, Aug. 2008.
4. Waldmann, Thomas Temperature dependent ageing mechanisms in Lithium – ion batteries – A Post – Mortem study // Thomas Waldmann, Marchael Kasper, Meike Fleischhammer, Margret Wohlfahrt – Mehrens// *Journal of Power Sources*, Elsevier, 2014, 363,pp.

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ БОРТОВОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ

асистент Колєсник Ю.І.

Потужний зарядний пристрій на борту електромобіля має ряд незаперечних переваг, до яких можна віднести: зменшення часу заряду, зниження вимог до алгоритмів та програмного забезпечення стаціонарних пунктів заряду (зарядних станцій), висока якість та надійність зарядного режиму через безпосередній контроль за процесом заряду; можливість оптимізації зазначеного процесу за критеріями збільшення терміну служби та зниження часу з урахуванням обмежень у технічних характеристиках акумуляторів.

Ключові слова: акумулятор, тяговий двигун, електроавтомобіль

ANALYSIS OF THE CONCEPT OF ON-BOARD CHARGING DEVICE WITH HIGH POWER

assistant Koliesnik Yu.I.

A heavy charging device on board an electric vehicle has a number of uninterrupted advantages, which can be noted: a change in the charging time, a reduction in the algorithms and software for stationary charge points (charging stations), high battery capacity and reliability of the charging mode through direct control over the charging process; the possibility of optimizing the designated process based on the criteria of increasing the service life and reducing the operating time while maintaining the technical characteristics of the batteries.

Key words: battery, traction motor, electric car

КОНЦЕПЦІЯ ТЯГОВОГО ІНВЕРТОРА З ІНТЕГРОВАНИМ ЗАРЯДНИМ ПРИСТРОЄМ

д.т.н., професор Калінін Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Оскільки бортовий зарядний пристрій розташовується на транспортному засобі, особливо важливого значення починають набувати питання енергоефективності та надійності, масогабаритних та вартісних показників.

Ефективність роботи ЗП залежить від використовуваних компонентів, алгоритмів управління та схемного виконання. Алгоритми керування зарядним пристроєм реалізуються через аналогові контролери, мікроконтролери, цифрові сигнальні процесори та спеціальні інтегральні схеми, залежно від вартості та типів перетворювачів. Крім цього зарядні пристрої повинні мати інтерфейс для обміну інформацією зі стаціонарною зарядною станцією, при цьому, залежно від рівня, регламентується обсяг інформації, що передається

У роботі запропоновано принципову електричну схему силової частини тягового перетворювача напруги з інтегрованим зарядним пристроєм, представлену на рисунку 1.

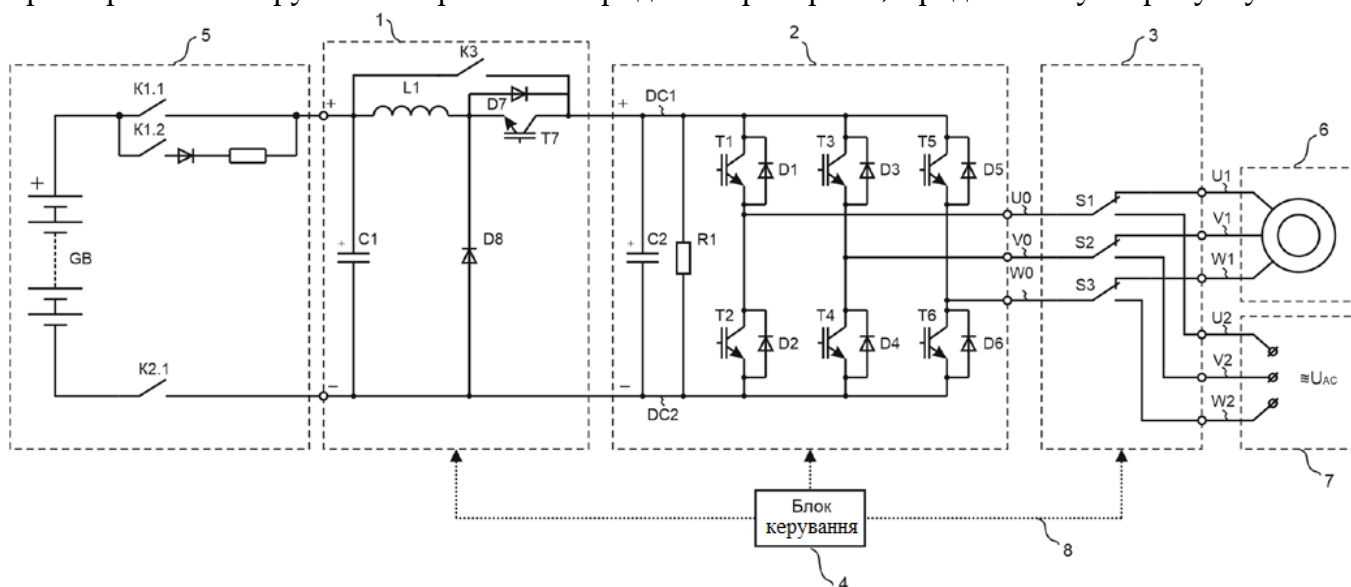


Рисунок 1 - Електрична схема силового ланцюга:

1 - зарядний пристрій; 2 – тяговий інвертор; 3 – комутаційний пристрій; 4 – блок управління; 5 – тягова акумуляторна батарея та блок силової комутації; 6 – тягова електрична машина змінного струму; 7 – зовнішня електрична мережа.

Відповідно до електричної схеми на рис. 1 міститься інвертор для керування електричною машиною, що складається з ряду напівпровідникових ключів і

напівпровідникових діодів, які включені антипаралельно з напівпровідниковими ключами і ємнісний накопичувач, включений у вхідний кола інвертора між силовими шинами постійного струму. Інвертор (2) складається з ряду напівпровідникових ключів $T_1...T_6$, зокрема біполярний транзистор із ізольованим затвором (IGBT) із зворотними діодами $D_1...D_6$. У вхідному ланцюзі інвертора (2) між плюсовою силовою шиною постійного струму DC_1 і мінусовою силовою шиною постійного струму DC_2 включений ємнісний накопичувач C_2 , а також розрядний резистор R_1 . Силкові фазні висновки U_0, V_0, W_0 інвертора (2) з'єднані з комутаційним перемикаючим пристроєм (3).

Функціональні характеристики ТІ повинні відповідати можливостям тягового електродвигуна, оскільки залежить повнота реалізації вихідних функціональних характеристик і технічного потенціалу ТЕД. Завищення значень функціональних характеристик ТІ стосовно ТЕД веде до погіршення масогабаритних показників, збільшення електричних втрат та погіршення ефективності СТЕО. З іншого боку, заниження аналогічних значень, тобто. неможливість забезпечення потужних параметрів ТЕД, веде до нераціонального використання тягового електродвигуна та зменшення тягово-динамічних характеристик електромобіля.

У схемі, що розглядається, інтегрований зарядний пристрій являє собою імпульсний перетворювач постійної напруги.

Відповідно до рис. 1 зарядний перетворювач (1) підключений до тягового джерела енергії та складається з індуктивного накопичувача електричної енергії L_1 , ємнісного накопичувача електричної енергії C_1 , напівпровідникового ключа T_7 , напівпровідникових діодів D_7 та D_8 , силового контактора КЗ. Вихідний ланцюг зарядного перетворювача (1) з'єднаний із силовими шинами DC_1 і DC_2 інвертора (2).

Висока якість вихідної постійної напруги зарядного перетворювача забезпечується Г-подібним LC-фільтром, який складається з індуктивного накопичувача електричної енергії L_1 та ємнісного накопичувача C_1 .

Джерелом енергії для заряду ТАБ є зовнішня мережа змінного струму.

При цьому вхідним ланцюгом зарядного пристрою виявляється випрямляч напруги, сформований на антипаралельних транзисторних ключах напівпровідникових діодах тягового інвертора, включених за схемою Греца або Ларіонова, відповідно для однофазної або трифазної мережі.

Однією з особливостей літій-іонних акумуляторів є відмінність максимальних допустимих значень струму заряду та розряду. Як правило, максимальний допустимий струм заряду, встановлений виробником, виявляється нижче за аналогічний параметр, але в режимі розряду. Наслідком такої особливості стає різниця у потужності тягового інвертора та бортового зарядного пристрою.

На додаток до основного призначення тягового інвертора, запропоноване схемне рішення не виключає можливість реалізації функції коригування коефіцієнта потужності з використанням наявної компоненти бази.

Комутаційний перемикач реалізує можливість відключення електричної машини від вихідного ланцюга тягового інвертора і подальшого підключення зовнішнього джерела електричної енергії для заряду ТАБ. Відповідно до рис. 1 пристрій (3) містить три силові перемикаючі контакти S_1 , S_2 , S_3 . Залежно від режиму роботи тягового інвертора з інтегрованим зарядним пристроєм силові перемикаючі контакти S_1 , S_2 , S_3 забезпечують електричне підключення фаз U_1 , V_1 , W_1 тягової електричної машини (6) або фаз U_2 , V_2 , W_2 зовнішньої трифазної мережі змінного струму (7) до силовим фазним висновків U_0 , V_0 , W_0 інвертор (2).

До складу зарядного пристрою входить блок управління, що керує комутацією напівпровідникових елементів інвертора, зарядного перетворювача та комутаційного перемикаючого пристрою. Блок управління (4) забезпечує формування та трансляцію команд управління зарядним перетворювачем (1), інвертором (2), комутаційним перемикаючим пристроєм (3) каналом зв'язку (8).

ТІЗ може додатково містити силовий висновок мінусової шини постійного струму DC_2 інвертора (2) для забезпечення швидкого заряду тягового накопичувача електроенергії від джерела постійного струму (9). У цьому випадку фазні висновки U_2 , V_2 , W_2 комутаційного перемикаючого пристрою (3) об'єднуються в одну загальну точку і підключаються до позитивного полюса джерела постійного струму (9), при цьому виведення мінусової шини постійного струму DC_2 інвертора (2) підключається до негативного полюса джерела постійного струму (9). Електрична схема зазначеного варіанта представлена на рисунку 2.

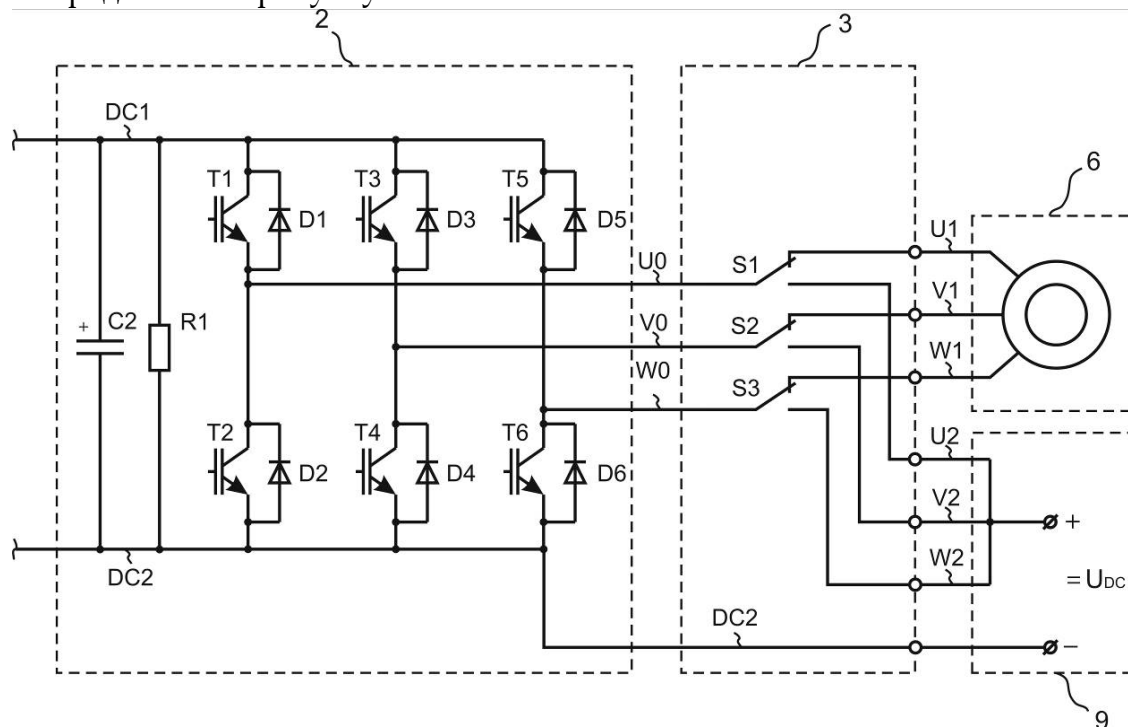


Рисунок 2. – Електрична схема силового ланцюга варіанта зарядного пристрою для використання із зовнішнім джерелом постійного струму

При використанні зовнішньої мережі постійного струму напруга на вході інтегрованого зарядного пристрою дорівнюватиме напруги цієї мережі за винятком падіння напруги паралельно включених діодів $D_1...D_3$.

У режимі руху транспортного засобу тяговий накопичувач електроенергії (5) підключений до вхідного ланцюга зарядного перетворювача (1), при цьому силовий контактор КЗ забезпечує безперешкодне протікання розрядного струму тягового джерела ланцюга інвертора (2), не впливаючи на роботу останнього. Блок (4) управління формує керуючі команди для комутації напівпровідникових елементів $T_1...T_6$ інвертора за певним алгоритмом, зокрема алгоритм синусоїдальної або векторної широтно-імпульсної модуляції. Внаслідок комутації зазначених напівпровідникових елементів здійснюється перетворення постійної напруги тягового джерела струму в регульовану за величиною та частотою змінну напругу для електроживлення та управління електричною машиною (6) у тяговому та гальмівному режимах. При цьому електроживлення фаз U_1, V_1, W_1 обмоток електричної машини здійснюється через нормально-замкнуті силові перемикаючі контакти S_1, S_2, S_3 комутаційного перемикаючого пристрою (3).

У режимі гальмування транспортного засобу діодний міст $D_1...D_6$ здійснює випрямлення трифазної напруги ТЕД у процесі електричного гальмування транспортного засобу та передачу електроенергії до ТАБ.

Під час стоянки транспортного засобу для заповнення заряду тягового накопичувача електроенергії здійснюється підключення зовнішнього джерела до комутаційного пристрою. Ця операція може бути реалізована з використанням спеціалізованих силових роз'ємів та кабелів, передбачених для електричних транспортних засобів. У режимі заряду ПЕ виявляється підключеним до вхідного кола зарядного перетворювача. Блок (4) управління каналом зв'язку (8) подає команду на перемикання силових контактів S_1, S_2, S_3 комутаційного перемикаючого пристрою. В результаті цієї операції зовнішнє джерело трифазного струму виявляється підключеним до силових фазних висновків U_0, V_0, W_0 інвертора. За допомогою напівпровідникових діодів $D_1...D_6$ інвертора здійснюється випрямлення трифазної змінної напруги UAC зовнішнього джерела. Згладжування пульсацій випрямленої напруги забезпечує ємнісний накопичувач С2 інвертора. Блок управління формує і транслює каналом зв'язку керуючі імпульси для комутації напівпровідникового ключа T_7 за алгоритмом широтно-імпульсного регулювання. В результаті забезпечується регулювання зарядного струму ТАБ.

Ємнісний накопичувач C_1 та індуктивний накопичувач L_1 зарядного перетворювача забезпечують фільтрацію постійної напруги в режимі заряду тягового накопичувача електроенергії. Напівпровідниковий діод D_8 забезпечує замкнутий

ланцюг у фазі розряду дроселя і поряд з діодом D_7 покращує умови комутації транзистора T_7 .

Силовий контактор K_3 шунтує зарядний пристрій, забезпечуючи повноцінне використання ємності C_1 разом із C_2 на вході інвертора. Крім того, використання контактора K_3 забезпечує відсутність залежності потужності зарядного пристрою від потужності тягового інвертора (немає необхідності в забезпеченні струмових навантажень в режимі тяги для послідовно з'єднаних елементів зарядного пристрою, таких як L_1 і D_7). При вимкненні тягового перетворювача напруги з інтегрованим зарядним пристроєм ємнісні елементи C_1 і C_2 електрична енергія розсіюється при розряді останніх на резистор R_1 .

Схемне рішення та принцип роботи тягового інвертора з інтегрованим зарядним пристроєм не виключає режиму регулювання заряду тягового накопичувача електроенергії за допомогою комутації напівпровідникових ключів $T_1...T_6$ інвертора. Однак реалізації цієї функції вимагає додаткових індуктивних накопичувачів у фазах інвертора, та забезпечує регулювання виключно у бік підвищення напруги.

При живленні від мережі постійного струму функціонування аналогічно до описаного вище з тим уточненням, що в процесі заряду напівпровідникові діоди D_1, D_3, D_5 (див. рис. 2) інвертора (2) є провідниками зарядного струму при підключенні мінусової шини постійного струму DC_2 інвертора негативному полюсу джерела, а напівпровідникові діоди D_2, D_4, D_6 - при підключенні плюсової шини постійного струму інвертора DC_1 до позитивного полюса джерела.

Представлене рішення відрізняють: можливість роботи з електричними машинами змінного струму різного типу та виконання, відсутність у системі тягового електрообладнання двох електричних машин та інверторів для забезпечення заряду тягового накопичувача електроенергії, відносна простота програмної та апаратної реалізації алгоритму перетворення енергії, можливість використання для заряду тягового накопичувача електроенергії трифазних мереж змінного струму, збільшення потужності та швидкості заряду тягового накопичувача електроенергії транспортного засобу при зниженні навантаження на зовнішні джерела струму, що використовуються (порівняно з однофазними схемами тієї ж потужності), можливість використання потужних мереж постійного струму (для прискореного поповнення енергії), покращені масогабаритні показники та економічна ефективність системи тягового електроустаткування.

Список літератури

1. Tremblay, O., Dessaint, L.-A. "Experimental Validation of a Battery Dynamic Model for EV Applications." World Electric Vehicle Journal. Vol. 3 - ISSN 2032-6653 -© 2009 AVERE, EVS24 Stavanger, Norway, May 13 - 16, 2009.

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

2. Tang L. and. Su G. J, "A low-cost, digitally-controlled charger for plug-in hybrid electric vehicles," in Proc. IEEE Energy Convers. Congr. Expo., Sep. 2009.
3. Singh B., Singh B. N., Chandra A., Al-Haddad K., Pandey A., and Kothari D. P. A review of single-phase improved power quality AC–DC converters IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 50, no. 5, pp. 962–981, Oct. 2003.
4. Shi L., Meintz A., and Ferdowsi M. Single-phase bidirectional ac-dc converters for plug-in hybrid electric vehicle applications. in Proc. IEEE Veh. Power Propulsion Conf., Sep. 2008, pp. 1–5.

**КОНЦЕПЦІЯ ТЯГОВОГО ІНВЕРТОРА З ІНТЕГРОВАНИМ
ЗАРЯДНИМ ПРИСТРОЄМ**

д.т.н., професор Калінін Є.І.

У роботі запропоновано принципову електричну схему силової частини тягового перетворювача напруги з інтегрованим зарядним пристроєм.

Ключові слова: тяговий інвертор, зарядний пристрій, змінний струм

CONCEPT OF TRACTION INVERTER WITH INTEGRATED CHARGING DEVICE

Ph.D., professor Kalinin E.I.

The robot is based on the principle of an electrical circuit of the power part of a traction voltage converter with an integrated charger.

Key words: traction inverter, charging device, changeable strum

ОСНОВИ РОБОТИ БЕЗПЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ

асистент Кулібаба Н.І.

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

Очевидно, що найближчим часом безпілотний автомобіль стане масовим явищем, проте перед цим ще необхідно вирішити чимало питань.

Безпілотний автомобіль – транспортний засіб, обладнаний системою автоматичного керування, який може пересуватись без участі людини.

Розглянемо головні переваги та недоліки таких автомобілів. Переваги: 1. Зниження випадків ДТП та постраждалих. 2. Економія часу, що витрачається на водіння; дозволяє відпочивати чи займатися іншими справами у дорозі. 3. Зниження вартості транспортування вантажів за допомогою економії заробітної плати водіїв.

Так само виняток перевищення швидкості та заборона водіння у нетверезому вигляді. Автомобіль не дозволить водієві сісти за кермо, якщо той перебуває у нетверезому стані.

Допомога службам швидкої допомоги та скорочення обсягу та кількості пробок у мегаполісах: машини навчатимуться «спілкуватися» один з одним. Багато постраждалих дорожньо-транспортних пригод помирають до надходження до лікарні через те, що лікарі не встигають вчасно доїхати до хворого або довести його до лікарні. Поліпшення роботи служб швидкої допомоги збільшує шанси вижити тим, хто потрапив у ДТП, і дозволить уникнути тривалого лікування травм та інвалідності.

Згідно з дослідженнями вчені з'ясували, що завдяки масовому використанню безпілотних автомобілів буде знижено кількість ДТП на 90% і врятовано життя тисяч людей. Поки що на рахунку лише одна аварія, винуватцем якої виявився комп'ютер. Також зараз існують такі фури, в яких є автопілот.

Щоправда, містом рухатися таким величезним машинам ще не довіряють. І тому далекобійники виїжджають на трасу самостійно і потім переходять на автопілот і спокійно відпочивають від 200 кілометрів. Незабаром такі автомобілі взагалі замінять далекобійників. Виходячи з цього, варто зауважити, що ціна за вантажоперевезення справді буде нижчою, ніж зараз.

Багато детекторів наділяє безпілотні автомобілі надлюдськими здібностями. Система, що забезпечує безпілотне керування автомобіля, включає набір сенсорів, які забезпечують зором машину, відеокамери, радари, бортовий обчислювальний пристрій, який обробляє сигнал, одержуваний з цих датчиків. На цьому пристрої формується дорожня сцена, тобто встановлюються об'єкти, що знаходяться довкола автомобіля. Виходить деяка картинка, в центрі якої знаходиться автомобіль, навколо нього знаходяться різні об'єкти: будинки, інші автомобілі, дорожні знаки, пішоходи, розмітка, тобто все, що потрібно знати для того, щоб автомобіль міг надалі

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

орієнтуватися в просторі: їхати прямо, перебудуватися, пригальмувати, вжити будь-яких дій, щоб людину довести з точки А до точки Б, дотримуючись всіх правил дорожнього руху і, при цьому, не потрапивши в ДТП.

Якщо один із детекторів виявив, що є перешкоди, далі починається оцінка ступеня небезпеки цієї перешкоди, яка знаходиться на траєкторії руху та оцінюється час до зіткнення. У напіваавтоматичному режимі комп'ютер сповіщає водія, що попереду небезпека і треба пригальмувати, якщо водій не реагує, то машина починає гальмувати самостійно.

Зазвичай встановлювані датчики: LIDAR – далекомір оптичного розпізнавання; Система стереогляду; Система глобального позиціонування (GPS, Глонасс); Гіростабілізатор; Програмне забезпечення безпілотного автомобіля може включати машинний зір та нейромережі.

Деякі системи покладаються на інфраструктурні системи (наприклад, вбудовані в дорогу або біля неї), але більш просунуті технології дозволяють імітувати присутність людини на рівні прийняття рішень про зміну положення керма та швидкості завдяки набору камер, сенсорів, радарів та систем супутникової навігації.

Наразі немає повністю безпілотних автомобілів, які готові до промислового виробництва та які можна випускати на дороги загального користування. Тобто всі ці автомобілі поки є прототипами, які розробляються, на яких відпрацьовуються технології. Цілком реально безкоштовні автомобілі з'являться, наприклад, у 2025 році, коли будь-яка людина сяде у свій автомобіль, вкаже маршрут і зможе поїхати. Років через 15-20 буде важко зустріти машину, яка керуватиметься людьми. І навіть машини, які будуть керуватися людьми будуть визнаватися небезпечними, тому що людина не найкращий водій, людина може втомлюватися, людина може погано почуватися, бути в поганому настрої.

Список літератури

1. Безпілотний автомобіль [Електронний ресурс] / - Режим доступу: https://ua.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_автомобіль

ОСНОВИ РОБОТИ БЕЗПЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ

асистент Кулібаба Н.І.

Безпілотний автомобіль – транспортний засіб, обладнаний системою автоматичного керування, який може пересуватись без участі людини.

Ключові слова: безпілотний автомобіль, дорожня пригода, людина

BASICS OF AUTOMOBILE CAR

assistant N.I. Kulibaba

An unmanned vehicle is a transport system equipped with an automatic parking system that can change seats without human intervention.

Key words: driverless car, road safety, people

СУЧАСНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

к.т.н., доцент Славич В.П., Савченко М.О.

Херсонський національний технічний університет

м. Херсон, Україна

Серед сучасних систем управління світлофорами на перехрестях зустрічаються такі, що дозволяють змінювати параметри світлофорного циклу в залежності від початкових умов. Розробка таких моделей є важливим і актуальним завданням для управління автотранспортним потоком на регульованих перехрестях.

Метою роботи є розробка моделі управління світлофорною сигналізацією, яка здатна змінювати параметри роботи світлофору в залежності від наступних критеріїв: фіксованої кількості автомобілів, яка здатна проїхати за час горіння зеленого сигналу світлофора, та фіксованої кількості машин, яка накопичується під час горіння червоного сигналу.

Розглянемо класичне Х образне перехрестя, застосуємо до нього дискретну клітинкову модель, тоді перехрестя буде представляти собою сукупність клітинок по яким рухаються автомобілі, причому кожна клітинка буде мати два стани, які відповідно будуть позначатися пустою клітинкою, якщо в ній автомобільне не знаходиться, та зафарбованою клітинкою, якщо автомобіль в ній знаходиться (рис.1).

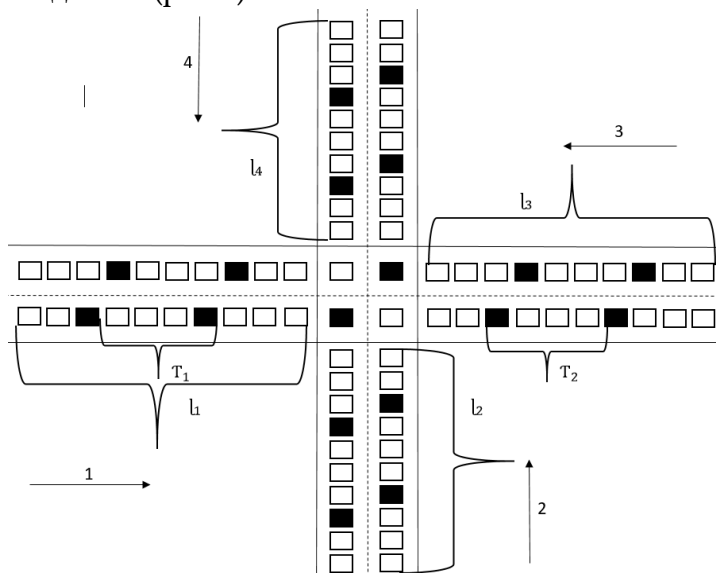


Рисунок 1. Дискретна модель перехрестя

На перехресті, що має чотири підходи, автомобілі прибувають з різною частотою. Це регульоване перехрестя зі світлофорною сигналізацією, яка працює у звичайному двофазному режимі.

Встановимо, як тривалість горіння зеленого сигналу на світлофорі залежить від параметра k – кількості транспортних засобів, які можуть проїхати під час горіння зеленого сигналу. Параметр k буде загальним для всіх чотирьох підходів.

Таким чином, тривалість світлофорного циклу, за умови, що за час горіння зеленого сигналу буде проїжджати не менше k автомобілів на будь-якому з 4 підходів, буде визначатись наступною залежністю:

$$T_{\text{ц}}(k) = \max[(L_1 + 1) + (k - 1) \cdot T_1 ; \\ (L_3 + 1) + (k - 1) \cdot T_3] + \\ + \max[(L_2 + 1) + (k - 1) \cdot T_2 ; (L_4 + 1) + (k - 1) \cdot T_4],$$

де Δt – час, за який в систему прибуває один новий автомобіль;

$T_1 - T_4$ – інтервали між машинами відповідно для кожного з підходів;

$L_1 - L_4$ – кількість клітинок від початку мережі до центру перехрестя для кожного з підходів.

Список літератури

1. Павленко О.В., Шрампко Н.Ю., Северін О.О., Горбачов П.Ф., Калініченко О.П. Математичні методи оптимізації транспортних процесів: навчальний посібник. – Харків: Видавництво ЗНАДУ, 2008. – 204 с.
2. Поліщук В.П. Організація та регулювання дорожнього руху / за заг. ред. В. П. Поліщука; О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін. – К., 2014. – 467 с.
3. Славич В.П., Дербеденев А.В. Модель функціонування транспортного затору та визначення часу його подолання // Вісник ХНТУ. – 2019. - №2(69). – С. 169 – 173.
4. Славич В.П. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при заданих параметрах світлофорного регулювання // Проблеми інформаційних технологій. – 2014. - №02(016). – С.122 – 124.
5. Farzaneh M. Modeling traffic dispersion / M. Farzaneh, H. Rakha / Virginia Polytechnic Institute and State University. – November 2005. – 139 p.

СУЧАСНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

к.т.н., доцент Славич В.П., Савченко М.О.

Розроблено модель управління світлофорною сигналізацією, яка здатна змінювати параметри роботи світлофору в залежності від наступних критеріїв: фіксованої кількості автомобілів, яка здатна проїхати за час горіння зеленого сигналу світлофора, та фіксованої кількості машин, яка накопичується під час горіння червоного сигналу.

Ключові слова: дорожній рух, система управління автотранспортним потоком.

MODERN MODELS OF MOTOR VEHICLE TRAFFIC MANAGEMENT

candidate of technical sciences, associate professor Slavych V.P., Savchenko M.O.

A traffic light control model has been developed, which is able to change the parameters of the traffic light depending on the following criteria: a fixed number of cars that can pass during the time the green signal of the traffic light is burning, and a fixed number of cars that accumulates during the burning of the red signal.

Key words: road traffic, traffic flow management system.

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ШАРУВАТОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

д.т.н., професор Сметанкіна Н.В.,

*Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
м. Харків, Україна*

к.т.н., доцент Місюра С.Ю.,

*Національний технічний університет «ХПІ»
м. Харків, Україна*

к.т.н., доцент Місюра Є.Ю.,

*Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця
м. Харків, Україна*

Забезпечення ефективної та безпечної експлуатації спецтехніки є однією з найважливіших задач під час ліквідації наслідків техногенних аварій [1, 2]. Для вирішення цієї задачі необхідно забезпечити міцність скління кабін основних і спеціальних пожежних автомобілів як однієї з найуразливіших частин техніки [3, 4]. Характерною особливістю експлуатації спецтехніки є робота поблизу пожеж і вибухонебезпечних об'єктів, що може призвести до впливу значних силових і температурних навантажень. Особливо небезпечною є робота поруч із вибухонебезпечними об'єктами, оскільки під час вибуху на спецтехніку діють короточасні навантаження великої інтенсивності [5, 6].

Пожежні автомобілі призначені для доставки особового складу, гасіння пожеж і проведення рятувальних робіт. Як правило, пожежні автомобілі виробляють на базі шасі наявних вантажівок. За площею скління займає значну поверхню кабін 1,8-2,6 м². На багатоцільових автомобілях, як правило, присутні по два великих вітрових вікна, розділених центральною стійкою віконного прорізу. Найбільше застосування в кабінах знайшли плоске скло. Скління кабін складається з загартованих одношарових або тришарових стекол. Закріплення вітрових стекол і стекол задньої панелі в прорізах здійснюється за допомогою гумового ущільнювача, який фіксується по периметру закладки замком із полімерного матеріалу або гуми. Створення захисного скла для спецтехніки потребує комплексного підходу і не допускає спрощеного розв'язання задачі за рахунок звичайного наклеювання багатошарової полімерної плівки на скло.

Метою роботи є розробка ефективних методів розрахунку міцності безпечного багатошарового скління спецтехніки під час дії нестационарних температурних полів.

Шарувате скління спецтехніки розглядається як багатошарова пластина з неканонічною формою плану, яка зібрана з шарів постійної товщини. На зовнішніх поверхнях пластини відбувається конвективний теплообмін. Між шарами знаходяться міжшарові плівкові джерела тепла. Рівняння теплопровідності та граничні умови на зовнішніх поверхнях пластини отримуємо з варіаційного рівняння теплового балансу. Щоб

тривимірну задачу теплопровідності звести до двовимірної задачі, температуру в шарах і на бічній поверхні, а також питомі потужності внутрішніх джерел тепла подаємо у вигляді розкладів у ряди за поліномами Лежандра. Поставлена задача розв'язується методом занурення [7]. Деформування пластини описується в рамках уточненої теорії, що враховує деформації поперечного зсуву й обтиснення матеріалу шарів за товщиною [8]. Метод розв'язання задачі термопружності аналогічний методу розв'язання задачі теплопровідності.

Для деяких типів спецтехніки проведено чисельне дослідження температурних полів і напружень у шарах тришарового скління автомобілів. Встановлено, що температура руйнування багатошарового скління становить 350°C. Якщо температура перевищує це значення, необхідно використовувати спеціальні пожежні танки або багатоцільові легкі броньовані тягачі, в яких склоблоки обладнано броньовими кришками.

Список літератури

1. Sierikova O., Strelnikova E., Gnitko V., Degtyarev K. Boundary calculation models for elastic properties clarification of three-dimensional nanocomposites based on the combination of finite and boundary element methods. *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, 2021, P. 351–356.
2. Smetankina N.V., Postnyi O.V., Misura S.Yu., Merkulova A.I., Merkulov D.O. Optimal design of layered cylindrical shells with minimum weight under impulse loading. *2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*, 2021, P. 506–509.
3. Сметанкіна Н.В., Шупіков О.М., Угримов С.В. Математичне моделювання процесу нестационарного деформування багатошарового оскління при розподілених та локалізованих силових навантаженнях, *Вісник Херсонського національного технічного університету*, № 3(58), 2016, С. 408–413.
4. Smetankina N., Semenets O., Merkulova A., Merkulov D., Misura S. Two-stage optimization of laminated composite elements with minimal mass. *Smart Technologies in Urban Engineering. STUE-2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 536, 2023, Springer, Cham, P. 456–465.
5. Smetankina N., Postnyi O. Nonstationary heat conduction in multilayer glazing subjected to distributed sources. *Informatyka, Automatyka, Pomiary w Gospodarce i Ochronie Środowiska*, Vol. 10, No 2, 2020, P. 28–31.
6. Hontarovskiyi P.P., Smetankina N.V., Ugrimov S.V., Garmash N.H., Melezhyk I.I. Computational studies of the thermal stress state of multilayer glazing with electric heating. *Journal of Mechanical Engineering – Problemy mashynobuduvannia*, Vol. 25. No. 2, 2022, P. 14–21
7. Malykhina A.I., Merkulov D.O., Postnyi O.V., Smetankina N.V. Stationary problem of heat conductivity for complex-shape multilayer plates. *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University. Series “Mathematical modeling. Information technology. Automated control system”*, Vol. 41, 2019, P. 46–54.

8. Smetankina N., Merkulova A., Merkulov D., Misura S., Misiura Ie. Modelling thermal stresses in laminated aircraft elements of a complex form with account of heat sources. *ICoRSE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 534, 2023, Springer, Cham, P. 233–246.

АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ШАРУВАТОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

д.т.н., професор Сметанкіна Н.В.,

к.т.н., доцент Місюра С.Ю.,

к.т.н., доцент Місюра Є.Ю.,

Розроблено метод розрахунку параметрів термонапруженого стану шаруватого скління спеціальної автомобільної техніки під впливом теплових навантажень. Проведено чисельне дослідження температурних полів і напружень у шарах тришарового скління.

Ключові слова: пожежний автомобіль, триплекс, температурне поле, міцність.

STRENGTH ANALYSIS OF LAMINATED GLAZING OF SPECIAL AUTOMOTIVE EQUIPMENT UNDER THERMAL LOADS

DSc, Professor Smetankina N.V.,

Ph.D., Associate Professor Misiura S.Yu.,

Ph.D., Associate Professor Misiura Ie.Iu.

A method for calculating the parameters of the thermal stress state of laminated glazing of special automotive equipment under the influence of thermal loads has been developed. A numerical study of temperature fields and stresses in the layers of triplex glazing has been carried out.

Key words: fire truck, triplex, temperature field, strength.

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ СТОП–СТАРТ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Шакуров Д.А.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Особливий інтерес у рішенні проблеми витрати палива представляє система стоп-старт, що застосовується як у складі гібридної силової установки АТЗ, так і на автомобілях традиційної конструкції з ДВЗ.

Система стоп-старт призначена для економії палива, зниження шкідливих викидів та шуму за рахунок скорочення часу роботи двигуна на холостому ході. Як показує практика експлуатації автомобіля в сучасних міських умовах експлуатації, режим холостого ходу становить понад 45% від загального часу роботи двигуна. Це визначається частими зупинками на світлофорах, перебуванням у пробках тощо.

Донедавна система стоп-старт застосовувалася в основному на гібридних автомобілів. Сьогодні ситуація докорінно змінюється.

Практично всі провідні виробники легкових автомобілів мають своєму модельному ряду автомобілі, обладнані цією системою.

Принцип роботи системи стоп-старт полягає у вимкненні двигуна при зупинці автомобіля та його швидкому запуску при натисканні на педаль зчеплення (механічна коробка передач) або відпускання педалі гальма (автоматична коробка).

Конструктивно система стоп-старт об'єднує пристрій, забезпечує багаторазовий та миттєвий пуск двигуна та систему управління.

Існує кілька способів реалізації функції багаторазового пуску двигуна:

- посилений стартер;
- реверсивний генератор (стартер-генератор);
- впорскування палива в циліндри та займання суміші.

Найпростішим і найнадійнішим з погляду конструкції є система стоп-старт фірми Bosch. Система стоп-старт встановлюється на автомобілі BMW, Audi та забезпечує зниження споживання палива та шкідливі викиди до 8%.

Оснву системи складає спеціальний стартер, розрахований на велика кількість пусків двигуна та має збільшений термін служби. Стартер обладнаний посиленним малошумним механізмом приводу, що гарантує швидкий, надійний і безшумний запуск двигуна.

Система управління здійснює зупинку та пуск двигуна, а також контроль заряду акумулятора. Як і всі сучасні електронні системи управління, вона включає вхідні датчики, блок управління та виконавчі пристрої.

До вхідних датчиків відносяться датчик частоти обертання колінчастого вала, датчик положення педалі зчеплення (положення педалі гальма), датчик акумуляторної батареї, а також датчики системи керування впорскування палива. Свого електронного блоку система не

має, а використовує блок керування двигуном, де встановлено відповідне програмне забезпечення. Виконавчими пристроями системи є форсунки системи впорскування, котушки запалювання, стартер.

Робота системи стоп-старт здійснюється наступним чином. При зупинки автомобіля перед світлофором або в пробці система, на підставі сигналу датчика частоти обертання колінчастого валу, зупиняє двигун. Живлення споживачів електроенергії здійснюється від акумуляторної батареї. При натисканні педалі зчеплення (відпускання педалі гальма на автомобілі з автоматичною коробкою передач) система активує стартер та здійснює запуск двигуна. Надалі цикл зупинки та запуску двигуна триває.

Якщо заряд акумулятора виявляється нижче заданого мінімального значення, система на підставі сигналу відповідного датчика вимикається. Увімкнення системи здійснюється після заряджання акумуляторної батареї. Система може бути примусово відключена з за допомогою спеціальної кнопки на панелі приладів.

Аналогічну конструкцію має система стоп-старту Kia Motors. Основна відмінність даної системи полягає в управлінні автомобільним генератором. Так, при високому навантаженні на двигун для зниження споживання палива генератор відключається, при гальмуванні генератор включається, і провадиться підзарядка акумуляторної батареї.

При зменшенні ступеня зарядженості акумулятора нижче 75% система вимикається. Система вимикається також під час використання кондиціонера.

Система стоп-старт, що випускається фірмою Valeo, у своїй роботі використовує реверсивний генератор. Система встановлюється на автомобілях Citroen, Mercedes і дозволяє знизити витрату палива до 10%.

Реверсивний генератор є електричною машиною змінного струму, яка в залежності від умов може виконувати функції генератора та стартера. Роботу реверсивного генератора забезпечує спеціальний приводний ремінь та спеціальний пристрій, що дозволяє передавати зусилля у двох напрямках. Реверсивний генератор безшумно працює і має менший час запуску в порівнянні з традиційним стартерним електродвигуном (удвічі менше).

Управління системою здійснюється за допомогою окремого електронного блоку, який взаємодіє із блоком управління двигуном. Склад вхідних датчиків аналогічний іншим системам стоп-старт.

Подальшим розвитком цієї системи є використання рекуперативного гальмування для створення додаткової енергії та зниження витрати палива.

Список літератури

1. Кубіч В.І. Гібридні силові установки легкових автомобілів : навчальний посібник. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 193 с.

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ СТОП–СТАРТ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Шакуров Д.А.

Розглянуто рішення проблеми витрати палива на прикладі системи стоп-старт, визначено подальший розвиток цієї системи.

Ключові слова: старт-стоп, витрата палива, реверсивний генератор, автомобіль, гібридна силова установка.

MAIN FEATURES OF THE STOP-START SYSTEM

associate professor Shevchenko I., master's student Shakurov D.

The solved problem of fuel consumption was considered using the example of the stop-start system, and the further development of this system was determined

Key words: start-stop, fuel consumption, reversible generator, car, hybrid power plant.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОХІДНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Стародуб І.М.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Із конструктивних параметрів автомобіля найбільш істотний вплив на прохідність по м'яким ґрунтам здійснюється конструкція рушія, що характеризується числом і схемою розміщення коліс, розмірами і формою шини, конструкції протектора шин.

Вплив зовнішнього діаметра шини. На твердій поверхні при збільшенні зовнішнього діаметра шини підвищується довжина і відповідно площа поверхні контакту, незначно знижується тиск на дорогу, що підвищує зчеплення шини з ґрунтом і знижує пробуксовку. На м'якому ґрунті збільшення зовнішнього діаметра шини в більшості випадки не призводять до збільшення, а навіть до зменшення довжини контакту внаслідок меншого занурення колеса в ґрунт. Останнє пояснюється більш рівномірним розподілом тисків у шині з великим зовнішнім діаметром.

Зчеплення колеса з ґрунтом при зміні зовнішнього діаметра шин змінюється по-різному в залежності від властивості ґрунту. Якщо зчіпні властивості ґрунту зростають у міру занурення в ґрунт, то при збільшенні зовнішнього діаметра сила зчеплення зменшується; якщо зчіпні властивості ґрунту не змінюються по глибині, то, як правило, при збільшенні зовнішнього діаметра сила зчеплення колеса з ґрунтом зростає за рахунок більш рівномірного розподілу тисків та векторів дотичних сил у контакт. Опір ґрунту коченню колеса зі збільшенням зовнішнього діаметра шин знижується на усіх видах ґрунту. Зниження коефіцієнта f відбувається як за рахунок зменшення глибини колії (внаслідок чого зменшуються робота на деформацію ґрунту, тобто одна зі складових опор коченню), так і за рахунок зниження бульдозерної дії. Чим м'якше ґрунт і більше нерівностей, тим ефективніший вплив зовнішнього діаметра. Висота долаємих перешкод і допустима для руху глибина колії збільшуються пропорційно до радіусу колеса.

При збільшенні діаметра зменшується кількість циклів навантаження елементів шини на певному шляху, відповідно, підвищується допустима по нагріванню швидкість руху. До негативних наслідків збільшення зовнішнього діаметра шини слід віднести значне збільшення маси та моменту інерції колеса, підвищення центру важкості машини.

Вплив ширини профілю шини. Збільшення тільки ширини профілю шини призводить до збільшення ширини контакту без зміни його довжини. При цьому площа контакту зростає майже пропорційно до ширини профілю. Максимально допустима деформація шини не змінюється. Подолання вертикальних перешкод практично не покращується. Допустима для руху глибина колії також не змінюється. Опір кочення коліс по м'якому ґрунту при цьому визначає зміна як глибини, так і ширини колії. У

більшості випадків при збільшенні ширини профілю шини переважає значне зменшення глибини колії, і тому опір коченню знижується.

Зчеплення коліс з ґрунтом при збільшенні зазвичай зростає в відповідно до збільшення площі контакту та значення внутрішнього зчеплення в ґрунті. Виняток становлять ґрунтові поверхні з різко неоднорідними властивостями. Наприклад, глиняста ґрунтова поверхня після дощу, на якому зниження тисків іноді призводить до зменшення зчеплення.

За умови рівності об'ємів коліс збільшення ширини профілю по порівняно зі збільшенням зовнішнього діаметра значно ефективніше на заболоченому ґрунті, має незначну перевагу на суглинці та гірші результати на снігу.

Шини з радіальним кордом забезпечують автомобілю кращі показники як на ґрунтах, що деформуються, так і на дорогах з твердим покриттям.

Поліпшення показників прохідності обумовлено переважно меншими внутрішніми втратами в шині і меншими питомими тисками коліс у контакті з ґрунтом за рахунок невисокої радіальної жорсткості.

На експлуатаційні якості колеса суттєво впливають такі параметри протектора: відносна ширина, протектора (розміри та форма ґрунтозачепів та западин). Характер впливу цих властивостей радіус кривизни; коефіцієнт насиченості протектора; малюнок різний залежно від дорожньо-ґрунтових умов.

На м'якому ґрунті протектор повинен, перш за все, забезпечувати якомога більшу силу зчеплення в поздовжньому напрямку при мінімальному буксуванні.

У важких ґрунтових умовах опорна прохідність повнопривідних та неповнопривідних автомобілів з однаковими масою та числом осей практично непорівнянна. На більшості пухких, особливо вологих суглинчастих ґрунтах, неповнопривідні автомобілі повністю втрачають свою прохідність, тоді як повнопривідні у разі шин із протектором високої прохідності при регулюванні тиску повітря в них пересуваються впевнено, із суттєвим запасом сили тяги зі зчеплення. І навіть у рівних умовах, тобто. з тими ж шинами та системою регулювання тиску в них, неповнопривідні на деформованих ґрунтах і сніговій ціліні поступаються повнопривідним у кілька разів, а опір коченню у них виявляється вищим у 1,5 рази і більше.

Список літератури

1. Будова автомобіля: Навчальний посібник. А.І. Панченко, А.А. Волошина, О.В. Болтянський, І.І. Мілаєва, І.А. Панченко, А.А. Волошин. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОХІДНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Стародуб І.М.

Визначено, що прохідність автомобілів по м'яким ґрунтам підвищують в основному, збільшуючи розміри шин або число коліс.

Ключові слова: автомобіль, число коліс, розмір шини, прохідність, конструктивні фактори, експлуатаційні фактори.

INFLUENCE OF DESIGN AND OPERATIONAL FACTORS ON VEHICLE PERFORMANCE

associate professor Shevchenko I., master's student Starodub I.

It was determined that the passability of cars on soft soils is increased mainly by increasing the size of tires or the number of wheels.

Key words: car, number of wheels, tire size, passability, design factors, operational factors.

СТАН ЗАВДАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ

д.т.н., професор Мигаль В.Д., к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістри Чижов С.Б.,
Калініченко В.І.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Підвищення техніко-економічних показників електродвигунів пов'язане з вирішенням численних задач щодо удосконалення якості їх проектування, виробництва, експлуатації та ефективності методів контролю. Аналіз існуючих методів діагностики показує, що найбільш ефективним методом контролю якості проектування, виготовлення та експлуатації електродвигунів є вібраційні методи.

Віброакустична діагностика забезпечує вирішення 90% діагностичних задач для більшості машин і надійність результатів аналізу та прогнозування більш ніж у 9 з 10 випадків. За рівнем вібрації електродвигунів можна визначити дефекти проектування та виготовлення, а також їх несправності під час експлуатації. Висока універсальність, чутливість та вибірковість вібраційних сигналів дозволяють виявляти окремі дефекти та залежності між механічними, поточковими, магнітними та електричними системами. Властивості вібраційних сигналів швидко реагувати на зміни технічного стану електродвигунів дозволяють спостерігати і порівнювати в реальному часі реакцію всіх компонентів структурного, функціонального і динамічного стану електродвигунів на зміни в конструкції, технології виготовлення та збирання, робочих процесах, регулювальних роботах, кореляційну залежність дефектів і несправностей електродвигуна [1].

Тому вібраційні характеристики приймаються за критерій оцінки якості електродвигунів. Рівні вібрації, які перевищують допустимі значення, прискорюють процеси зношування та пошкодження деталей машин у пропорційній залежності від величини перевищення.

При конструюванні тягових електродвигунів, визначення технічного рівня прийнятих рішень щодо створення електродвигуна, що відповідає заданій нормі вібрації, здійснюється на основі вібраційних характеристик.

Для контролю якості проектування різних типів електродвигунів за параметрами вібрації розроблені стандарти, такі як ISO 10816-1-97, ISO 2372-74, ISO 3945-85, РД 1620-89.

Основні недоліки цих стандартів полягають у нормуванні вібрації за віброшвидкістю та піковим значенням вібропереміщення на окремих частотах або ділянках спектру, а не на всьому спектрі, що створюється електродвигуном (рис. 1) [1]. Контроль вібрації на обмежених ділянках спектру вібрації не дозволяє оцінити вплив всіх основних джерел вібрації на технічний стан, обмежує можливості дослідження конструкції та технологічних процесів

виробництва електричних машин. Розроблені методи контролю вібрації електричних машин за віброшвидкістю недостатні для типізації методів випробувань та оцінки якості тягових електродвигунів за віброприскоренням.

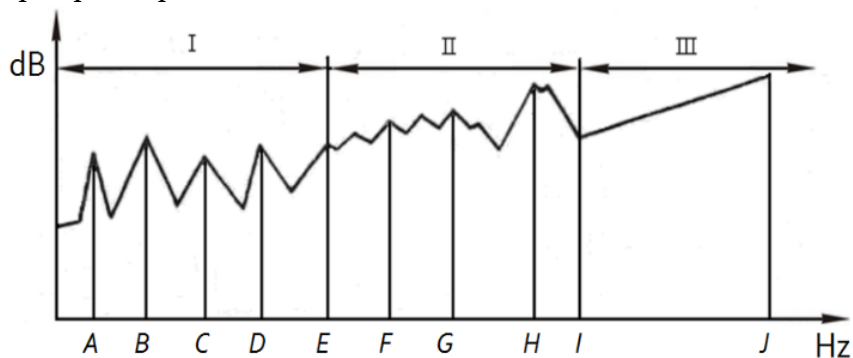


Рисунок 1. Повний спектр вібрації електродвигуна на підшипниках качення

На рис. 1 зображено: пік А – на частоті обертання від нерівноваженості частин, що обертаються; пік В – на подвійній частоті обертання; пік С – на частоті живлення; пік D – на подвійній частоті живлення; E-G – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, що збуджується підшипниками качення (до 1250 Гц); пік F – на частотах, що збуджують аеродинамічні сили; пік H – на частоті, що збуджується зубцевим полем; область F-H – широка смуга спектра максимальних рівнів вібрації, що збуджується механічними та магнітними джерелами і викликає резонансні явища в деталях та вузлах; область F-J – збільшення рівня вібрації, яке зумовлене погіршенням параметрів змащування та зносом поверхонь качення; область спектру I-J – рівні вібрації, зумовлені резонансними явищами, силами тертя та зносом підшипника (I = 10-20 кГц, J = 30 кГц).

Можливості оцінки інтенсивності вібрації за віброшвидкістю (як діагностичного параметра) обмежені частотним діапазоном до 1000 Гц. Вибір віброприскорення як контрольованого параметра має кілька переваг, одна з яких полягає у тому, що віброприскорення (в дБ) є показником діагностичного навантаження, яке діє на деталі в широкому діапазоні частот від 5 Гц до 10-20 кГц.

Список літератури

1. Мигаль В.Д., Аргун Щ.В. Вібраційна діагностика машин, проектування, виготовлення, експлуатація: монографія. Харків: Мачулін, 2024. 441 с.

**СТАН ЗАВДАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ
АВТОМОБІЛІВ**

д.т.н., професор Мигаль В.Д., к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістри Чижов С.Б.,
Калініченко В.І.

Показані переваги контролю якості електродвигунів по параметрам віброприскорення в
дБ, в діапазоні частот від 5 Гц до 10-20 кГц.

Ключові слова: тяговий електродвигун, віброприскорення, віброакустична діагностика,
ефективність, автомобіль.

**STATUS OF TASKS REGARDING IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE
QUALITY ASSESSMENT METHODS OF CAR ELECTRIC TRACTION MOTORS**

Ph.D., professor Myhal V.D., Ph.D., associate professor Shevchenko I.O., master's students
Chyzhov S., Kalinichenko V.

The advantages of quality control of electric motors by vibration acceleration parameters in dB,
in the frequency range from 5 Hz to 10-20 kHz, are shown.

Key words: traction electric motor, vibration acceleration, vibroacoustic diagnostics, efficiency,
car.

СПОСІБ КРІПЛЕННЯ ВІБРОПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА СТЕНДІ

д.т.н., професор Мигаль В.Д., магістранти Гадяцький М.С, Козир Д.М., Колеснік О.П.
Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна

Спосіб встановлення двигуна на лапах на віброізолятори типу АКСС, точки і напрями вимірювання вібрації фланцевих електродвигунів представлені на рис. 1. Віброізолятори АКСС підбирають з таким розрахунком, щоб частота вільних коливань знаходилась в межах $0,5 > f_c > 2,5$ частоти обертання двигуна.

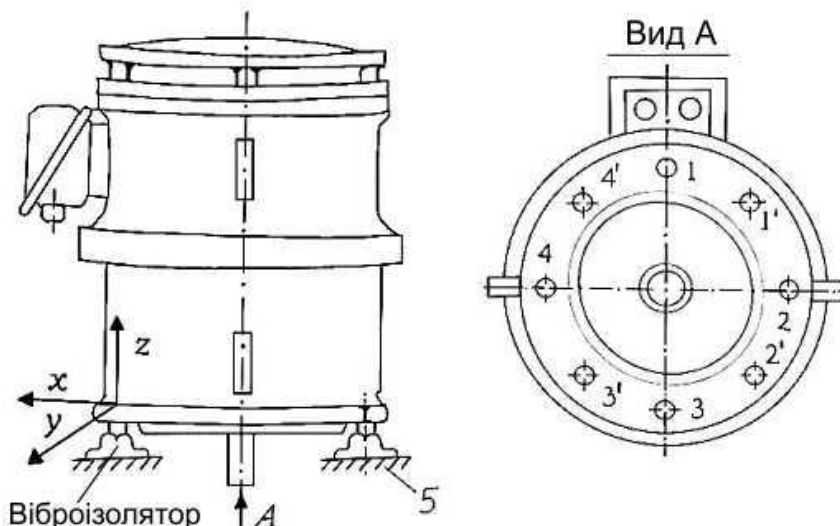


Рисунок 1. Спосіб встановлення електродвигуна на віброізолятори і точки вимірювання вібрації: 1, 2, 3, 4 – точки кріплення віброізоляторів; 1', 2', 3', 4' – точки вимірювання вібрації; x, y, z – напрями вимірювання вібрації; 5 – стенд випробування електродвигунів

Кріплення електродвигуна на віброізоляторах здійснювалось спеціальними пристроями і гвинтами (рис. 1) для встановлення та кріплення віброперетворювача.

Віброперетворювач типу 4376, встановлювався на головці гвинта (6, рис. 2), що кріпить двигун до віброізолятора. Кріплення віброперетворювача здійснювалось спеціальною гайкою 4 (рис. 2) з заданим зусиллям затягування. Таке кріплення віброперетворювача виключало вплив способу кріплення на достовірність вимірювання вібрації, що збуджується електродвигуном.

Розроблено кріплення віброперетворювача має переваги у порівнянні зі способами, що рекомендовані, особливо при серійному виробництві. Першою перевагою кріплення (рис. 2) є виключання завад у вимірах вібрації за рахунок електроізоляції віброперетворювача (5, рис. 2).

Другою перевагою є виключення багаторазового зняття та встановлення віброперетворювача при зміні точок контролю вібрації. Віброперетворювач кріпиться до переходника 3 (рис. 2), що забезпечує зняття не віброперетворювача, а переходника, шляхом відкручування накладної гайки 4. Такий спосіб дозволяє виключити деформацію основи віброперетворювача, забезпечити оптимальний крутний момент загвинчування віброперетворювача на закріплену шпильку 2, контролювати систему кріплення деталей 1-5 віброметричною апаратурою. Таке кріплення сприяє збереженню оптимальних експлуатаційних характеристик широкої робочої частоти і динамічного діапазону віброперетворювача.

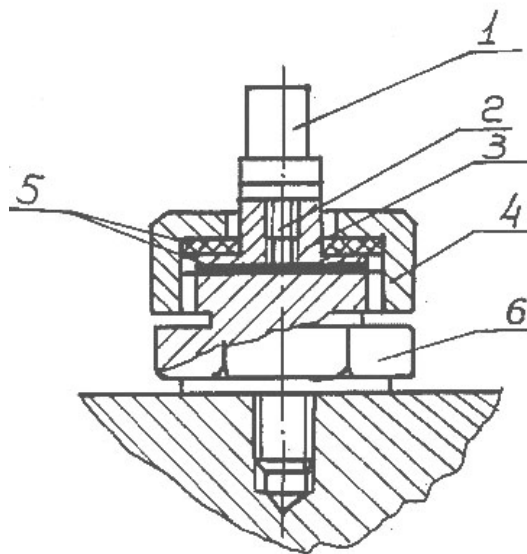


Рисунок 2. Будова і схема кріплення віброперетворювача з додатковою електроізоляцією:
1 – віброперетворювач; 2 – шпилька різьбова; 3 – переходник; 4 – накладна гайка;
5 – електроізоляційні прокладки; 6 – болт

Список літератури

1. Мигаль В.Д., Аргун Щ.В. Вібраційна діагностика машин, проектування, виготовлення, експлуатація: монографія. Харків: Мачулін, 2024. 441 с.

СПОСІБ КРІПЛЕННЯ ВІБРОПЕРЕТВОРЮВАЧА НА ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА СТЕНДІ

д.т.н., професор Мигаль В.Д., магістранти Гадяцький М.С, Козир Д.М., Колеснік О.П.

Розроблено спосіб кріплення віброперетворювача на електродвигуні, який дозволяє підвищити точність вимірювання вібрації.

Ключові слова: електродвигун, вібрація, точність, віброперетворювач.

METHOD OF ATTACHING THE VIBRATION TRANSDUCER TO THE ELECTRIC MOTOR WHEN TESTING THE ELECTRIC MOTOR ON THE BENCH

Ph.D., professor Myhal V., master's students Gadyatskii M., Kozyr D., Kolesnik O.

A method of attaching a vibration transducer to an electric motor has been developed, which allows to increase the accuracy of vibration measurement.

Key words: electric motor, vibration, accuracy, vibration transducer.

ЩОДО ПЕРЕВАГ ВИКОРИСТАННЯ ВАРІАТОРНОЇ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Науменко Д.І.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Варіаторна коробка передач відноситься до класу безступінчастих трансмісій. У перекладі з англійської (Continuously Variable Transmission – скорочено CVT), що дослівно означає: «Постійно змінювальна трансмісія».

На сучасних транспортних засобах, що особливо використовуються в умовах міста, найбільш перспективним є безступінчасте регулювання передавального відношення трансмісії. Його можна здійснити за допомогою механічного варіатора, гідротрансформатора чи електричного приводу.

Варіатори ширше застосовуються у машинобудуванні, оскільки з усіх перерахованих засобів вони відрізняються компактністю, надійністю, більш високим ККД.

Принцип роботи варіатора заснований на силі тертя і полягає в поступовій зміні коефіцієнта передавального відношення провідних та ведених елементів у всьому діапазоні частот обертання колінчастого валу.

У промисловості широкого поширення набули механічні варіатори. Вони застосовуються в машинобудуванні, текстильній скляній та легкої галузі. Широке використання варіатора у різних галузях техніки дозволяє одержати значний економічний ефект. Плавна зміна швидкості робочої машини сприяє збільшенню продуктивності багатьох механізмів. Тому спосіб безступінчастого регулювання швидкості та крутного моменту за допомогою варіатора дуже актуальний.

Варіаторами називаються пристрої, у яких за постійної частоти обертання ведучого валу число оборотів веденого валу може безперервно, без ступенів, змінюватися в межах певного діапазону, це дає можливість суттєво економити паливо. Передача крутного моменту здійснюється від колінчастого валу двигуна, до елементів, що приводять транспортний засіб у рух. Трансмісії такого типу можуть застосовуватись на автомобілях, мотоциклах, снігоходах, болотоходах.

Перевага варіаторної коробки перед механічною – безступінчаста і плавна зміна крутного моменту, що передається від двигуна до коліс. У клинопасовому варіаторі це досягається поступовою зміною діаметрів ведучого та веденого шківів залежно від частоти обертання колінчастого валу двигуна, обраного режиму руху та дорожніх умов. Друга перевага – можливість плавного рушання автомобіля як на рівній поверхні, і на підйомі.

Варіатори для легкових автомобілів відрізняються принципом передачі обертання – ремінні, ланцюгові та торові. Ремінні та ланцюгові варіатори складаються з двох шківів, і відрізняються лише проміжною ланкою. У торових Варіаторами проміжною ланкою є два

ролики, які передають обертання від однієї співвісної ковзанки до іншої.

На автомобільному ринку найпоширенішими стали клинопасові варіатори. Такі коробки передач включають механічну передачу, яка передає крутний момент від ведучого шківів до веденого через проміжну ланку (ремін) за допомогою тертя. Змінюючи радіус охоплення ременем шківів, з'являється можливість плавно і безступінчасто змінювати передавальні відношення.

Легкові малолітражні автомобілі використовуються в основному для пересування за умов міського циклу. У той же час, більшість автовиробників обладнають ці автомобілі механічними коробками передач, це раціонально.

По-перше, на вулицях міст присутні безліч світлофорів, а при великій інтенсивності руху виникають пробки. При цьому для автомобіля характерні часті торкання та перемикання передач, що збільшує навантаження та як наслідок веде до більш швидкого зношування механізмів трансмісії (коробки передач та головної передачі, зчеплення).

По-друге, часте перемикання передач підвищує витрату палива.

Раніше у варіаторах використовувалася клинопасова, ланцюгова, рідше торова фрикційна передача. Ланцюгова і клинопасова передачі мають схожу конструкцію, відрізняються лише привізною ланкою. Для забезпечення працездатності потрібно максимальне передатне відношення $3 \dots 3,6$.

Попередні конструкції варіаторів могли реалізовувати передатне відношення $2 \dots 2,5$. Для досягнення вищого, відповідного першого передачі, передавального відношення в корпус варіаторної коробки передач встановлюються планетарні та зубчасті передачі. Для додаткових механічних передач потрібно збільшення корпусу. А через це збільшуються втрати на тертя та знижується ККД трансмісії.

Пропонується модернізація безступеневої трансмісії за рахунок конструктивного підвищення передатного відношення клинопасового варіатора. В результаті воно зростає до 3 і відповідає максимальному значення на першій передачі механічної коробки передач. Це дозволить відмовитися від планетарних та циліндричних зубчастих передач, а також суттєво зменшити габаритні розміри варіатора. Завдяки цьому з'явиться можливість розміщення у підкапотному просторі варіатора на автомобілях малого та особливо малого класу.

Список літератури

1. Будова автомобіля: Навчальний посібник. А.І. Панченко, А.А. Волошина, О.В. Болтянський, І.І. Мілаєва, І.А. Панченко, А.А. Волошин. Мелітополь: ВПЦ «Люкс», 2021. 247 с.

ЩОДО ПЕРЕВАГ ВИКОРИСТАННЯ ВАРІАТОРНОЇ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Науменко Д.І.

Визначено, що застосування безступінчастої трансмісії дозволить знизити витрату палива та знос механізмів трансмісії при русі в умовах міста.

Ключові слова: автомобіль, варіатор, коробка передач, безступінчаста трансмісія, витрата палива.

CONCERNING THE ADVANTAGES OF USING A VARIABLE GEARBOX

associate professor Shevchenko I., master's student Naumenko D.

It was determined that the use of a continuously variable transmission will reduce fuel consumption and wear of transmission mechanisms when driving in city conditions.

Key words: car, variator, gearbox, continuously variable transmission, fuel consumption.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ОБРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

д.т.н., проф. Мигаль В.Д., д.т.н., проф. Манойло В.М., магістрант Шевченко І.О.
Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна

Для точного математичного розрахунку акустичної поведінки елемента систем обробки відпрацьованих газів (СОВГ) необхідно вирішити дифракційну задачу для хвильового рівняння, що описує поширення звуку в газовому середовищі, що заповнює цей елемент за складних граничних умов.

Усі конструкції СОВГ можна розбити з погляду акустики обмежений набір елементів, мають однаковий принцип роботи. Це реактивні елементи, виконані у вигляді систем камер, з'єднаних між собою та з об'ємом газопроводу за допомогою труб, щілин та отворів. А також дисипативні елементи, що містять різні звукопоглинаючі матеріали. Всю систему можна розбити на ряд окремих відомих акустичних елементів, певним чином пов'язаних між собою. В результаті теоретичних досліджень для кожного з цього обмеженого ряду елементів виведено математичну формулу, яка описує його акустичні характеристики.

Взаємодія кожного цього елемента із сусіднім у СОВГ задається через вхідний та вихідний опір Z (акустичний імпеданс), який визначається звуковим тиском P та коливальною швидкістю частинок середовища V .

Зв'язок цих параметрів кожного елемента визначає таблиця (матриця передачі) T , яка повністю характеризує акустичну поведінку елемента.

У матричному вигляді це співвідношення можна записати:

$$Z_{in} = TZ_{out}; \text{ де } Z_{in} = \begin{bmatrix} P_{in} \\ V_{in} \end{bmatrix}; Z_{out} = \begin{bmatrix} P_{out} \\ V_{out} \end{bmatrix}; T = \begin{bmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{bmatrix}$$

або у вигляді системи рівнянь:

$$P_{in} = T_{11}P_{out} + T_{12}V_{out};$$

$$V_{in} = T_{21}P_{out} + T_{22}V_{out}.$$

При розрахунку всієї системи використовується метод чотиріполюсників, який використовується в теорії еквівалентних ланцюгів електроакустики. Акустичний розрахунок замінюється розрахунком еквівалентних ланцюгів, характеристики яких описуються відомими матрицями передачі [1-3].

Цей метод успішно використовується при розрахунку простих елементів СОВГ.

При ускладненні конструкції точність розрахунків різко падає, оскільки складно скласти еквівалентний ланцюг, що повністю описує роботу елементів і СОВГ в цілому, складно вивести точну аналітичну формулу для окремого специфічного елемента, складно набрати достатню

експериментальну статистику висновку емпіричної формули. При розрахунку даним методом складно врахувати вплив температури та потоку газів на акустичні параметри.

Від усіх цих недоліків вільний метод кінцево-елементного моделювання. Він дозволяє точно моделювати акустичну поведінку будь-якого за складністю елемента СОВГ та дослідити вплив геометричних параметрів СОВГ та таких властивостей газового середовища, як щільність, температура та швидкість потоку на її акустичні параметри.

Метод кінцево-елементного моделювання заснований на поданні досліджуваного елемента СОВГ у вигляді газового об'єму, що заповнює цей елемент і розбитого на безліч дискретних об'ємів – кінцевих елементів, що апроксимують геометричну форму всього елемента. Зв'язок між кінцевими елементами задається у виді граничних умов. Розрахункове визначення власних частот та форм коливань, а також передавальних функцій проводиться на основі кінцево-елементного рішення хвильового рівняння Гельмгольца:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial X^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial Y^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial Z^2} + \frac{\omega^2}{c^2} \psi = 0$$

з відповідними граничними умовами на межах розрахункового об'єму, де (X, Y, Z) – потенціал коливальних швидкостей, ω – циклічна частота, c – швидкість звуку в середовищі. Параметри середовища можуть задаватися у вигляді будь-якого просторового розподілу. Наприклад, зміна температури – як градієнта між певними поперечними перерізами; наявність поглинаючого матеріалу в якомусь обсязі – у вигляді заданого хвильового значення числа та щільності, що характеризують цей поглинаючий матеріал, у цьому обсязі тощо.

Для вирішення рівняння використовується 3-мірна кінцево-елементна модель елемента СОВГ.

Можливість точного розрахунку акустичних параметрів елементів СОВГ дозволяє надалі розрахувати шум, що випромінюється системою, та провести розрахункову оптимізацію СОВГ з метою виконання різних вимог: виконання компоновальних обмежень без зниження акустичної ефективності, досягнення оптимального співвідношення ціна/якість під час підготовки виробництва тощо.

Список літератури

1. Song B.H., Bolton J.S. A transfer-matrix approach for estimating the characteristic impedance and wave number of limp and rigid porous materials. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2000 V.107, № 3. P. 1131-1152.
2. Muehleisen R.T., Bremer C.W., Tinianov B.D. Measurements and empirical model of the acoustic properties of reticulated vitreous carbon. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2005. V.117, № 2. P. 536–544.
3. Prasad M.G. A four load method for evaluation of acoustical source impedance in a duct. *Journal of Sound and Vibration*. 1987.V. 114, № 2. P. 347–356.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ОБРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ

д.т.н., професор Мигаль В.Д., д.т.н., проф. Манойло В.М., магістрант Шевченко І.О.

Достовірність розрахункових результатів кінцево-елементного моделювання такої складної системи, як система обробки відпрацьованих газів, може бути забезпечена лише при використанні в розрахункових акустичних моделях характеристик деяких окремих елементів системи обробки відпрацьованих газів і граничних умов, отриманих розрахунково-експериментальним способом на спеціальних установках. При цьому адекватність розрахункової кінцево-елементної моделі системи обробки відпрацьованих газів повинна оцінюватися розрахунково-експериментально.

Ключові слова: кінцево-елементне моделювання, акустична модель, системи обробки відпрацьованих газів, газове середовище, граничні умови, матриця передачі.

IMPROVEMENT OF THE METHOD OF RESEARCHING ELEMENTS OF EXHAUST GAS TREATMENT SYSTEMS

professor Myhal V., professor Manoylo V., master's student Shevchenko I.O.

The reliability of the calculation results of the finite-element modeling of such a complex system as the waste gas treatment system can be ensured only when using in the calculation acoustic models the characteristics of some individual elements of the waste gas treatment system and the boundary conditions obtained by the calculation-experimental method at special installations. At the same time, the adequacy of the calculated finite-element model of the exhaust gas treatment system should be evaluated experimentally and computationally.

Key words: finite element modeling, acoustic model, exhaust gas treatment systems, gas medium, boundary conditions, transfer matrix.

РІШЕННЯ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТА ВИТРАТИ ПАЛИВА АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Костиця І.О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

В даний час для зниження токсичності відпрацьованих газів та витрат палива автотранспортних засобів (АТЗ) застосовуються такі технічне рішення:

- застосування електроприводу (електромобілі);
- застосування гібридного приводу (гібридні автотранспортні засоби);
- оптимізація роботи систем електроустаткування, що надають впливом на витрату палива двигуна внутрішнього згорання.

В останні роки, виробництво та продаж електромобілів та гібридних автомобілів переживають значне зростання, проте це не означає повну заміну АТЗ традиційної структури на альтернативні АТЗ.

Багато сучасних автомобільних виданнях, де наводяться оцінки, вироблених і моделей автомобілів, що продаються, в технічній літературі, на сайтах автомобільних компаній часто стверджується, що електромобілі мають значні екологічні та економічні переваги у порівнянні традиційними АТЗ.

Електромобіль має такі переваги:

- високі екологічні показники через відсутність застосування нафтових палив, антифризів, трансмісійних та моторних масел, фільтрів для цих рідин, а також відсутність шкідливих вихлопів;
- простота та надійність конструкції (надійність електродвигуна та трансмісії, відсутність необхідності в перемиканні передач), що призводять до простоти у техобслуговуванні;
- дешевизна при експлуатації за рахунок застосування дешевої (за порівняно з бензином) електроенергії, що виробляється АЕС, ГЕС та електростанціями інших типів

Поряд з перевагами електромобілів та гібридних АТЗ, найбільш важливими з яких є екологічні показники та економічність. Однак вони мають і суттєві недоліки, а саме:

- мінімальний запас ходу без участі первинного двигуна;
- проблеми з акумуляторними батареями, що виникають у процесі експлуатації та утилізації (велика величина струму саморозряду, залежність напруги від температури, невеликий термін служби);
- складна конструкція гібридних автомобілів (кількість вузлів та агрегатів більше, ніж у традиційних автомобілях);
- велика маса проти АТЗ традиційної конструкції;
- висока вартість та складність ремонту.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Крім того, на противагу думці про високу економічність електромобілів, аналіз показує, що енергія палива, що використовується на електростанціях, що використовуються для руху АТЗ всього 15% і менше.

Це пов'язано зі втратою енергії в лініях електропередачі, трансформаторах, перетворювачі, зарядні пристрої для АБ, в самих АБ, електромашинах, а також у гальмах за відсутності рекуперації енергії.

Для порівняння двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) в оптимальному режимі перетворює на механічну енергію близько 40% хімічної енергії палива.

При цьому не слід забувати, що сумарна потужність двигунів всіх автомобілів набагато перевищує потужність всіх електростанцій світу.

За результатами багаторічних досліджень, АТЗ, що відносяться до першої та другої груп, протягом майбутніх 20-30 років не знайдуть широкого поширення.

Витрата палива на привод генераторної установки на сучасних автомобілях з бензиновими двигунами у місті сягає двадцяти відсотків загальної витрати палива. Це значення розраховується з наступних показників:

- питомої витрати палива двигуном внутрішнього згоряння (0,3 л/кВт·год. - 0,5 л/кВт·год), відомі з теорії конструкції та експлуатації автомобіля;
- ККД генераторної установки, що знаходиться в діапазоні від 0,4 до 0,5;
- потужності приймачів електричної енергії у режимі місто – зима
- ніч (0,4 кВт - 0,6 кВт);
- середньої швидкості руху автомобіля, що становить менше 22 км/год.;
- витрати палива легковим автомобілем середнього класу, що складає 10 – 12 л на 100 км.

Тому найбільш перспективним для зниження впливу АТЗ на довкілля є оптимізація роботи обладнання, що впливає на витрату палива та токсичність відпрацьованих газів ДВЗ, зокрема генераторної установки.

Список літератури

1. Сажко В.А. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Каравела, 2006. 296 с.
2. Сажко В.А. Електрообладнання автомобілів і тракторів: підручник. К.: Каравела, 2008. 400 с.
3. Кубіч В.І. Гібридні силові установки легкових автомобілів : навчальний посібник. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. 193 с.

РІШЕННЯ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТА ВИТРАТИ ПАЛИВА АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Костриця І.О.

Показано, що найбільш перспективним для зниження впливу АТЗ на довкілля є оптимізація роботи обладнання, що впливає на витрату палива та токсичність відпрацьованих газів ДВЗ, зокрема генераторної установки.

Ключові слова: автотранспортний засіб, витрата палива, токсичність відпрацьованих газів, ДВЗ, генераторна установка.

SOLUTIONS REGARDING THE REDUCTION OF EXHAUST GASES TOXICITY AND FUEL CONSUMPTION OF VEHICLES

associate professor Shevchenko I., master's student Kostrytsia I.

It is shown that the most promising way to reduce the impact of a motor vehicle on the environment is to optimize the operation of equipment that affects fuel consumption and the toxicity of internal combustion engine exhaust gases, in particular, the generator set.

Key words: motor vehicle, fuel consumption, exhaust gas toxicity, internal combustion engine, generator set.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ КОМПАКТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Возний Д.С.

Державний біотехнологічний університет

м. Харків, Україна

Актуальність необхідності розробки компактного транспортного засобу впливає з його важливих переваг, які можна сформулювати наступним чином:

1) Компактні транспортні засоби можуть зменшити кількість транспортних пробок на дорогах, знизити проблеми з паркуванням у великих містах [1]. Затори на дорогах є серйозною проблемою у великих містах по всьому світу. Згідно зі статистикою, водії проводять більш ніж 5 мільярдів годин щорічно транспортних заторів. Розробка нових широких доріг та автомобільних доріг є дуже дорогим і потребує значного часу та ресурсів. Таким чином, ефективне використання існуючих доріг за допомогою компактних автомобілів буде більш практичним [2].

2) Компактні транспортні засоби можуть скоротити кількість забруднення повітря на дорогах. За повідомленнями, на двигуни внутрішнього згоряння США припадає 95% міських викидів CO, 32% викидів NO_x і 25% викидів летких органічних сполук [3]. Сучасні транспортні засоби є значними джерелами викидів парникових газів, і, таким чином, вони не тільки становлять небезпеку для здоров'я людини, а й порушують сільськогосподарські та екологічні системи [4]. Викиди автомобілів також створюють смог та впливають на зовнішній вигляд міст.

3) Компактні транспортні засоби можуть знизити енергоспоживання на дорогах та у великих містах через менші розміри та нижчі витрати палива. Надмірний розмір автомобіля займає більше місця при русі дорогою, а також при паркуванні, а додаткова вага супроводжується неминучим збільшенням витрати палива. Оскільки надмірне споживання невідновлюваних енергоресурсів призведе до нестачі палива в майбутньому – це може стати важливою економічною проблемою, тому розробка ефективних та економічних автомобілів має великий попит [1].

4) Компактні транспортні засоби можуть поліпшити пасажирський простір, що використовується, звіти показують, що легкові автомобілі використовують свій пасажирський простір недостатньо ефективно; що призводить до непотрібної ваги та витрати палива в порівнянні з їх середньою пасажирським навантаженням [5]. Оскільки в останні роки кількість транспортних засобів у великих містах різко збільшилась, людям довелося зіткнутися з проблемами міського транспорту, такими як затори, паркування та забруднення. Середня кількість пасажирів на один легковий автомобіль, даними Міністерства транспорту США, становить 1,58 [6]. Звичайні чотириколісні транспортні засоби, які розраховані на комфортне розміщення від чотирьох до шести пасажирів, а також з достатнім простором для їхнього вантажу, вважаються надмірно великими для середньої пасажирського навантаження при

звичайному русі містом. Як правило, сучасні пасажирські транспортні засоби призначені для їзди по міських доріг та шосе. Таким чином, вони призначені для забезпечення більшої потужності та швидкості, ніж те, що необхідно для міських районів. Отже, розумно проектувати транспортні засоби лише для міської їзди. Крім того, спостерігається, що більша частина особистого транспорту використовується з невеликим річним пробігом (менше 10000 км/рік) [7].

5) Компактний транспортний засіб є безпечнішим, ніж мотоцикл. Хоча двоколісні транспортні засоби, такі як велосипеди, мопеди та мотоцикли, вважаються надзвичайно компактними та економічними, для особистої мобільності, але конструкція таких безкузовних транспортних засобів не така хороша для безпеки пасажирів та захисту від негоди, як їх чотириколісні аналоги. Крім того, водії двоколісних транспортних засобів повинні вміти балансувати на транспортному засобі в різних умовах, оскільки він за своєю природою нестабільний на низьких швидкостях, що також обмежує його суспільне визнання.

Список літератури

1. Gaevskiy V.V., Ivanov A.M., Sater G. Impact of Vehicles and Motorcycles on the Environment and "Smart City" as a way to Solve Transportation Problems of a Megapolis. *2021 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications*. IEEE, 2021. P. 1-5.
2. Chiou J.-C., Chen C.-L. Modeling and Verification of a Diamond-Shape Narrow-Tilting Vehicle. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*. Dec. 2008. Vol. 13, Issue 6. P. 678-691.
3. Michalek J.J., Papalambros P.Y., Skerlos S.J. A Study of Fuel Efficiency and Emission Policy Impact on Optimal Vehicle Design Decisions. *J. Mech. Des.* 2004. Vol. 126, Issue 6. P. 1062-1070.
4. Vieira R.S., Nicolazzi L.C., Roqueiro N. Modelling a tilting three-wheeled narrow vehicle with six degrees of freedom. *In COBEM 2009, 20th International Congress of Mechanical Engineering*. 2009. P. 1-9.
5. Hibbard R., Karnopp D. A New Type of Small, Relatively Tall and Narrow Active Tilting Commuter Vehicle. *Twenty First Century Transportation System Solutions, Advanced automotive technologies, ASME Publication DSC*. 1996. Vol. 25. P. 321-347.
6. Kockelman K.M. Zhao Y. Behavioral distinctions: The use of light-duty trucks and passenger cars. *Journal of Transportation and Statistics*. December 2000. Vol. 3, Issue 3. P. 47-60.
7. Savaresi S.M. Automatic-Control Challenges in Future Urban Vehicles: A Blend of Chassis, Energy and Networking Management. *Oil Gas Sci. Technol. – Rev. d'IFP Energies Nouv.* Oct. 2012. Vol. 67, Issue 4. P. 633–645.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ КОМПАКТНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Возний Д.С.

Показана актуальність необхідності розробки компактного транспортного засобу для вирішення проблем у міських транспортних системах.

Ключові слова: компактний транспортний засіб, транспортні системи, безпека, енергоспоживання, забруднення повітря.

RELEVANCE OF THE DEVELOPMENT OF COMPACT VEHICLES

associate professor Shevchenko I., master's student Vozniy D.

The relevance of the need to develop a compact vehicle for solving problems in urban transport systems is shown.

Key words: compact vehicle, transport systems, safety, energy consumption, air pollution.

Секція 2

«Тракторна енергетика»

БЕЗСТУПІНЧАСТИЙ МЕХАНІЗМ ПОВОРОТУ ДЛЯ ГУСЕНИЧНИХ ТРАКТОРІВ

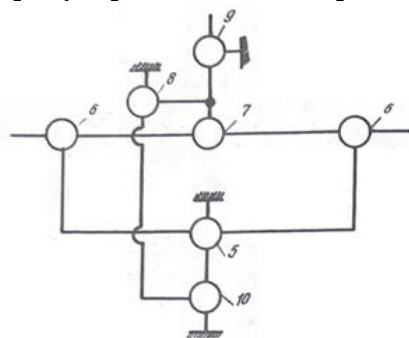
д.т.н., професор Калінін Є.І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

На гусеничних тракторах як механізми повороту застосовуються в основному або муфти повороту (бортові фрикціони), або одноступінчасті планетарні механізми повороту. Для них властиві простота конструкції, порівняно малі габарити та матеріаломісткість. Механізми повороту такого типу забезпечують один розрахунковий (фіксований) радіус повороту. Поворот трактора на радіусах, відмінних від розрахункового, здійснюється при пробуксуванні гальма. При цьому величина радіуса повороту трактора так само непередбачувана, як режим пробуксування гальма. Сама ж пробуксовка з міркувань надійності механізму повороту має бути короткочасною. Крім того, в процесі такого повороту нераціонально використовується енергія двигуна – до 50% енергії витрачається в гальмі, пов'язаній з гусеницею трактора, що відстає.

Застосування муфти повороту в одноступінчастих планетарних механізмах повороту на сучасних енергонасичених гусеничних тракторах не сприяє реалізації збільшених вимог до маневреності та безпеки руху, точності, надійності та легкості керування трактором. Не відповідають цим вимогам повною мірою й інші відомі механізми повороту, у тому числі й двоступінчасті планетарні та багатоступінчасті механізми повороту, які, збільшуючи кількість розрахункових радіусів, водночас значно ускладнюють конструкцію трактора, не виключають використання пробуксування фрикційних пристроїв для повороту. Тому поряд із модернізацією існуючих механізмів повороту ведеться пошук рішень механізмів із безступінчатим регулюванням радіусу повороту трактора.

Розглянемо безступінчастий механізм повороту [1]. Схема силового потоку та кінематична схема механізму повороту представлені на рис. 1.



а)

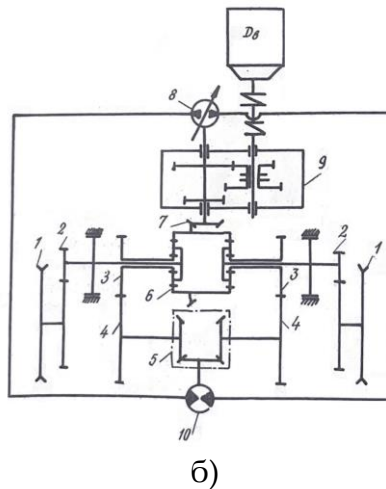


Рисунок 1 – Схема силового потоку (а) і кінематичної схеми (б) безступінчастого механізму повороту

Механізм складається з планетарних рядів 6, епіциклічні шестерні яких через головну передачу 7 з'єднані з вихідним валом коробки передач 9, а водила через бортові редуктори 2 - з провідними колесами трактора 1, і гідростатичної передачі, насос 8 якої з'єднаний з вихідним валом коробки передач 9, а гідромотор 10 через редуктор 5 і шестерні 3, 4 - з сонячними шестернями планетарних рядів 6. Отже, вузли механізму повороту з'єднані таким чином, що при повороті трактора потужність через механізм йде двома потоками:

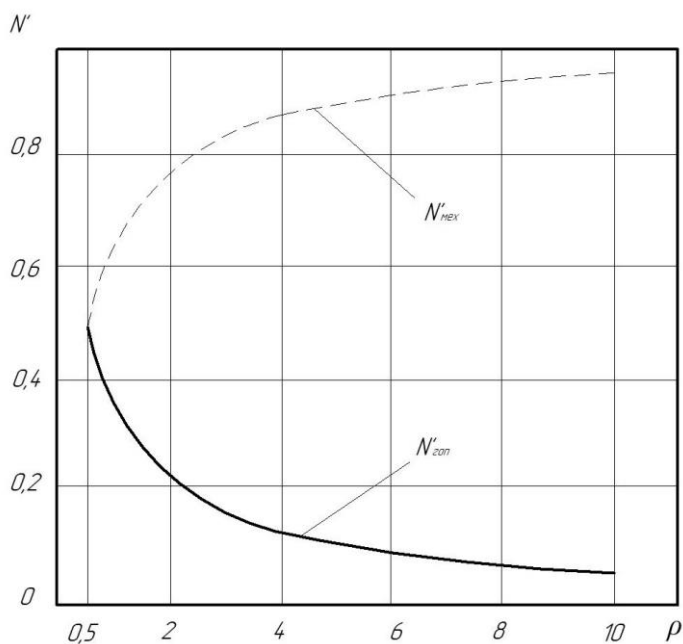
механічним: вихідний вал коробки передач 9 головна передача 7 епіциклічні шестерні планетарних рядів 6;

гідралічним: вихідний вал коробки передач 9 – регульований гідронасос 8 – гідромотор 10 – роздавальний редуктор 5 із протиповоротом вихідних валів – шестерні 3 та 4 – сонячні шестерні планетарних рядів 6.

Після підсумовування в планетарних рядах потужність від водило надходить на ведучі колеса трактора, забезпечуючи його рух із заданим радіусом повороту. Завдяки регульованому гідронасосу поворот трактора може здійснюватися з будь-яким фіксованим (заданим) радіусом, причому його величина в процесі повороту може змінюватись у будь-яких межах.

Застосування таких механізмів повороту не вимагатиме великих змін конструкції існуючих гусеничних тракторів, особливо тих, у яких передбачені планетарні механізми повороту. При цьому гідростатична передача, що працює в паралельному потоці потужності, відрізнятиметься малими габаритами та масою, а механізм повороту загалом – високим КПД. З рис. 2 видно, що при мінімальному радіусі повороту, що дорівнює половині ширини колії трактора ($B/2$) через гідропередачу проходить лише половина необхідної для повороту потужності. Зі зростанням радіуса повороту частка потужності, що йде через гідропередачу, зменшується, а через механічну гілку –

відповідно збільшується (рис. 2), разом з цим збільшується і КПД. механізму. Враховуючи, що на відміну від існуючих одно-і багатоступінчастих механізмів повороту в безступінчастих відсутні режими, пов'язані з пробуксовуванням фрикційних пристроїв, механізм буде економічнішим за існуючі. Крім того, він суттєво полегшить керування трактором завдяки простоті органів управління, що впливають лише на одну ланку безступеневої передачі.



$N'_{\text{мех}}$ та $N'_{\text{гонт}}$ – відносна потужність відповідно в механічній та гідравлічній вітках механізму

Рисунок 2 – Залежність розподілення потужності в механізмі повороту від радіуса поворота

Механізм повороту, відрізняється від відомого механізму повороту транспортного засобу [2]. Основна відмінність, що має принципове значення, полягає у способі підключення гідростатичної передачі до силового потоку гусеничної машини. Якщо в нашому випадку гідронасос підключається до вихідного валу коробки передач, привід гідронасоса відомого механізму повороту [2] здійснюється від двигуна. Відповідно, відмінність у кінематиці повороту гусеничної машини можна виразити такими залежностями:

при підключенні до вихідного валу

$$\rho = 0,5 \frac{i_{np} * i_p}{i_{гон}}; \quad (1)$$

при підключенні до валу двигуна

$$\rho = 0,5 \frac{i_{np} i_p}{i_{ron} i_{kn}}, \quad (2)$$

де ρ - відносний радіус повороту (теоретичний), тут $\rho = \frac{R}{B}$ (R – радіус повороту трактора);

i'_{np} – внутрішнє передавальне число планетарного механізму (ряду);

i_p, i_{kn} – передавальні числа відповідно роздаткового редуктора (див. рис. 1) та коробки передач;

i_{ron} – кінематичне передатне відношення гідропередачі – відношення частот обертання валу гідромотора та валу гідронасоса.

З порівняння залежностей (1) і (2) випливає, що недоліком відомого механізму повороту є зміна величини фіксованого радіусу при перемиканні передач трансмісії гусеничної машини. В результаті цього при русі по заданій траєкторії збільшується кількість впливів, що управляють, і тим самим фізична і психологічна напруженість праці водія машини (трактора). Утруднюється також стабілізація прямолінійного руху машинно-тракторного агрегату шляхом завдання постійного неузгодженості частоти обертання ведучих коліс трактора, наприклад, у разі відведення під час роботи трактора на схилах або при постійному зміщенні лінії тягового опору зброї щодо осі трактора на орні та інших операціях. У разі приводу гідронасоса від вихідного валу коробки передач забезпечується незмінність радіусу повороту та корекції на бічне відведення трактора при перемиканні передач. Отже, на відміну від відомого механізму повороту [2], розглянутий механізм створює умови для роздільного та незалежного управління коробкою передач та механізмом повороту.

Разом з цим механізм повороту з приводом гідронасоса від вихідного валу коробки передач не вимагатиме збільшення маси і потужності гідромашини. Це зумовлено наступним. Сільськогосподарські та промислові гусеничні трактори, максимальні швидкості руху яких знаходяться в межах 10-15 км/год, мають однакові для всіх щаблів мінімальні радіуси повороту. Отже, вибір параметрів гідромашин для тракторів визначається умовами повороту на вищому ступені як у разі приводу гідронасоса від двигуна, так і вихідного валу коробки передач. У зв'язку з цим перехід від приводу гідронасоса від двигуна до приводу від вихідного валу коробки передач вимагатиме лише зміни передавального числа приводу для того, щоб забезпечити на вищій передачі таку ж частоту обертання гідронасоса, що і при його приводі від двигуна. Ця гідропередача забезпечить поворот трактора з мінімальним радіусом і на нижчих щаблях, так як зі зниженням швидкості повороту зменшується пропорційно необхідна для повороту потужність.

Таким чином, безступінчастий механізм повороту з приводом гідростатичної передачі від вихідного валу коробки передач забезпечить підвищення точності та надійності керування трактором, зниження напруженості праці тракториста. Простота

та легкість управління, безступінчастість регулювання величини радіусу повороту свідчать про доцільність застосування розглянутого механізму повороту на існуючих та перспективних сільськогосподарських та промислових гусеничних тракторах.

Список літератури

1. Калінін Є. І. Вплив обертання елементів трансмісії як пружної системи на власні коливання. Інженерія природокористування. Харків: ХНТУСГ, 2016. №1(5). С. 24-28.

2. Калінін Є.І. Частотний аналіз коливань гусеничних тракторів. Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2018. №22(36). С. 86-91.

**БЕЗСТУПІНЧАСТИЙ МЕХАНІЗМ ПОВОРОТУ ДЛЯ ГУСЕНИЧНИХ
ТРАКТОРІВ**

д.т.н., професор Калінін Є.І.

На гусеничних тракторах як механізми повороту застосовуються в основному або муфти повороту (бортові фрикціони), або одноступінчасті планетарні механізми повороту. Для них властиві простота конструкції, порівняно малі габарити та матеріаломісткість.

Ключові слова: безступінчастий механізм, гусеничний трактор, поворот.

STEPLESS ROTATING MECHANISM FOR TRACKED TRACTORS

Ph.D., Professor Kalinin E.I.

On crawler tractors, either turning clutches (on-board clutches) or single-stage planetary turning mechanisms are mainly used as turning mechanisms. They are characterized by simplicity of design, relatively small dimensions and material consumption.

Key words: stepless mechanism, crawler tractor, turning.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ БЕЗСТУПІНЧАТОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА

д.т.н., доцент Кожушко А.П.

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

У роботі запропоновано нову схему трансмісії гідромеханічної безступінчатої трансмісії (НМСVT) для тракторів.

НМСVT має 4 робочі діапазони в кожному з передніх і задніх напрямків. Швидкісна характеристика та моментна характеристика НМСVT отримані теоретично. На основі напрямку потоку потужності НМСVT формула використовується для розрахунку ефективності передачі. Потім метод аналізу зображень використовується для вивчення впливу параметрів на ефективність передачі НМСVT і знайдені основні фактори впливу. Результати теоретичного виведення свідчать про те, що шляхом узгодженого керування коефіцієнтом переміщення НСТ та умовами зачеплення муфт перемикачів можна реалізувати плавне регулювання швидкості НМСVT на швидкості трактора 0–50 км/год. Пропонований НМСVT має здатність безперервно передавати та змінювати крутний момент у всіх робочих діапазонах. Загальна ефективність трансмісії НМСVT знаходиться на високому рівні. Для перевірки теоретичного виводу програмне забезпечення для моделювання Amesim використовується для моделювання та імітації НМСVT. Результати моделювання узгоджуються з результатами теоретичного аналізу. Таким чином, НМСVT, запропонований у цій статті, має переваги компактною конструкції та високої ефективності трансмісії, і він підходить для узгодження тракторів.

Окрім транспортування, основною функцією тракторів є привід сільськогосподарської техніки, необхідної для сільськогосподарського виробництва, якій потрібна трансмісія тракторів для забезпечення постійної зміни швидкості та крутного моменту для адаптації до частих змін зовнішнього навантаження [1].

У цьому контексті використання безступінчатої трансмісії (CVT) для тракторів стало тенденцією. Найбільш поширеним типом CVT є гідравлічна статична трансмісія (HST) [2]; в основному це гідравлічні насоси, гідродвигуни та механізм керування. HST має хорошу продуктивність на низькій швидкості та може легко перемикатися між позитивним і негативним обертанням. Однак ефективність її трансмісії значно нижча, ніж у зубчастої передачі, що призводить до того, що вона рідко використовується в тракторах.

Щоб подолати вищезазначені недоліки, HST з'єднаний паралельно з механічними компонентами, щоб утворити гідромеханічну безперервну трансмісію (НМСVT) [3]. НМСVT передає лише частину потужності через HST; решта потужності передається через механічні компоненти, тому ефективність набагато вища, ніж HST. НМСVT може

реалізувати плавне регулювання швидкості через HST, покладаючись на механічні компоненти для досягнення високоефективної трансмісії. Крім того, HMCVT може контролювати роботу двигуна на оптимальній кривій потужності або оптимальній економічній кривій, таким чином досягаючи оптимальної потужності або оптимальної економії палива для тракторів [4].

Дослідження технології безперервної трансмісії з поділом потужності почалися у світі на початку 20 століття. Однак, обмежений рівнем виготовлення гідросистеми, цей тип трансмісії не знайшов застосування в броньованій та важкій будівельній техніці до кінця 1960-х рр. [6]. У літературі [5] вперше запропоновано схему трансмісії для однорядних планетарних передач з двома гідромеханічними робочими діапазонами. У кожному з двох робочих діапазонів максимальна швидкість трактора може досягати 32 км/год і 50 км/год відповідно. Тоді, відповідно до вимог ринку, пропонується тільки одна схема гідромеханічної трансмісії робочого діапазону, яка може відповідати двигуну 75 кВт. Швидкість руху переднім ходом від 0 до 40 км/год, заднім ходом від 0 до 25 км/год [7]. Трансмісія, розроблена компанією Steyr, має три планетарні ряди, керовані 4 зчепленнями і 2 гальмами. Ця трансмісія може регулювати швидкість від 0 до 50 км/год [8]. Автори [9, 10] досліджують HMCVT, який має чотири ряди планетарних передач і може досягати регулювання швидкості від 0 до 40 км/год. Автором [11] запропоновано схему трансмісії, в якій однорядна планетарна передача з'єднана послідовно з механічною ступінчастою передачею. Ця трансмісія має 6 діапазонів в прямому напрямку і 3 діапазони в задньому напрямку.

Загалом, чим більше діапазон трансмісії, тим більше розширення гідравлічної потужності [10], але це призведе до частого перемикання під час діапазонів і зниження продуктивності трансмісії. Однорядна планетарна схема дозволяє зменшити розмір трансмісії, але гідромотор потребує швидкого реверсування в момент перемикання, що вимагає високої продуктивності гідромотора.

У цьому документі буде запропоновано схему трансмісії для нового 4-діапазонного HMCVT, придатного для колісних тракторів, а потім буде проведено детальний теоретичний аналіз характеристик трансмісії (характеристика швидкості, характеристика крутного моменту та характеристика ефективності) HMCVT і виявлені важливі фактори, які впливають на ефективність HMCVT; Нарешті, програмне забезпечення моделювання Amesim використовується для перевірки схеми передачі.

Структура HMCVT, запропонована в цьому документі, показана на рисунку 1. Вона включає в себе вхідний вал, гідравлічну систему насос-двигун, планетарний механізм, зубчасті пари, муфти перемикання та муфти направлення. Гідравлічний шлях HMCVT - це HST, а його механічний шлях - планетарний редуктор Ravigneaux (PGM). Гідравлічна магістраль і механічна магістраль з'єднані паралельно, щоб утворити замкнений контур, а потім з'єднані послідовно з механізмом перемикання діапазонів. У PGM, коли вихідний компонент є несучою с, це звичайний PGM; коли вихідним

компонентом є мала сонячна шестерня s_2 , то це PGM Ravigneaux. Крім того, частина потужності двигуна передається через НСТ в PGM, а НСТ реалізує безступінчасту трансмісію.

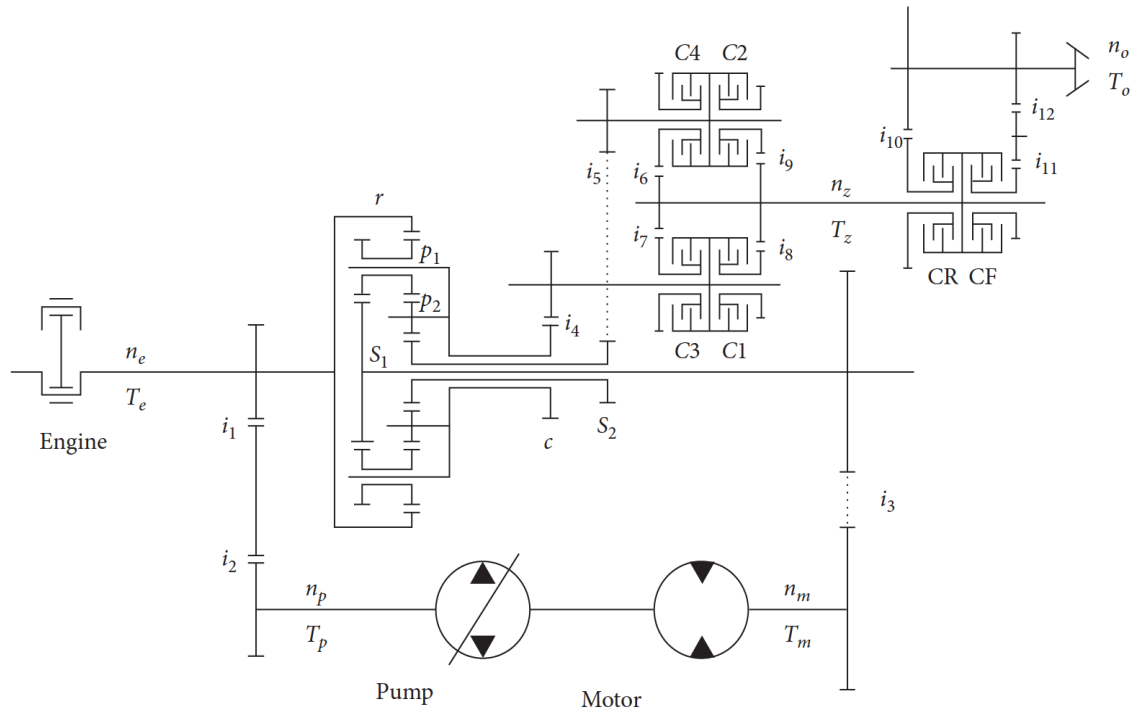


Рисунок 1 – Структура НМСВТ

У НМСВТ є 6 зчеплень, які є 4 муфтами перемикання передач і 2 муфтами напрямку. Різні зчеплення можуть реалізовувати 4 робочі діапазони в передньому або задньому напрямках. Для того, щоб потужність двигуна могла передаватись від вхідного вала до вихідного, необхідно включити одну муфту перемикання передач і одну муфту руху.

Список літератури

1. L. Y. Xu, Z. L. Zhou, M. Z. Zhang et al. Research and design of hydro-mechanical continuously variable transmission for tractors. Journal of Northeast Agricultural University, vol. 13, no. 2, pp. 182–186, 2006.
2. R. Paoluzzi and L. G. Zarotti The minimum size of hydrostatic transmissions for locomotion. Journal of Terra-mechanics, vol. 50, no. 3, pp. 153–164, 2013.
3. J. Kim, J. Kang, Y. Kim, B. Min, and H. Kim, Design of power split transmission: design of dual mode power split transmission. International Journal of Automotive Technology, vol. 11, no. 4, pp. 565–571, 2010.
4. S. Shamshirband, D. Petkovic, A. Amini et al. Support vector regression methodology for wind turbine reaction torque prediction with power-split hydrostatic continuous variable transmission. Energy, vol. 67, pp. 623–630, 2014.

5. K. T. Anuar Resch R Continuously variable tractor trans-missions. ASAE Distinguished Lecture No. 29, pp. 1–37, St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, St Joseph, MI, USA, 2005.
6. X. J. Liu, Analysis of Vehicle Transmission System, pp. 258-259, National Defence Industry Press, Beijing, China, 1998.
7. M. M. Brenninger Fendt vario CVT in agricultural tractors. SAE International, Warrendale, PA, USA, SAE Technical Paper 2007-01-4205, 2007.
8. H. Aitzetmuller Steyr S-Matic-the future CVT system. in Proceedings of the Seoul 2000 FISITA world automotive congress, pp. 1–6, Seoul, South Korea, June 2000.
9. J. Pohlenz and K. Grad CVTfor input power above 300 kW. VDI-berichte, vol. 2007, pp. 59–65, 2001.
10. J. Pohlenz and K. Grad CVT-System fu'r den Großflacheneinsatz. VDI-berichte, vol. 2004, pp. 23–33, 1855.
11. L. Y. Xu, Study on Characteristics of Hydro-Mechanical Continuously Variable Transmission of Tractor, Xi'an University of Technology, Xi'an, China, 2007.

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ БЕЗСТУПІНЧАТОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА

д.т.н., доцент Кожушко А.П.

У роботі запропоновано нову схему трансмісії гідромеханічної безступінчатої трансмісії (НМСВТ) для тракторів.

Ключові слова: трактор, гідравлічна трансмісія, момент, перемикування.

RESEARCH ON CHARACTERISTICS OF HYDROMECHANICAL CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION OF TRACTOR

Ph.D., associate professor A.P. Kozhushko

The paper proposes a new hydromechanical continuously variable transmission (HMCVT) transmission scheme for tractors.

Key words: tractor, hydraulic transmission, moment, switching.

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАКТОРА ЗА РАХУНОК БАЛАСТУВАННЯ

д.т.н., професор Шуляк М.Л., здобувач PhD Мурчич М.М.,
здобувач PhD Погуляй В.М.

*Сумський національний аграрний університет
м. Суми, Україна*

Трактор є основним елементом енерготехнологічного комплексу аграрного виробництва, на основі якого формуються агрегати різного технологічного призначення. Тягові властивості трактора визначають ступінь його пристосованості, як тягового засобу, або приведення в дію приєднаних до нього сільськогосподарських машин. Відомим є, що на сьогодні межі використання трактора розширюються, і до нього ставляться не лише, як до тягового засобу, оскільки в тягово-енергетичній концепції він сприймається, як джерело енергії. Тому і змінюються підходи до конструктивних особливостей, що закладаються виробниками. Так, сучасні трактори мають достатньо велику енергонасиченість і повністю реалізувати потенційні можливості двигунів по потужності в тяговому режимі не можливо. З одного боку це розширює межі використання трактора – є можливість передавати частину енергії на активні робочі органи, чи колеса сільськогосподарських машин. З іншого це зменшує ефективність використання трактора в тяговому режимі, оскільки його двигун буде працювати в режимі недовантаження через недостатньою конструктивну масу трактора. Недостатнє зчеплення ходової частини з опорною поверхнею зумовлює буксування втрату тягових показників, перевитрату пального та зниження продуктивності агрегату. Для вирішення цієї проблеми у світовому тракторобудуванні використовують баластування, тобто встановлення додаткових вантажів, які збільшують зчіпну вагу і дозволяють підвищити тягові властивості трактора [1].

Правильний розподіл ваги між передньою та задньою осями допомагає підвищити тягові властивості, зберігаючи при цьому шини, що також є актуальним питанням. Раціональне використання баласту дозволяє розширити тяговий діапазон трактора на декілька тягових класів і більш повно реалізувати його потенційні можливості в складі конкретного агрегату. Проте в практиці використання тракторів в Україні цьому питанню приділяють недостатньо уваги. Частіше трактор використовується з частиною максимальної баластної ваги без врахування вимог сільськогосподарського знаряддя, умов агрофону, показників паливної економічності тощо.

Перераховані питання треба розглядати в комплексі, оскільки збільшення баласту при позитиві щодо збільшення зчіпної ваги, має негативну складову яка виражається збільшенням опору перекошування, чи, наприклад, збільшення баласту на тракторі, що

виконує технологічну операцію на опорній поверхні зі слабкою несучою здатністю (легкі ґрунти, підвищена вологість тощо) веде до збільшення глибини колії і підвищенню негативного впливу на ґрунт.

З вище зазначеного виходить, що при використанні баласту акцент слід ставити саме на раціональному використанні. Для кожного агрегату потрібно чітко визначити розподіл ваги по осях трактора, оскільки це перше, що впливає на тягову здатність, загальний баланс агрегату, знос шин і збереження ґрунту. Якщо використовуються важкі сільськогосподарські знаряддя задня вісь повинна впоратися з більшою частиною передачі навантаження, що дестабілізує агрегат в цілому. Стає складно керувати трактором, тому що передня вісь має тенденцію підніматися вгору, а рульове управління стає менш чутливим, особливо у вологих умовах. Надмірне навантаження на задній осі також призведе до пробуксовування колеса, що спричиняє більше ущільнення ґрунту та передчасний знос шин. Для трактора з повним приводом при виконанні основного обробітку ґрунту рекомендується розташовувати від 60 до 65% ваги на задній осі і від 35 до 40% ваги на передній осі [2]. Ще одна проблема, на яку не звертають увагу при баластуванні це швидкісний режим роботи трактора. При збільшенні робочих швидкостей негативна складова баласту збільшується, оскільки частка потужності двигуна, що витрачається на самопересування також зростає.

За результатами експериментальних досліджень проведених співробітниками корпорації CASE встановлено, що тільки 50% маси баласту реалізується в збільшенні дотичній сили тяги трактора при стандартних умовах експлуатації трактора. Згідно проведених досліджень баластування [3] може надати найбільший ефект тільки при використанні трактора на транспортних роботах. Зважаючи на це необхідним є проведення ґрунтового дослідження, що дозволить визначити умови і межі раціонального використання баласту.

Список літератури

1. Саєнко А. В., Руденко В. А. Зменшення буксування рушіїв трактора встановленням баласту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Механізація та автоматизація виробничих процесів*. 2013. № 10. С. 87 – 90.
2. BUDPARTNERSHINA [Електроний ресурс]: <https://budpartnershina.com.ua/article/view/httpswww-firestone-agriculture-eu-translate-googblogtractor-tyre-overload-what-are-the-6-traps-to-avoidxtrslenxtrtlukxtrhlruxtrptowapp/>.
3. Richting ballastert - mindestens 20% mehr Zugkrafts. *Profi*. 1991. №12. С. 84 – 88.

ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАКТОРА ЗА РАХУНОК БАЛАСТУВАННЯ

д.т.н., професор Шуляк М.Л., здобувач PhD Мурчич М.М.,
здобувач PhD Погуляй В.М.

Проаналізовано питання підвищення тягових властивостей трактора за рахунок реалізації потенційних можливостей двигуна при використанні баласту. Визначені проблемні питання щодо раціонального підходу до баластування та встановлено розподіл ваги між осями трактора при використанні повного приводу.

Ключові слова: трактор, баластування, тягові властивості, потенційні можливості двигуна.

INCREASING TRACTION PROPERTIES OF THE TRACTOR DUE TO BALLASTING

Dr hab. eng., professor Shuliak M. L., PhD student Murchych M. M.,
PhD student Pogulyai V.M.

The question of increasing the traction properties of the tractor due to the realization of the potential capabilities of the engine when using ballast is analyzed. Problematic issues related to a rational approach to ballasting were identified and weight distribution between the tractor axles when using all-wheel drive was determined.

Key words: tractor, ballasting, traction properties, potential engine capabilities.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІКАННЯ СЕКЦІЙ ПОВНОПРИВОДНОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА

к.т.н., доцент Шевченко І.О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

З огляду на проблему поганої якості перемикання передач, у цій роботі пропонується закон координації перемикання передач трактора на повній потужності. Модель динаміки передачі на основі Matlab/Simulink була змодельована та проаналізована. Результати показують, що якість лише перемикання передач краща, ніж зміна лише секцій, а якість перемикання після першого перемикання гірша, ніж перемикання після першого перемикання. І вибрано лише перемикання передач і перше перемикання після двох законів розділу, скорочення часу включення зчеплення лише під час перемикання, ступінь удару з часом зменшується, перше зменшення збільшується, а робота тертя ковзання збільшується. Зміна часу між змінним і перехідним періодом, вплив з часом зменшується, а робота тертя ковзання збільшується.

Для того, щоб мати можливість працювати в різноманітних умовах експлуатації та бути ефективними, інтелектуальна та високопродуктивна розробка тракторів стала тенденцією [3-5]. Система коробки передач, яка є важливою частиною трактора, є одним із основних об'єктів дослідження.

Завдяки кільком зчепленням і синхронізаторам у трансмісії з частковим перемиканням потужності вихідна потужність нижча, ніж у трансмісії з повним перемиканням передач (FPST). FPST в основному використовується у великих (>200 к.с.) тракторах, які можуть реалізувати повністю автоматичне перемикання передач і зміну секцій, мають вищу потужність і ефективність для адаптації до умов експлуатації трактора, і широко використовуються в зарубіжних країнах [6-7]. Трансмісія з перемиканням повної потужності забезпечує можливість інтелектуальної та безпіотної розробки великих тракторів. У цій роботі досліджено нову перемикальну коробку передач трактора, встановлено динамічну модель трансмісії, запропоновано чотири види закону перемикання та досліджено якість її перемикання.

Конструкція трансмісії з повним перемиканням потужності показана на рис.1.

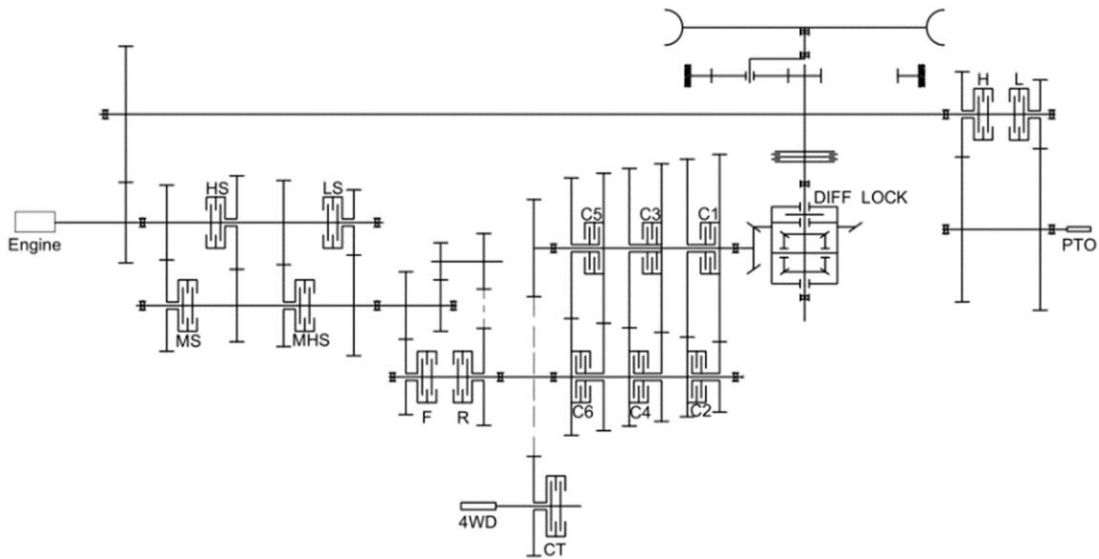


Рисунок 1 – Структура передачі FPST

У цій роботі розглянуто схему трансмісії FPST трактора з 24 передачами переднього та 24 передач заднього ходу, як показано на рис. 1. Серед них LS – сегментне зчеплення низької швидкості, MS – сегментне зчеплення середньої швидкості, MHS – середньо-високошвидкісне зчеплення швидкісне сегментне зчеплення, HS – високошвидкісне сегментне зчеплення. C1-C6 – це зчеплення першої, другої, третьої, чотирьох, п'яти та шести швидкостей.

У роботі розглядаються лише низькошвидкісні та середньошвидкісні етапи, а також перша та друга передачі, а інші передачі та секції не розглядаються, а вивчається лише передня передача [8].

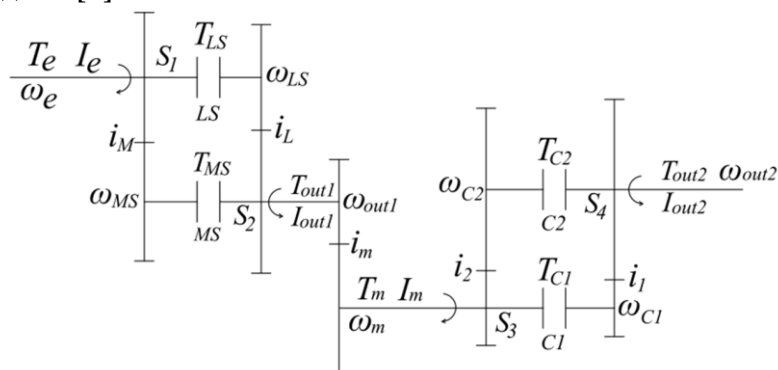


Рисунок 2 – Динамічна модель FPST

При моделюванні динаміки зроблено деяке спрощення. Як показано на рис. 2: LS і MS – муфти в сегментах низької та середньої швидкості, C1 і C2 – муфти першої та другої швидкості, відповідно, T – крутний момент, Н·м, ω – обертовий швидкість, рад/с, I – момент інерції, кг·м², i – передавальне відношення.

Весь процес зміни секції ділиться на два етапи, а зміна моменту, що крутить, передається кожною робочою муфтою під час процесу зміни секції, показано на рис. 3.

Етап 1 (етап передачі моменту, що крутить): Коли $t=t_1$, починається перший етап. Коли $t=t_2$, фаза передачі моменту, що крутить, завершується. Динаміка цього процесу моделі наступна:

$$T_e - T_{LS} - T_{MS} / i_M = I_e \dot{\omega}_e \quad (1)$$

$$i_L T_{LS} + T_{MS} - T_{out1} = I_{out1} \dot{\omega}_{out1} \quad (2)$$

Етап 2 (етап передачі швидкості): $t_2 \sim t_3$ є етапом передачі швидкості. У цьому процесі:

$$T_e - T_{MS} / i_M = I_e \dot{\omega}_e \quad (3)$$

$$T_{MS} - T_{out1} = I_{out1} \dot{\omega}_{out1} \quad (4)$$

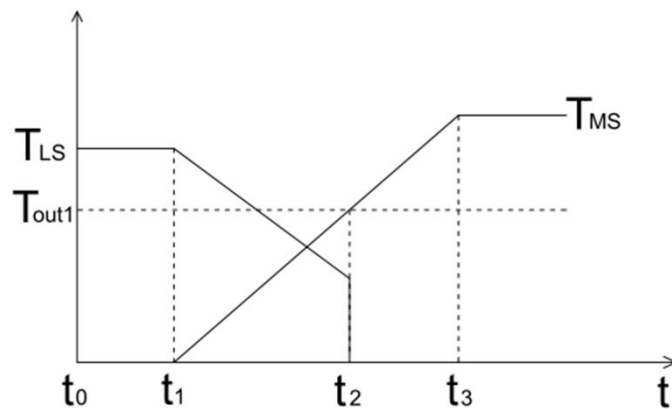


Рисунок 3 – Крива зміни крутного моменту муфти секції

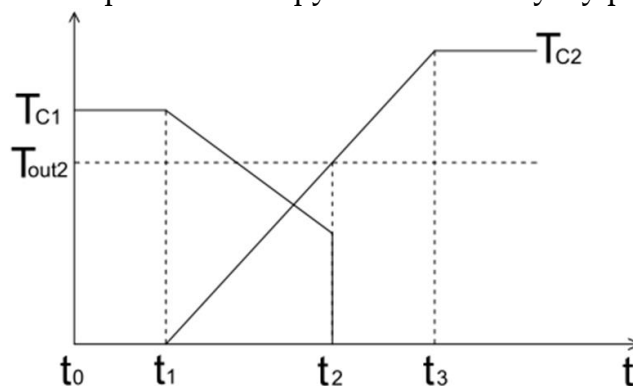


Рисунок 4 – Крива зміни крутного моменту муфти перемикачів передач

Це показано на рис. 4. Етап 1: Коли $t=t_1$, починається перемикачів передач. Коли $t=t_2$, фаза передачі крутного моменту завершена. Нижче наведено кінетичне рівняння процесу:

$$T_m - T_{c1} - T_{c2} / i_2 = I_m \dot{\omega}_m \quad (5)$$

$$i_1 T_{c1} + T_{c2} - T_{out2} = I_{out2} \dot{\omega}_{out2} \quad (6)$$

Етап 2: $t_2 \sim t_3$ є етапом передачі швидкості. Динамічна модель для цієї фази:

$$T_m - T_{c2} / i_2 = I_m \dot{\omega}_m \quad (7)$$

$$T_{c2} - T_{out2} = I_{out2} \dot{\omega}_{out2} \quad (8)$$

Наприкінці процесу перемикання передач у зоні силового перемикання змінюється з першої передачі на другу передачу, а передавальне число також змінюється з i_1 на i_2 . У цей час силова частина змінюється з низькошвидкісної на середньошвидкісну.

Після закінчення переходу зона переходу потужності змінюється з низькошвидкісної ділянки на середньошвидкісну, а вхідний крутний момент і швидкість зони перемикання потужності змінюються.

Результати моделювання показують, що:

– якість кожного звичайного перемикання, з яких лише перемикання є кращим, ніж лише зміна секції, а якість першої перемикання після перемикання гірша, ніж якість перемикання після першого перемикання передач;

– виберіть два закони: лише перемикання передач і спочатку перемикання передач, а потім зміна секцій. Через скорочення часу включення зчеплення можна зробити висновок, що лише вплив перемикання зменшується з часом, спочатку зменшується, а потім збільшується.

Список літератури

3. Li, B., Sun, D., Hu, M. Research on economic comprehensive control strategies of tractor-planter combinations in planting, including gear-shift and cruise control. *Energies.*, 11(3), 2018. – P. 686-707.
4. Zhang, P., Zhang, X.Y., Li, B. Discussion on the development status and trend of tractor automatic transmission. *Agricultural mechanization research.*, 39 (11). 2017. – P. 217-222.
5. Yin, Y.F., Lu, L.Q., Zhao, J. Application status and prospect of tractor full-power shift automatic transmission technology. *Tractors and agricultural transport vehicles.*, 46 (02), 2019. – P. 1-5.
6. Xu, L.Y., Cao, Q.M., Zhou, Z.L. A review of the development of tractor gearbox., 31(12), 2009. – P. 189-192.
7. Feng, C.L., Xu, S.L., Xu, P. From the 2013 Hannover International Agricultural Machinery Exhibition, we can see the development of tractor technology in foreign countries. *Tractors and agricultural transport vehicles.*, 42 (04), 2015. – P. 1-4.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМИКАННЯ СЕКЦІЙ ПОВНОПРИВОДНОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА

к.т.н., доцент Шевченко І.О.

З огляду на проблему поганої якості перемикання передач, у цій статті пропонується закон координації перемикання передач трактора на повній потужності. Модель динаміки передачі на основі Matlab/Simulink була змодельована та проаналізована. Результати показують, що якість лише перемикання передач краща, ніж зміна лише секцій, а якість перемикання після першого перемикання гірша, ніж перемикання після першого перемикання. І вибрано лише перемикання передач і перше перемикання після двох законів розділу, скорочення часу включення зчеплення лише під час перемикання, ступінь удару з часом зменшується, перше зменшення збільшується, а робота тертя ковзання збільшується. Зміна часу між змінним і перехідним періодом, вплив з часом зменшується, а робота тертя ковзання збільшується.

Ключові слова: трансмісія, динаміка, перемикання, трактор.

STUDY OF SWITCHING SECTIONS OF A TRACTOR ALL-WHEEL-DRIVE TRANSMISSION

Ph.D., associate professor I.O. Shevchenko

In view of the problem of poor transmission shift quality, this paper proposes a tractor full-power shift transmission shifting coordination section law. A transmission dynamics model based on Matlab/Simulink was simulated and analyzed. The results show that the quality of shifting only is better than that of only changing sections, and the quality of shifting after shifting first is worse than that of shifting after shifting first. And selected only the shift and first shift after the two laws of the section, the shortening of the clutch engagement time during the shift only, the impact degree is reduced over time, the first decrease is increased, and the sliding friction work is increased. The change of time between the shift and the transition period, the impact is reduced with time, and the sliding friction work is increased.

Key words: transmission, dynamics, switching, tractor

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАКТОРІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ УПРАВЛІННЯ

д.т.н., професор Шуляк М.Л., здобувач PhD Рапута В. В.,
здобувач PhD Подлесний А. В.

*Сумський національний аграрний університет
м. Суми, Україна*

У останні роки оновлення тракторного парку в аграрному секторі України виконується за рахунок імпорту тракторів закордонних фірм. При адаптації моторно-трансмісійних установок до різних тракторів розв'язується задача їх енергетичної забезпеченості меншою кількістю моделей двигунів і модифікацій трансмісій [1]. При цьому двигуни уніфікуються за коефіцієнтом крутного моменту K (відношення максимального моменту двигуна до номінального) і трансмісії – за нерозривністю потоку енергії, що передається від двигуна до споживача (робочим органам, рушій). При $K = 1,4 \dots 1,5$ двигуни постійної потужності (ДПП), вживані на більшості тракторів закордонних фірм, наприклад John Deere 8335R, Case IH Magnum 340 та New Holland T8.390, найбільш затребувані на ринку України, на даних тракторах здійснюється автоматичне регулювання швидкості руху тракторного агрегату залежно від зміни опору руху (навантаження). В реальній експлуатації при виконанні тракторним агрегатом сільськогосподарських технологічних операцій його навантаження змінюється у межах 10...30 %. Тому макроколивання можуть відстежуватися двигуном трактора лише у тому випадку, якщо буде забезпечений необхідний набір передач з певними перепадами між сусідніми передачами.

Аналіз відомих наукових робіт і публікацій по енергозбереженню тракторів загального призначення [2, 3] показав, що витрата енергії даних тракторів істотно залежить від їх швидкісного режиму. Для оцінки їх енергозбереження запропоновані різні критерії, які базуються на різних показниках при поступальному русі трактора постійної маси.

Трактор в складі ґрунтообробних агрегатів може працювати в різних режимах управління, ефективність яких пропонується оцінювати за енерговитратами [4]:

$$E_{az} = \int_0^{\infty} N_{az}(t) dt, \quad (1)$$

де $N_{az}(t) = m_{az} \frac{dv_{az}}{dt} v_{az}(t)$ – потужність, яка необхідна для руху агрегату;

m_{az} , v_{az} – відповідно маса та швидкість руху агрегату.

Аналізуючи умови руху агрегату можна стверджувати, що потужність $N_{ac}(t)$ доцільно розділити на статичну, яка забезпечує рівномірний рух з постійною швидкістю та динамічну $\Delta N_{ac}(t)$, яка буде характеризувати додаткові, непродуктивні витрати енергії. Ці витрати виникають під дією зовнішніх сил, що постійно дестабілізують режими руху, провокують коливання швидкості і відхилення від курсу.

Режими керування можна розподілити між ручним, напівавтоматичним і автоматичним управлінням, при цьому у залежності від комплектації трактора та встановлених на ньому бортових систем можна досягти різних рівнів автоматизації процесу виконання технологічної операції.

Ручне управління є широко вивченим і здебільшого дослідники погоджуються, що швидкодія та точність такого управління обмежується потенційними можливостями людини і технічним станом самої системи.

Напівавтоматичне управління передбачає виконання технологічного процесу у режимах ручного і автоматичного управління при впливі людини-водія і переході від одного режиму управління до іншого. Наприклад, системи підключення повного приводу, блокування диференціалу, керування напрямком руху можуть використовуватись в напівавтоматичному режимі і вмикатись водієм за необхідності.

При автоматичному управлінні функціонал водія змінюється, фізичне навантаження на нього зменшується, але одночасно суттєво зростають вимоги до його кваліфікації, оскільки йому необхідно налаштовувати роботу автоматичних систем, і відслідкувати якість виконання технологічного процесу, як зовні трактора, так і за екраном дисплею. Режими автоматичного управління суттєво залежать від потенційних можливостей систем, що встановлені на тракторі. Так, наприклад, автоматичне корегування швидкості можливо реалізувати на тракторах з ГОМТ, що управляється в тандемі з двигуном, оскільки бортова система обирає оптимальні оберти двигуна та передаточне число трансмісії для підтримки постійної швидкості при наявності стохастичних зовнішніх впливів.

Список літератури

1. Ребров О.Ю. Зовнішні швидкісні характеристики тракторних двигунів постійної потужності / О.Ю. Ребров // Механіка та машинобудування. Харків: НТУ «ХПІ». 2009. №2. С. 79-86.
2. Шуляк М.Л. Методи використання надлишкової потужності двигуна енергонасиченого трактора. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. Харків: ХНТУСГ, 2014. Вип.146. С. 219-226.
3. Динаміка транспортно-тягових колісних та гусеничних машин. Е. Е. Александров, Д. О. Волонцевич, В. А. Карпенко, А. Т. Лебедев, В. А. Перегон, В. Б. Самородов, А. Н. Туренко; ред.: А. Н. Туренко. Х.: Изд-во ХГАДТУ (ХАДИ), 1996. 252 с.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАКТОРІВ ЗАГАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ УПРАВЛІННЯ

д.т.н., професор Шуляк М.Л., здобувач PhD Рапута В. В.,
здобувач PhD Подлесний А. В.

Проаналізовано питання енергозбереження тракторів загального призначення. Розглянуті різні режими управління трактору, зазначено, що у залежності від комплектації трактора та встановлених на ньому бортових систем можна досягти різних рівнів автоматизації процесу виконання технологічної операції. Виявлено, що при автоматичному управлінні функціонал водія змінюється, фізичне навантаження на нього зменшується, але одночасно суттєво зростають вимоги до його кваліфікації.

Ключові слова: трактор, режими управління, енергозбереження, бортові системи.

ENERGY SAVING OF GENERAL-PURPOSE TRACTORS IN DIFFERENT CONTROL MODES

Dr hab. eng., professor Shuliak M. L., PhD student Raputa V.V.,
PhD student Podliesnyi A. V.

The question of energy saving of general-purpose tractors is analyzed. Different modes of tractor control are considered, it is indicated that depending on the configuration of the tractor and the on-board systems installed on it, it is possible to achieve different levels of automation of the process of technological operation. It was found that with automatic control, the functionality of the driver changes, the physical load on him decreases, but at the same time, the requirements for his qualifications increase significantly.

Key words: tractor, control modes, energy saving, on-board systems.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТРАКТОРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

асистент Костюк С.Ю., здобувач вищої освіти Ничай В.І.

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

Тракторна енергетика є однією з ключових галузей сучасного сільськогосподарського виробництва. Вона визначає рівень технічної оснащеності аграрного сектору та його здатність ефективно використовувати природні і техногенні ресурси. У зв'язку зі зростанням потреб у продуктах сільського господарства та викликами, пов'язаними з охороною довкілля, тракторна енергетика постійно розвивається, впроваджуючи нові технології та підходи до енергозбереження.

Однією з головних тенденцій у тракторній енергетиці є впровадження систем, що дозволяють економити паливно-енергетичні ресурси. Сучасні трактори оснащуються дизельними двигунами з підвищеним ККД та системами управління, які дозволяють оптимізувати використання палива в різних умовах роботи. Це дає можливість не лише зменшити витрати аграріїв, але й знизити рівень викидів шкідливих речовин у довкілля.

Такі технології, як системи точного землеробства, дозволяють автоматично регулювати роботу двигуна залежно від характеристик ґрунту, погодних умов та особливостей виконуваних операцій. Наприклад, сучасні GPS-навігаційні системи можуть зменшити кількість перекриттів під час обробки полів, що призводить до економії палива та підвищення ефективності робіт.

Ще одним важливим напрямком розвитку тракторної енергетики є впровадження електрифікованих та гібридних тракторів. Збільшення вартості палива та посилення екологічних вимог стимулюють розвиток нових джерел енергії для сільськогосподарських машин. У перспективі електричні трактори можуть стати стандартом завдяки низьким експлуатаційним витратам та екологічності.

Гібридні системи, що поєднують у собі двигуни внутрішнього згоряння та електродвигуни, дозволяють значно знизити споживання палива при збереженні потужності техніки. Такі трактори вже використовуються в деяких країнах світу і демонструють хороші результати у зниженні витрат на експлуатацію та зменшенні викидів CO₂.

Сучасна тракторна техніка активно впроваджує елементи автоматизації та штучного інтелекту, що дозволяє не лише підвищити продуктивність праці, але й оптимізувати енергоспоживання. Інтелектуальні системи можуть самостійно регулювати роботу трактора, зменшуючи або збільшуючи потужність двигуна залежно від навантаження, тим самим знижуючи втрати енергії.

Подальший розвиток тракторної енергетики передбачає не лише вдосконалення традиційних двигунів внутрішнього згоряння, але й повний перехід до відновлюваних джерел енергії. У найближчі роки можна очікувати поширення тракторів на біопаливі,

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

електриці та водні. Такі технології дозволять зробити сільське господарство більш екологічним та стійким до коливань на ринку викопних енергоносіїв.

Також важливим напрямком є інтеграція тракторів у систему «розумного сільського господарства», де техніка буде взаємодіяти з іншими машинами, а також з інформаційними системами, що дозволить ще більше знизити енерговитрати та підвищити ефективність аграрного виробництва.

Список літератури

1. Юрченко О. В. Гібридні та електричні трактори: сучасний стан та перспективи. - Полтава: *Аграрний університет*, 2020.
2. Гончаренко М. І. Сучасні тенденції розвитку тракторної енергетики. *Аграрна наука*, 2021, №5, с. 22-28.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТРАКТОРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

асистент Костюк С.Ю., студ. Ничай В.І.

Впровадження нових технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності та зменшення впливу на довкілля тракторної енергетики.

Ключові слова: трактор, енергетика, гібридні системи.

CURRENT TRENDS AND PERSPECTIVES TRACTOR ENERGY

assistant Kostyuk S.Yu., student Nychai V.I.

Implementation of new technologies aimed at increasing energy efficiency and reducing the impact on the environment of the tractor energy industry.

Key words: tractor, energy, hybrid systems.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ: НОВІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

асистент Лемішко Д.С., здобувач вищої освіти Марущак І.Т.

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

Модернізація та автоматизація сільськогосподарської техніки, зокрема тракторів, є однією з ключових тенденцій розвитку аграрної галузі. Сучасні технологічні досягнення сприяють підвищенню ефективності, продуктивності та екологічності сільськогосподарських робіт. Трактори, які використовуються сьогодні, значно відрізняються від своїх попередників завдяки вдосконаленим двигунам, автоматизованим системам управління та інтеграції з цифровими технологіями. Ці зміни дозволяють оптимізувати використання ресурсів, зменшити витрати та підвищити рівень точності виконуваних робіт.

Одним із ключових напрямів технічної модернізації є вдосконалення двигунів тракторів. Сучасні дизельні двигуни мають високий коефіцієнт корисної дії та відповідають екологічним стандартам, що дозволяє значно знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Крім того, нові двигуни забезпечують більшу потужність при меншій витраті палива, що особливо важливо в умовах зростання цін на енергоносії.

Також варто відзначити впровадження гібридних та електричних тракторів, які стають все більш популярними. Наприклад, гібридні трактори, оснащені як дизельним, так і електричним двигуном, дозволяють знизити витрати палива та забезпечують гнучкість у використанні техніки в різних умовах. Повністю електричні трактори, хоча і залишаються новинкою на ринку, пропонують значні переваги в плані екологічності та зниження експлуатаційних витрат.

Сучасні трактори активно інтегрують автоматизовані системи управління, що значно спрощує їх експлуатацію та підвищує ефективність виконуваних робіт. Однією з найбільш значущих технологій є системи **автоматичного водіння**. Вони використовують GPS-навігацію для точного визначення положення трактора на полі та дозволяють виконувати сільськогосподарські операції з високою точністю. Це дозволяє зменшити кількість перекриттів під час обробки полів, що в свою чергу знижує витрати палива та підвищує загальну ефективність робіт.

Крім того, автоматизовані системи управління тракторами можуть враховувати умови роботи, такі як тип ґрунту, погодні фактори та рельєф місцевості, щоб автоматично налаштувати робочі параметри трактора. Це забезпечує оптимальне використання енергоресурсів і знижує навантаження на техніку.

Іншою важливою складовою автоматизації є **інтеграція тракторів у систему «розумного» сільського господарства**. Використання датчиків та програмного забезпечення дозволяє збирати дані про стан ґрунту, погодні умови, споживання ресурсів

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

тощо. Ці дані можуть бути використані для оптимізації роботи техніки та підвищення врожайності. Також трактори можуть бути підключені до загальної мережі управління господарством, що дозволяє координувати роботу різної техніки на полі, знижуючи втрати ресурсів і підвищуючи ефективність виробничих процесів.

Попри значні досягнення в модернізації та автоматизації тракторів, існують певні виклики, зокрема високі витрати на впровадження нових технологій. Не всі господарства мають змогу інвестувати у сучасну техніку, тому важливим є розвиток доступних фінансових механізмів для аграріїв, таких як державні програми підтримки чи лізинг.

У найближчі роки очікується, що процес автоматизації та модернізації тракторів продовжуватиме розвиватися. Вже сьогодні активно досліджуються нові джерела енергії, такі як водневі паливні елементи, а також повністю автономні трактори, які зможуть працювати без участі людини. Це відкриває нові перспективи для аграрного сектора, забезпечуючи більшу ефективність, точність та екологічність виробничих процесів.

Список літератури

1. Dilawer A., Ricardo C. Unlocking the potential of electric and hybrid tractors via sensitivity and techno-economic analysis. *Applied Energy*, 2024, P. 377.
2. Oscar Lagnelöv. Impact of lowered vehicle weight of electric autonomous tractors in a systems perspective. *Smart Agricultural Technology*, 2023, P. 4.

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ: НОВІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

асистент Лемішко Д.С., студ. Марущак І.Т.

Процес автоматизації та модернізації тракторів.

Ключові слова: трактор, енергетика, модернізація.

MODERNIZATION AND AUTOMATION OF MODERN TRACTORS: NEW APPROACHES AND PERSPECTIVES

assistant Lemishko D.S., student. Marushchak I.T.

The process of automation and modernization of tractors.

Key words: tractor, energy, modernization.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУШІЇВ ТРАКТОРА

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Волошин Н.М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

На тягово-зчіпні властивості прохідності тракторів при роботі з різними сільськогосподарськими знаряддями впливає перерозподіл вертикальних навантажень і крутних моментів на ведучих мостах в залежності від дотичної сили тяги, що розвивається трактором, в конкретних умовах експлуатації.

Зміна вертикальних навантажень на ведучих мостах від дотичної сили тяги суттєво впливає на тягово-зчіпні показники трактора. Якщо передні колеса розвантажуються, задні навантажуються, тобто відбувається перерозподіл ваги по вісям. Для отримання рівняння моментів, що узагальнюють проведені польові експерименти, виконано чисельні розрахунки з використанням залежності вертикального навантаження на задній та передній від дотичної сили тяги:

$$\gamma_{\text{п}} = \left[\frac{(G_{\text{е}} \cdot a_{\text{ц}}) - (P_{\text{к}} \cdot h_{\text{кр}}) - M_{\text{ф}}}{L} \right] \quad (1)$$

$$\gamma_{\text{з}} = \left[\frac{G_{\text{е}} \cdot (L - a_{\text{ц}}) - (P_{\text{к}} \cdot h_{\text{кр}}) - M_{\text{ф}}}{L} \right] \quad (2)$$

де $G_{\text{е}}$ – експлуатаційна вага трактора, кН;

$a_{\text{ц}}$ – відстань від центру тяжкості трактора до заднього колеса м;

$h_{\text{кр}}$ – ордината точки причепа, м;

$M_{\text{ф}}$ – момент опору кочення трактора, що визначається за формулою (3);

L – поздовжня база трактора, м.

$$M_{\text{ф}} = \gamma_{\text{п}} \cdot a_{\text{п}} + \gamma_{\text{з}} \cdot a_{\text{з}} \quad (3)$$

де a - зміщення опорних реакцій при русі трактора, м.

Схема сил [1], що діють на трактор, у загальному випадку руху представлена на рисунку 1.

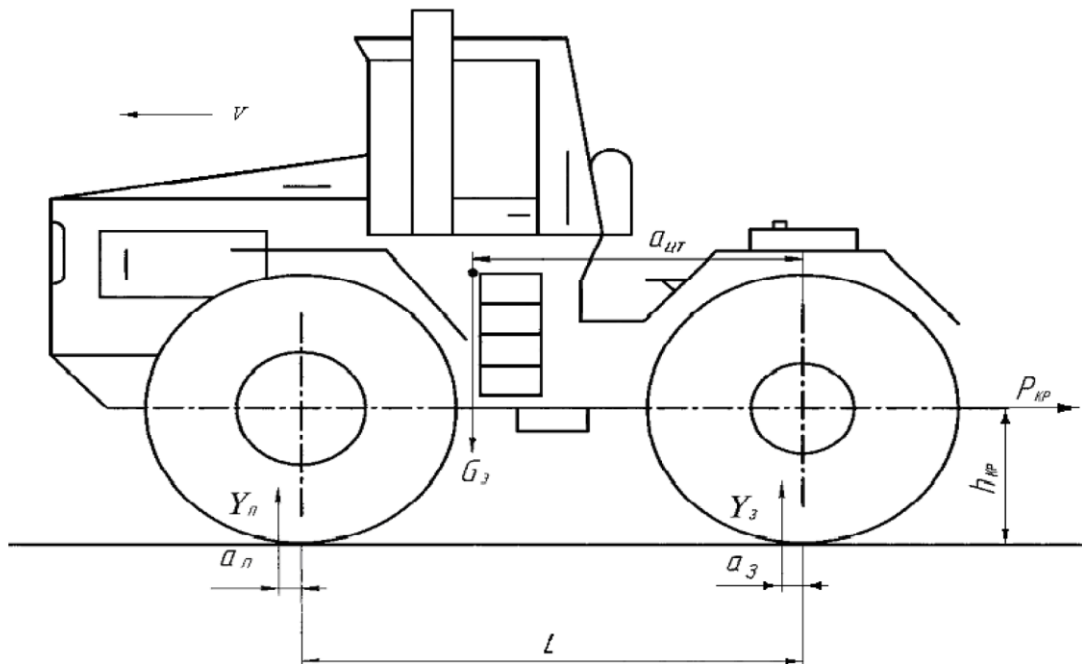
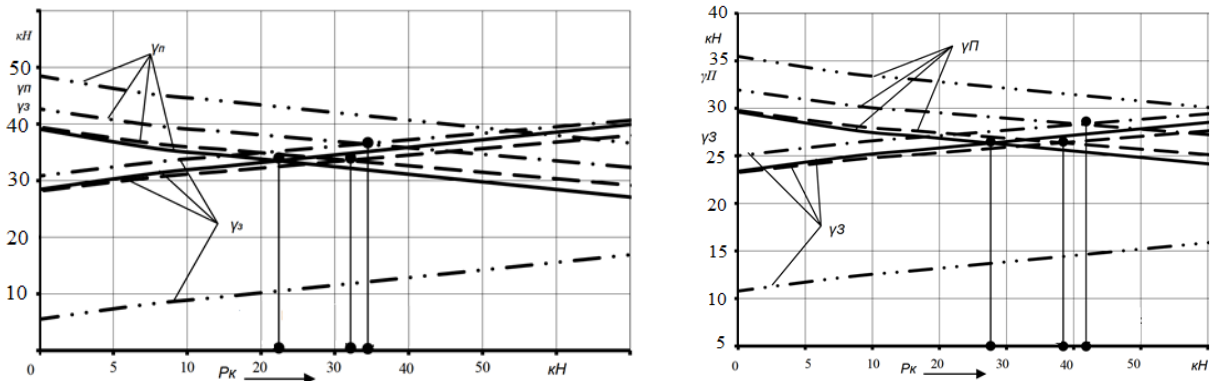


Рисунок 1 – Схема сил, що діють на трактор у загальному випадку руху

Отримані рівняння моментів дозволяють аналізувати зміну вертикальних навантажень і крутних моментів на провідних мостах трактора залежно від сили тяги, що розвивається, з похибкою до 5%.

На рисунку 2 представлено зміну вертикальних навантажень на провідних мостах від дотичної сили трактора тяги при ($m_e = \max$) на стерні.



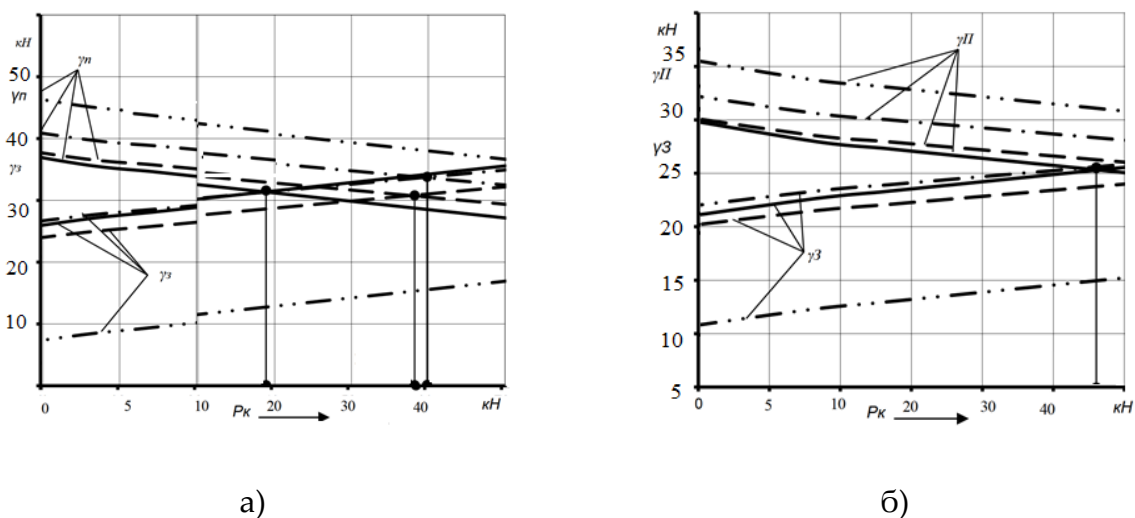
а)

б)

а) стерня з одинарними колесами; б) стерня зі здвоєними колесами

Рисунок 2 – Зміна вертикальних навантажень на провідних мостах від дотичної сили тяги трактора при ($m_e = \max$) на стерні

На рисунку 3 представлено зміну вертикальних навантажень на провідних мостах від дотичної сили трактора тяги при ($m_e = \min$) на стерні.



а) стерня з одинарними колесами; б) стерня зі здвоєними колесами

Рисунок 3 – Зміна вертикальних навантажень на провідних мостах від дотичної сили тяги трактора при ($m_e = \min$) на стерні

Аналіз проведених результатів моделювання для тракторів сімейства ХТЗ з розподілом ваги по осях $\gamma_{п0} / \gamma_{з0} = 0,675/0,325$ при $R_K=0$ показав, що вирівнювання нормальних реакцій $\gamma_{п0}$ і $\gamma_{з0}$ в раціональному тяговому діапазоні не досягається. Співвідношення $\gamma_{п} / \gamma_{з}$ в середньому $0,59/0,41$, що явно недостатньо. Установка здвоєних коліс ситуації особливо не змінює. Тому досягти кінематичної відповідності між певними швидкостями передніх ВП і задніх ВЗ коліс можна зміною радіусів кочення, а також максимально можливим підйомом причіпної скоби від поверхні поля $h_{кр}=0,5$ м, що підвищує вирівнювання нормальних реакцій у раціональному діапазоні тягового до $0,54/0,46$.

Список літератури

1. Лебедев С., Коробко А., Лебедев А. Тягові властивості трактора за нестабільної зчіпної ваги. Наукові доповіді XXIII Міжнародної наукової конференції «Науково-технічні засади розроблення, випробування та прогнозування сільськогосподарської техніки і технологій», присвяченої 75-річчю від дня заснування УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 22 вересня 2023 року, УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; Україна, Дослідницьке, 2023. С. 28-40
2. Лебедев А. Т. Тракторна енергетика: проблеми та рішення / А. Т. Лебедев, В. І. Кравчук, С. А. Лебедев // Інженерія природокористування. – 2014. – № 1 (1). – С. 6–11.
3. Лебедев А. Т. Баланс мощности и КПД тракторного агрегата с приводом от ВОМ активных рабочих органов сельхозмашин / А. Т. Лебедев, И. А. Шевченко, А. В. Кот // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. Петра Василенка. Серія: Технічні науки. – 2004. Вип. 107, т. 2. – С. 154–161.

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУШІЇВ ТРАКТОРА

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач освіти Волошин Н.М.

На тягово-зчіпні властивості прохідності тракторів при роботі з різними сільськогосподарськими знаряддями впливає перерозподіл вертикальних навантажень і крутних моментів на ведучих мостах в залежності від дотичної сили тяги, що розвивається трактором, в конкретних умовах експлуатації.

Ключові слова: трактор, тягово-зчіпні властивості, рушій.

**OPTIMIZATION OF TRACTION AND TRACTION PROPERTIES OF TRACTOR
ENGINES**

Ph.D., associate professor Kolesnik I., student of education Voloshyn N.

Traction and adhesion properties of the traversability of tractors when working with various agricultural implements are affected by the redistribution of vertical loads and torques on the drive axles depending on the tangential traction force developed by the tractor under specific operating conditions.

Key words: tractor, traction and traction properties, driver.

Секція 3

«Експлуатація колісних та гусеничних машин»

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

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

Колісні та гусеничні машини є важливою складовою багатьох галузей, таких як сільське господарство, будівництво, транспорт і військова справа. Їхня надійність та ефективність безпосередньо впливають на продуктивність операцій, в яких вони задіяні. Однак постійна експлуатація в жорстких умовах, високе навантаження та вплив факторів навколишнього середовища призводять до зносу елементів машин і вимагають регулярного технічного обслуговування.

Завдання оптимізації технічного обслуговування полягає у впровадженні таких методів і технологій, які дозволяють знизити витрати на ремонт і обслуговування, мінімізувати кількість несправностей та збільшити експлуатаційний ресурс техніки.

Технічне обслуговування включає в себе систему запланованих робіт, що спрямовані на підтримку техніки в робочому стані, запобігання несправностям та зменшення часу простою. Сучасні підходи до ТО базуються на впровадженні діагностичних технологій та використанні автоматизованих систем управління ТО.

Одним із найбільш прогресивних методів є прогнозує технічне обслуговування (Predictive Maintenance), що передбачає використання даних датчиків для моніторингу стану ключових вузлів і агрегатів техніки в реальному часі. Зібрані дані аналізуються за допомогою алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування ймовірних несправностей до їхнього фактичного виникнення. Це дозволяє замінювати деталі або виконувати ремонт до того, як техніка вийде з ладу, що мінімізує ризики простоїв.

Дистанційний моніторинг стану техніки дозволяє відстежувати робочі параметри машин на відстані та у режимі реального часу. За допомогою GPS, телеметричних систем і датчиків контролюються такі параметри, як температура двигуна, рівень масла, знос ходової частини тощо. Інформація передається в єдиний центр управління, де фахівці можуть оперативно приймати рішення щодо необхідності ТО або заміни окремих елементів.

Важливим інструментом для оптимізації ТО є використання великих даних (Big Data) та аналітичних систем, які дозволяють накопичувати і аналізувати історичні дані щодо технічного стану машин. Це допомагає виявляти приховані закономірності зносу деталей та прогнозувати майбутні несправності з високою точністю. Застосування таких технологій дозволяє скорочувати витрати на ремонт і підвищувати ефективність технічного обслуговування.

Сучасні програми управління ТО пропонують гнучкі інструменти для створення адаптивних графіків обслуговування. Такі програми можуть автоматично оновлювати графіки ТО на основі зібраних даних, повідомляти про критичні показники зносу та надавати рекомендації щодо ремонту або заміни деталей. Це дозволяє операторам завчасно планувати роботи та зменшувати кількість позапланових зупинок.

Оптимізація технічного обслуговування колісних і гусеничних машин є важливим етапом на шляху підвищення їхньої експлуатаційної надійності. Використання сучасних технологій моніторингу, діагностики та прогнозування дозволяє своєчасно виявляти несправності, персоналізувати графіки ТО та підвищувати ефективність техніки. Це сприяє зниженню витрат, зменшенню простоїв і підвищенню загальної продуктивності технічних операцій. Впровадження таких інновацій є ключем до успішної експлуатації машин у сучасних умовах підвищеної конкуренції та високих вимог до надійності.

Список літератури

1. Lubing Wang. Multi-objective predictive maintenance scheduling models integrating remaining useful life prediction and maintenance decisions. *Computers & Industrial Engineering*, November 2024, p. 197.
2. Ufuk Dereci, Gülfem Tuzkaya. An explainable artificial intelligence model for predictive maintenance and spare parts optimization. *Supply Chain Analytics* 2024, p. 8.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ І ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ

асистент Костюк С.Ю.

Впровадженні методів і технологій, які дозволять знизити витрати на ремонт і обслуговування та збільшити експлуатаційний ресурс техніки.

Ключові слова: моніторинг, несправність, транспортне обслуговування.

OPTIMIZATION OF MAINTENANCE OF WHEELED AND TRACKED MACHINES TO INCREASE OPERATIONAL RELIABILITY

assistant Kostyuk S.Y.

Implementation of methods and technologies that will reduce repair and maintenance costs and increase the operational resource of equipment.

Keywords: monitoring, malfunction, transport service.

ВПЛИВ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

асистент Костюк С.Ю.

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

Гусеничні машини є незамінними в різних галузях, таких як будівництво, сільське господарство, військова техніка та видобувна промисловість. Їхня здатність долати складні ландшафти і працювати в умовах інтенсивного навантаження робить їх ефективним інструментом для важких робіт. Однак, постійний вплив високих механічних навантажень, абразивного середовища та важких умов експлуатації призводить до значного зносу ходової частини гусеничних машин, що безпосередньо впливає на їх експлуатаційну надійність і вартість обслуговування.

Одним з основних шляхів підвищення зносостійкості елементів ходової частини є впровадження нових, більш досконалих матеріалів. Ці інновації дозволяють продовжити термін служби ключових компонентів, зменшити витрати на технічне обслуговування та підвищити ефективність експлуатації техніки в умовах екстремальних навантажень.

Ходова частина гусеничних машин зазнає інтенсивного зносу через постійний контакт з ґрунтом, піском, камінням та іншими абразивними матеріалами. Основними факторами, що впливають на знос елементів ходової частини, є: **механічні навантаження, абразивний знос, корозія.**

Впровадження інноваційних матеріалів є ключовим напрямом у боротьбі з передчасним зносом елементів ходової частини гусеничних машин. Останні дослідження та розробки дозволяють створювати матеріали, що мають вищу зносостійкість, корозійну стійкість та механічну міцність.

Одним із найпоширеніших матеріалів, що використовуються у виготовленні елементів ходової частини, є високоміцні сталі з підвищеною стійкістю до абразивного зносу. Завдяки спеціальним легуючим елементам (таким як хром, молібден, ванадій) ці сталі мають високу твердість і міцність, що дозволяє їм витримувати значні механічні навантаження та інтенсивний абразивний вплив.

Використання таких сталей особливо ефективно для виготовлення гусениць і опорних катків, що постійно контактують з твердими поверхнями. Застосування нових марок високоміцних сталей дозволяє підвищити термін служби елементів на 20-30%, що суттєво знижує експлуатаційні витрати.

Полімерні та композитні матеріали знаходять все ширше застосування в конструкціях гусеничних машин завдяки своїм унікальним властивостям. Сучасні полімери мають високу

зносоустійкість, низьку вагу та стійкість до корозії, що робить їх ідеальними для використання в компонентах, які піддаються високому зносу.

Полімери та композити часто використовуються для виготовлення підшипників, втулок та прокладок у ходовій частині, де важливі як зносоустійкість, так і можливість зниження тертя між рухомими частинами. Вони також значно знижують загальну вагу машини, що позитивно впливає на її паливну ефективність і зменшує навантаження на двигун.

Одним із перспективних методів підвищення зносоустійкості є застосування керамічних покриттів або напилення на металеві поверхні елементів ходової частини. Керамічні матеріали відомі своєю високою твердістю та стійкістю до абразивного зносу. Нанесення таких покриттів на гусениці, катки та інші компоненти ходової частини дозволяє значно збільшити їхній термін служби та захистити від механічних пошкоджень.

Впровадження нових матеріалів для підвищення зносоустійкості елементів ходової частини гусеничних машин є важливим етапом у розвитку технічних рішень для підвищення їхньої надійності та ефективності. Сучасні високоміцні сталі, полімерні та композитні матеріали, а також керамічні покриття дозволяють значно продовжити термін служби.

Список літератури

1. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. *Методика вивчення дисципліни та приклади розв'язування задач*, 2019, С.374

ВПЛИВ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЗНОСОУСТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

асистент Костюк С.Ю.

Впровадження основних шляхів підвищення зносоустійкості елементів ходової частини.

Ключові слова: ходова частина, зносоустійкість, надійність

THE INFLUENCE OF THE INTRODUCTION OF NEW MATERIALS ON THE WEAR RESISTANCE OF TRACKED MACHINE TRACK ELEMENTS

assistant Kostyuk S.Yu.

Implementation of the main ways of increasing the wear resistance of undercarriage elements.

Keywords: undercarriage, wear resistance, reliability.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРАНИЧНОГО СТАНУ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА JOHN DEERE

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

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

Стратегія науково-технічного розвитку сільського господарства України визначає головною метою створення основи інноваційного розвитку внутрішнього ринку продукції та послуг, що забезпечить стабільне положення країни на зовнішніх ринках. Проте рівень технологічного та технічного розвитку вітчизняної виробничої бази порівняно з виробничою базою країн Європейського Союзу, Америки та Канади знаходиться на низькому рівні, що не гарантує необхідного технічного забезпечення сучасних прогресивних технологій.

Основним напрямком підвищення конкурентоспроможності транспортно-технологічних машин є технологічна і технічна модернізація виробничої бази агропромислового комплексу. Зокрема, важливими є питання технічного обслуговування машин і устаткування з метою забезпечення його працездатності на високому рівні, не нижче закордонних аналогів. У цьому питанні існує протиріччя через відсутність технічних даних про граничні стани вузлів і складальних одиниць іноземної техніки, що не дозволяє оцінити її реальну надійність в експлуатації на основі діагностики технічного стану [2].

Вирішення наукової проблеми підвищення якості експлуатованих транспортно-технологічних машин у сільському господарстві необхідно здійснювати, перш за все, в умовах важкої експлуатації, а особливо після зняття з гарантії. Важливість знання терміну перед техобслуговуванням, ремонтом або списанням є дуже важливим аспектом, оскільки несвоєчасно замінена складальна одиниця призводить до виходу з ладу більш дорогої одиниці, зокрема для механічних трансмісій [3].

Завданням даної роботи є кількісна оцінка основних параметрів граничного стану складальних одиниць за результатами експлуатаційних досліджень.

Об'єктом дослідження є карданний шарнір приводного вала коробки передач трактора John Deere. Основними кількісними параметрами оцінки технічного стану є напруження в годинах (за даними бортового комп'ютера), навантаження на двигун (за даними бортового комп'ютера) і радіальний люфт (за вимірюванням за допомогою установки).

Дослідження проводили на 34 тракторах, що експлуатуються на підприємствах Харківської області. При обробці інформації дані про трактори з напруженням менше 4500 годин були виключені через незначний знос деталей.

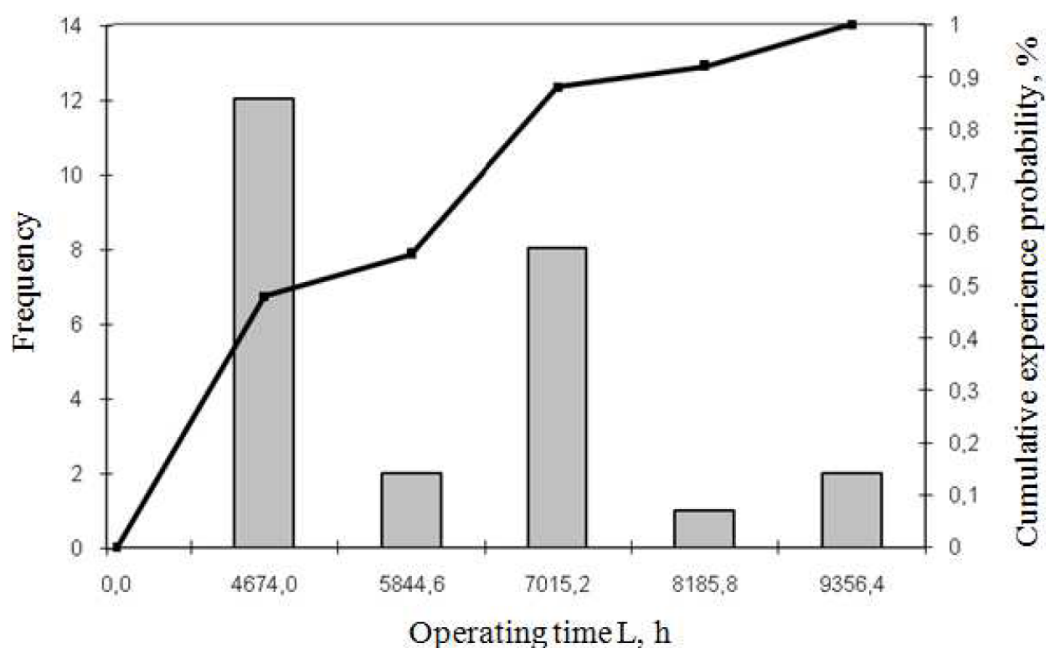
Для проведення практичних випробувань установки та методики вимірювання проводились вимірювання радіального люфту в лабораторних умовах, а також для з'єднань, виведених з експлуатації у зв'язку з перевищенням встановленого виробником

максимального напрацювання [1]. Для перевірки та підтвердження величини радіального люфту, виміряного приладом, необхідно використовувати лабораторну установку, а отримане на установці значення радіального люфту дозволяє не тільки уточнити, але й обґрунтовано прийняти рішення про подальшу працездатність установки. Під час лабораторних (в ремонтній майстерні) та експлуатаційних (в польових умовах) досліджень відібрано дві проби в кількості 20 одиниць.

Експлуатаційні вимірювання проводяться приладом безпосередньо в польових умовах, а лабораторні – установкою в умовах ремонтної майстерні.

Спосіб обробки усіченої інформації про показники надійності містить наступні етапи. Перший – генерація результатів аналізу радіального люфту, напрацювання та навантаження у вигляді таблиць даних; другий – складання статистичних рядів вихідної інформації. Третій – визначення середнього значення показника надійності та його середньоквадратичного відхилення; четвертий – перевірка інформації за пунктами, що випадають. П'ятий – побудова графічного зображення експериментального розподілу показників надійності: гістограми, багатокутника та кривої накопичених експериментальних ймовірностей; шостий – визначення коефіцієнта варіації. Сьомий – вибір закону теоретичного розподілу для вирівнювання експериментальної інформації; восьмий – визначення довірчих меж розкиду одиничних і середніх показників надійності; дев'ятий – визначення абсолютної та відносної граничної похибки передачі характеристик показника надійності [2].

На основі отриманих даних напрацювання (табл. 2) побудовано емпіричний (рис. 1, а) та теоретичний (рис. 1, б) розподіли напрацювання.



а

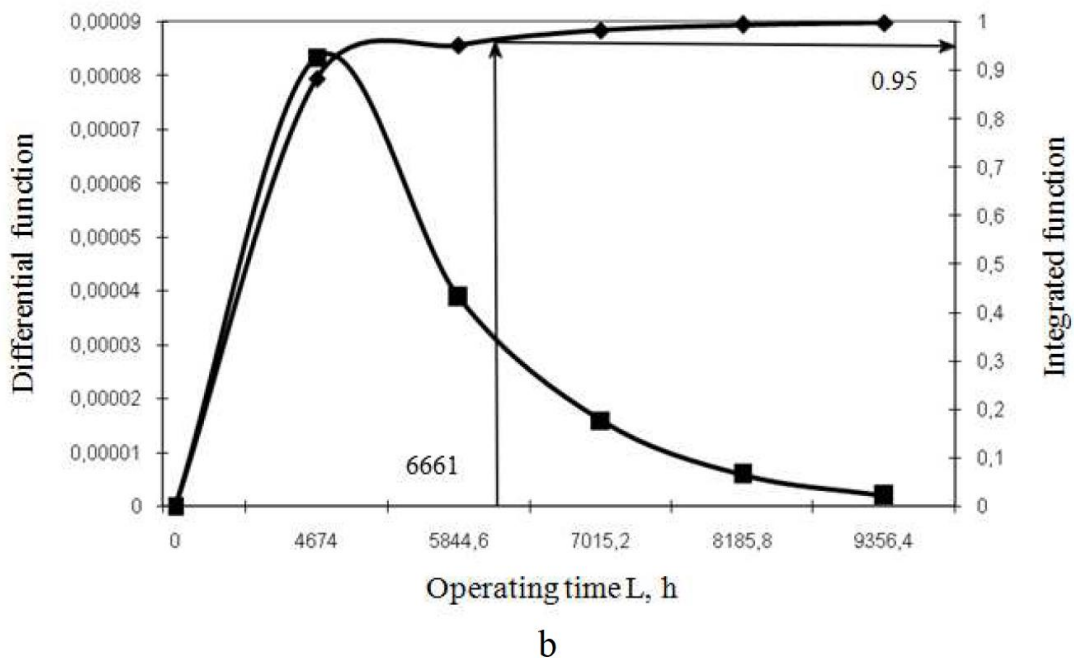


Рисунок 1 – Емпіричний (а) та теоретичний (б) розподіл напрацювання досліджуваних карданних шарнірів L, год.

На рисунку 1, а і б видно, що середній час роботи агрегатів без технічного обслуговування становив 6661 год. При цьому 95 % карданних з'єднань мають напрацювання до 6661 год і лише 5 % тракторів з напрацюванням понад 6661 год.

Остаточно отримано такі дані: довірчі межі розсіювання одиничних показників з імовірністю 0,9 верхні 4346 год і нижні 6804 год відхилення; довірчі межі розкиду середнього значення напрацювання - нижня 6316 год і верхня 7105 год, відносна похибка передачі - нижня 5,2 % і верхня 6,7 %.

На основі статистичної обробки результатів лабораторних досліджень виведених з експлуатації карданних з'єднань внаслідок відмови встановлено параметри граничного стану: радіальний люфт – $\Delta m = 0,274$ мм, навантаження – $N_m = 47,7$ кВт, напрацювання – $L_m = 6661$ год. При цьому випробуванням підлягають карданні шарніри з радіальним люфтом більше 0,274 мм з навантаженням понад 47,7 кВт при напрацюванні не менше 6649 год.

Аналіз даних досліджень параметрів граничного стану карданних з'єднань тракторів John Deere серії 7 показав: 95 % з'єднань мають напрацювання до 6661 год і лише 5 % з напрацюванням понад 6661 год; частка шарнірів з навантаженням не більше 47,7 кВт для двигуна становить 73 %, а з навантаженням понад 47,7 кВт – 27 %; при середньому радіальному люфті $\Delta = 0,274$ мм для 85 % агрегатів, що працюють, застосовуються технічні заходи, а решта 15 % підлягають заміні або ремонту.

У майбутньому для поєднань навантаження, часу роботи та радіального люфту, які спостерігаються в експлуатації, наприклад, для карданних з'єднань, можливе значне

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

підвищення довговічності та надійності за рахунок використання оригінальних методів обслуговування. Тому встановлення параметрів граничного стану є реальним фактором зниження трудомісткості та витрат на технічне обслуговування транспортно-технологічних машин.

Список літератури

1. Manual tractor operation John Deere 7630, 7730, 7830 and 7930 OMAR250895 Edition K6 / (John Deere Waterloo Works) 90-1.
2. Lamberson L. R. and Kapur K. S. 2009 Reliability in engineering design (Weliy India Pvt. Ltd).

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРАНИЧНОГО СТАНУ АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА JOHN DEERE

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

Завданням даної роботи є кількісна оцінка основних параметрів граничного стану складальних одиниць за результатами експлуатаційних досліджень.

Ключові слова: трансмісія, трактор, навантаження, експлуатація.

UNTIL THE DISCOVERY OF THE LAWS OF DISTRIBUTION OF THE TIME OF RECOVERY OF THE ELEMENTS OF QUARRY EXCAVATORS

Ph.D., associate professor Kolesnik I.V.

The task of this work is the quantitative assessment of the main parameters of the limit state of the assembly units based on the results of operational studies.

Key words: transmission, tractor, load, operation.

Секція 4

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

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Авраменко А. М., студентка
Сумський національний аграрний університет
м. Суми, Україна

В сучасному сільському господарстві, що постійно еволюціонує та стикається зі зростаючими вимогами та складними викликами, впровадження систем точного землеробства стає не лише необхідністю, але й стратегічним кроком для забезпечення стійкого розвитку та збільшення прибутковості сільськогосподарських підприємств. Досліджуючи значення та переваги використання систем точного землеробства з метою оптимізації виробничих процесів, підвищення ефективності використання ресурсів та максимізації врожаю для забезпечення стійкого фінансового успіху підприємства.

Перш за все, важливо зрозуміти, що системи точного землеробства базуються на використанні передових технологій, таких як глобальні позиційні системи (GPS), датчики, географічні інформаційні системи (ГІС) та інші, для збору, обробки та аналізу даних про земельні ділянки. Це дозволяє зробити виробничі процеси більш точними та ефективними, зменшуючи витрати на ресурси та збільшуючи їхню виручку.

Однією з ключових переваг впровадження систем точного землеробства є підвищення точності сільськогосподарських операцій. Завдяки точному картографуванню поля та індивідуальному керуванню кожним аспектом вирощування культур, таким як внесення добрив, полив, обробка та збір урожаю, сільськогосподарські підприємства можуть зменшити втрати ресурсів та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище.

Крім того, їх використання дозволяє збільшити ефективність користування ресурсами, таких як вода, добрива та пестициди. Шляхом раціонального розподілу цих ресурсів в залежності від потреб кожної конкретної зони поля, підприємства можуть зменшити витрати та збільшити врожайність. Наприклад, система точного поливу дозволяє дозувати воду в залежності від вологості ґрунту та потреб рослин, що забезпечує оптимальні умови для їхнього росту та розвитку.

Застосування систем точного землеробства також сприяє збільшенню врожайності та покращенню якості продукції. Шляхом індивідуального підходу до кожної рослини та врахування всіх факторів, що впливають на їхній ріст та розвиток, підприємства можуть максимізувати врожай та підвищити якість кінцевої продукції, що дозволяє отримувати більш високий дохід за рахунок продажу якісних товарів на ринку.

Необхідно також відзначити, що впровадження точного землеробства вимагає значних витрат на обладнання та навчання персоналу. Однак, ці витрати

виправдовуються за рахунок підвищення продуктивності та збільшення прибутковості підприємства в подальшому.

Отже, впровадження систем точного землеробства стає стратегічним кроком для забезпечення стійкого розвитку та збільшення прибутковості господарства.

Список літератури

1. Казаченко Л.М., Казаченко Д.А. Переваги GPS-технологій під час розробки проектів консервації малопродуктивних і деградованих земель // Вісник Харківського національного технічного університету с.г. ім. П. Василенка, «Механізація сільськогосподарського виробництва», Вип. 75. Том. I, Харків: 2008. – с. 194 – 226.

2. Броварець О. Необхідність впровадження роботизованих систем для моніторингу стану сільськогосподарських угідь // Збірник наукових праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого / "Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України". – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27). Книга 2. – С. 44–61.

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Авраменко Анастасія Миколаївна, студентка

Доводиться прибутковість впровадження систем точного землеробства для підприємства.

Ключові слова: забезпечення стійкого розвитку, впровадження систем точного землеробства, збільшення прибутковості.

IMPLEMENTATION OF PRECISION AGRICULTURE SYSTEMS TO INCREASE THE PROFITABILITY OF THE ENTERPRISE

Anastasia Mykolaivna Avramenko, student

The profitability of the introduction of precision farming systems for the enterprise is proven.

Keywords: ensuring sustainable development, implementing precision farming systems, increasing profitability.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Хейло В. О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна.*

З розвитком штучного інтелекту (ШІ) автомобільна промисловість переживає період значних змін у напрямі автоматизації та покращення безпеки автомобілів. Вбудовані системи діагностики, які використовують ШІ, забезпечують постійний моніторинг технічного стану авто, вчасне виявлення проблем та попередження аварій [1].

Вбудовані системи діагностики автомобілів, які використовують ШІ, здатні аналізувати великі обсяги даних, що надходять з різних датчиків та модулів автомобіля. Вони використовують методи машинного навчання, такі як нейронні мережі та алгоритми класифікації, для виявлення аномалій та прогнозування технічних проблем [2].

Нейронні мережі вбудованих систем діагностики шляхом використання математичних моделей, які імітують структуру та функціонування людського мозку здатні аналізувати великі обсяги даних, збираючи інформацію з різних датчиків автомобіля. Вони можуть виявляти залежності та закономірності між різними параметрами роботи автомобіля та виявляти аномальні зміни, які можуть свідчити про потенційні проблеми під час експлуатації [3, 4].

Використання для діагностики автомобілів алгоритмів класифікації (методів машинного навчання, які призначені для визначення категорії чи класу, до якого належить певний об'єкт на основі його характеристик) забезпечують класифікацію даних стану як «нормальний» або «аномальний». Вони можуть навчатися на попередніх даних під час роботи автомобіля та реагувати на нові дані, виявляючи відхилення від звичайного параметра та сповіщаючи про можливі технічні проблеми. В цілому застосування методів машинного навчання дозволяє ефективно аналізувати дані та виявляти аномалії, що допомагає вчасно виявляти технічні проблеми та попереджати їхнє виникнення.

Штучний інтелект дозволяє вбудованим системам діагностики автомобілів автоматично виявляти різні види несправностей, які можуть виникнути в системах і механізмах. Вони аналізують дані з датчиків, що моніторять параметри роботи двигуна, трансмісії, гальм та інших систем, та надсилають сповіщення водієві про потенційні проблеми. При цьому ШІ може використовувати методи обробки сигналів для аналізу великого обсягу даних, що надходять з датчиків. Це включає фільтрацію шуму, видалення артефактів та визначення корисної інформації, яка може вказувати на проблеми з різними системами автомобіля. Додатково ШІ може використовувати візуалізацію даних для представлення інформації про стан автомобіля у зрозумілій для водія формі. Це може включати відображення графіків, діаграм або інших візуальних

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

елементів, що допомагають водієві легше розуміти поточний стан автомобіля. ШІ також може використовувати аналітичні моделі для прогнозування майбутніх проблем з автомобілем на основі попередніх даних. Це дозволяє системі передбачити можливі технічні проблеми та надати водієві поради щодо їх попередження.

За допомогою штучного інтелекту вбудовані системи діагностики можуть прогнозувати технічний стан автомобіля на основі аналізу його попередніх даних. Вони виявляють закономірності у виникненні проблем та передбачають майбутні поломки або потреби в технічному обслуговуванні.

За рахунок того, що ШІ може аналізувати великі обсяги даних, які надходять з різних датчиків та систем автомобіля здійснюється виявлення закономірностей, трендів та аномалій. Цей аналіз може допомогти виявити відхилення, які передують певним технічним проблемам, і використовувати цю інформацію для прогнозування майбутнього стану автомобіля. А на основі аналізу попередніх даних та використання методів машинного навчання, вбудовані системи діагностики можуть розробляти прогностичні моделі, які передбачають можливі технічні проблеми та показники стану автомобіля в майбутньому. Ці моделі можуть враховувати різні фактори, такі як історія обслуговування, умови експлуатації, тип дороги тощо, для надання більш точних прогнозів. Це допомагає вчасно виявляти потенційні проблеми та попереджати їхнє виникнення.

Інтелектуальні системи можуть аналізувати попередні дані про технічне обслуговування автомобіля, включаючи інформацію про ремонти, заміни деталей та проведення планових процедур обслуговування. На основі цієї інформації система може розробляти прогностичні моделі, що передбачають майбутні потреби в обслуговуванні та заплановані заходи. Крім того ШІ може враховувати різні умови експлуатації автомобіля, такі як тип дороги, режим водіння, погодні умови тощо. Отримані дані можуть адаптувати графіки обслуговування відповідно до цих умов, наприклад, збільшуючи інтервали між обслуговуванням для автомобілів, які експлуатуються в сприятливих умовах, або скорочуючи їх для автомобілів, які працюють в умовах підвищеного навантаження.

Проведення постійного моніторингу стану автомобіля в реальному часі, аналізуючи дані з різних датчиків та систем ШІ може виявляти зміни в технічному стані автомобіля та адаптувати графіки обслуговування відповідно до цих змін, наприклад, надсилаючи сповіщення водієві про необхідність негайного обслуговування при виявленні критичних проблем.

В цілому інтелектуальні системи можуть автоматично генерувати графіки технічного обслуговування, враховуючи інформацію про попередні ТО та умови експлуатації автомобіля. Це дозволяє ефективно використовувати ресурси та забезпечує вчасне проведення необхідних заходів обслуговування.

Алгоритм для виявлення закономірностей у виникненні проблем та прогнозування майбутніх поломок або потреб у технічному обслуговуванні застосовує методи машинного навчання та аналізу даних. При цьому збираються і попередні дані

про роботу автомобіля, включаючи дані з датчиків, сервісних записів, технічних оглядів, ремонтів та заміни деталей. Далі здійснюється попередній аналіз даних та їхнє очищення від шуму та відсутніх значень. При цьому дані можуть бути перетворені та стандартизовані для підготовки до моделювання. Потім здійснюється вибір моделей машинного навчання, таких як нейронні мережі, дерева рішень, метод опорних векторів тощо, які найкраще підходять для проблеми передбачення поломок або потреб в обслуговуванні. При цьому здійснюється навчання вибраної моделі на підготовлених даних для виявлення закономірностей та залежностей між різними факторами та виникненням проблем.

Застосування штучного інтелекту в системах діагностики сприяє підвищенню рівня безпеки на дорогах. Інтелектуальні системи діагностики, які використовують ШІ, надзвичайно чутливі до навіть малих змін у функціонуванні автомобіля. Вони можуть виявити потенційні проблеми, які можуть призвести до аварій або небезпечних ситуацій на дорозі, і сповістити водія про необхідність вжиття заходів. А за допомогою аналізу попередніх даних та використання методів машинного навчання, системи діагностики можуть прогнозувати майбутні проблеми з автомобілем. Вони можуть відразу ж сповістити водія про такі проблеми та надати рекомендації щодо подальших дій. Це дозволяє вжити заходів з попередження їх виникнення, що може запобігти небезпечним ситуаціям на дорозі.

Таким чином швидке виявлення потенційних проблем дозволяє уникнути аварій та небезпечних ситуацій на дорозі. Використання штучного інтелекту в вбудованих системах діагностики автомобілів є ключовим чинником у покращенні безпеки, надійності та ефективності автомобільної техніки. Інтелектуальні системи дозволяють виявляти несправності, прогнозувати їх виникнення та оптимізувати процес обслуговування, що сприяє збільшенню тривалості служби автомобілів та зниженню витрат на їх експлуатацію.

Список літератури

1. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. [Текст] / М. Г. Макаренко, В. І. Пиріжок. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

2. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. [Текст] / М. Г. Макаренко, В. О. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.

3. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. [Текст] / М. Г. Макаренко, К. А. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 155.

4. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. [Текст] / М. Г. Макаренко, Є. А. Калашник. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 189.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ

Макаренко М. Г., Хейло В. О.

Державний біотехнологічний університет.

Описані можливості штучного інтелекту (ШІ) для вбудованих систем діагностики автомобіля, який може аналізувати великі обсяги даних, що надходять з різних датчиків та систем, виявляти закономірності, тренди та аномалії. Проведений ШІ аналіз може допомогти виявити відхилення, які передують певним технічним проблемам, і використати цю інформацію для прогнозування майбутнього стану автомобіля.

Ключові слова: вбудовані системи діагностики автомобілів, машинне навчання, нейронні мережі, діагностика автомобілів, технічне обслуговування.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR BUILT-IN VEHICLE DIAGNOSTIC SYSTEMS

M. Makarenko, V. Hailo.

State Biotechnological University.

The possibilities of artificial intelligence (AI) for built-in car diagnostic systems are described, which can analyze large volumes of data coming from various sensors and systems, identify patterns, trends and anomalies. The AI analysis performed can help detect abnormalities that precede certain technical problems and use this information to predict the future state of the vehicle.

Key words: embedded car diagnostic systems, machine learning, neural networks, car diagnostics, maintenance.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ ТРАКТОРІВ

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Пиріжок В. І,
здобувач вищої освіти Кривоніс С. В.
*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна.*

З розвитком сільськогосподарської техніки виникає потреба в пошуку оптимальних рішень для підвищення ефективності роботи тракторів у сільському господарстві. Одним із ключових аспектів є маневровість трактора під час роботи з агрегованими машинами.

Використання штучного інтелекту (ШІ) в сільському господарстві для оптимізації маневрових якостей тракторів при роботі з агрегованими машинами має ряд ключових переваг, оскільки він може аналізувати великий обсяг даних про рух трактора та агрегатів, враховуючи такі параметри, як швидкість, кут повороту, навантаження тощо. На основі цих даних алгоритми машинного навчання можуть оптимізувати керування трактором, забезпечуючи оптимальний режим роботи при взаємодії з агрегатами [1, 2].

ШІ дозволяє підвищити точність руху трактора та агрегатів шляхом адаптації до змінних умов роботи. Наприклад, системи автоматичного керування можуть коригувати траєкторію руху трактора в реальному часі, щоб уникнути зіткнень з перешкодами та оптимізувати траєкторію руху. Крім того ШІ може допомогти максимізувати продуктивність роботи трактора та агрегатів шляхом автоматизації певних процесів, таких як регулювання швидкості, вибір оптимального маршруту тощо. Це дозволяє підвищити продуктивність робіт, оптимізувати проведення технічних обслуговувань, знизити витрати палива та інших ресурсів [3, 4].

ШІ може надавати операторам тракторів рекомендації щодо оптимальних стратегій руху та виконання робіт на основі аналізу даних про стан полів, погодних умов, технічного стану та інших факторів. А також може допомогти знизити ризик виникнення аварій та травматизму під час роботи з агрегатами шляхом автоматичного виявлення небезпечних ситуацій та вжиття відповідних заходів безпеки.

Отже, використання штучного інтелекту може значно покращити маневрові якості тракторів при роботі з агрегованими машинами, забезпечуючи оптимальний та безпечний рух та підвищуючи продуктивність сільськогосподарських операцій.

Для дослідження маневрових якостей тракторів була використана методика аналізу даних, отриманих з сенсорів та вбудованих систем моніторингу технічного стану, яка передбачає комплексний підхід до збору, обробки і аналізу інформації з різних джерел. Використання штучного інтелекту (ШІ) дозволило зібрати та обробити великий обсяг даних про рух тракторів, враховуючи такі параметри, як швидкість, тиск в

гідросистемі, кут поворот керованих коліс, навантаження, сигнали від GPS-систем тощо. Дані, отримані від сенсорів та систем моніторингу, збираються та зберігаються в електронному форматі (база даних, спеціалізовані програмні платформи або хмарні сервіси).

Отримані дані піддаються обробці та аналізу для виявлення закономірностей, виявлення аномалій та отримання корисної інформації. Цей процес включає фільтрацію шумів, калібрування датчиків, розпізнавання паттернів тощо. На основі аналізу даних створюються математичні моделі, що дозволяють прогнозувати поведінку трактора та агрегатів у різних умовах роботи. Це допомагає зрозуміти, які фактори впливають на маневрові якості та як їх можна оптимізувати.

Для створення математичної моделі, що дозволяє прогнозувати маневреність трактора у різних умовах роботи враховувався вплив таких факторів, як характеристики трактора, умови ґрунту, навантаження та інші. Були використані кінематичні рівняння руху трактора.

Загальна математична модель повороту трактора при повороті з різними машинами буде складатися з сукупності кінематичних та динамічних рівнянь, що дозволять прогнозувати поведінку системи у різних умовах роботи. Така модель може бути доповнена іншими факторами, такими як тип ґрунту, наявність нахилів, швидкість руху тощо, для отримання більш точних результатів.

Для моделювання руху трактора по криволінійній траєкторії можна використати рівняння руху з кривизною траєкторії та радіусом кривизни.

Отримані результати впроваджуються у реальну експлуатацію та перевіряються на практиці. Цей етап включає тестування розроблених алгоритмів у реальних умовах та внесення коректив в разі необхідності.

Використання цієї методики дозволяє зрозуміти динаміку руху трактора та агрегованих машин, виявити можливі проблеми та вдосконалити їх роботу для досягнення оптимальних маневрових якостей. Крім того, цей підхід дозволяє забезпечити підвищену безпеку роботи та оптимізацію витрат палива та інших ресурсів.

В дослідженнях в якості критерію динамічної повороткості машинно-тракторного агрегату (МТА) приймалась максимальна кутова швидкість повороту, оскільки вона зв'язує між собою в комплексний показник лінійну швидкість руху МТА і радіус повороту (кривизну траєкторії), тобто:

$$\omega = \frac{V_{X1} \operatorname{tg} \bar{\alpha}}{L} = \frac{V_{X1}}{R_2} = V_{X1} k. \quad (1)$$

При цьому показник керованості буде

$$\frac{d\omega}{dt} = k \frac{dV_{X1}}{dt} + V_{X1} \frac{dk}{dt} = k \frac{dV_{X1}}{dt} + V_{X1} \frac{dk}{d\bar{\alpha}} \frac{d\bar{\alpha}}{dt}. \quad (2)$$

Рівняння (2) прийме вид:

$$\frac{d\omega}{dt} = k \frac{dV_{X1}}{dt} + V_{X1}\mu_1 \frac{d\bar{\alpha}}{dt}. \quad (3)$$

Аналіз залежності (3) показує, що керованість МТА при повороті забезпечується двома діями dV_{X1}/dt і $d\bar{\alpha}/dt$. Ступінь впливу dV_{X1}/dt залежить від кривизни траєкторії руху машини, а вплив $d\bar{\alpha}/dt$ – від швидкості руху V_{X1} і чутливості МТА до повороту μ .

Дослідження показало, що використання ШІ дозволяє значно покращити маневрові якості тракторів при роботі з агрегатованими машинами. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати великий обсяг даних та виявляти закономірності у русі трактора, що дозволяє оптимізувати керування та роботу системи.

Таким чином використання ШІ при дослідженні маневрових якостей тракторів є перспективним напрямком, який дозволяє підвищити ефективність та надійність роботи сільськогосподарської техніки та є ефективним інструментом для підвищення продуктивності та безпеки сільськогосподарських операцій.

Передбачається подальше дослідження в цьому напрямку з метою оптимізації роботи тракторів та розвитку нових технологій для автоматизації сільськогосподарських процесів.

Список літератури

1. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. [Текст] / М. Г Макаренко, В.І. Пиріжок. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, В. О. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
3. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, К. А. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 155.
4. Переваги переходу до проактивного технічного обслуговування тракторів. [Текст] / М. Г, Макаренко, Є. А. Калашник. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 189.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ ТРАКТОРІВ

Макаренко М. Г., Пиріжок В. І., Кривоніс С. В.
Державний біотехнологічний університет.

Описані можливості штучного інтелекту (ШІ) для оптимізації маневрових якостей тракторів при роботі з агрегатованими машинами. Відмічені його ключові переваги, оскільки він може аналізувати великий обсяг даних про рух трактора та агрегатів, враховуючи такі параметри, як швидкість, кут повороту, навантаження тощо, та на основі яких алгоритми машинного навчання можуть оптимізувати керування трактором, забезпечуючи оптимальний режим роботи МТА.

Ключові слова: штучний інтелект, швидкість руху, кут повороту, навантаження, точність руху, трактор, МТА, продуктивність роботи, маневрові якості, аналіз.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN RESEARCHING THE MANEUVERING QUALITIES OF TRACTORS

M. Makarenko, V. Pyrizhok, S. Krivonis
State Biotechnological University.

The possibilities of artificial intelligence (AI) for optimizing the maneuvering qualities of tractors when working with aggregated machines are described. Its key advantages are noted, as it can analyze a large amount of data about the movement of the tractor and aggregates, taking into account parameters such as speed, turning angle, load, etc., and on the basis of which machine learning algorithms can optimize tractor control, ensuring the optimal mode of operation of the MTA.

Key words: artificial intelligence, movement speed, turning angle, load, movement accuracy, tractor, MTA, work performance, maneuverability, analysis.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Бондаренко К. А.,
здобувач вищої освіти Бондаренко В. О.
*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна.*

Автомобільна промисловість постійно шукає інноваційні підходи для покращення маневрових характеристик автомобілів з метою забезпечення безпеки, комфорту та ефективності руху на дорогах. В останні роки велике значення набувають технології штучного інтелекту (ШІ) та доповненої реальності (ДР), які використовуються для аналізу та вдосконалення маневрових якостей автомобілів [1, 2].

ШІ відкриває безліч можливостей для аналізу та оптимізації маневрових якостей автомобілів. За допомогою алгоритмів машинного навчання та обробки великих обсягів даних з'явилась можливість досліджувати поведінку автомобілів у різних умовах руху та розробляти оптимальні стратегії маневрування. Автоматизовані системи на базі ШІ здатні аналізувати та прогнозувати рух автомобілів, реагуючи на різноманітні дорожні ситуації та забезпечуючи водіїв необхідною інформацією для безпечного та ефективного керування [3].

При цьому алгоритми машинного навчання та обробки великих обсягів даних відіграють ключову роль у вивченні поведінки автомобілів та розробці оптимальних стратегій маневрування. Так за допомогою алгоритмів класифікації можна аналізувати великі обсяги даних з датчиків та камер, що встановлені на автомобілях. Наприклад, за допомогою нейронних мереж можна класифікувати різні дорожні ситуації, такі як рух на швидкості, зміна смуги руху, реакція на інші автомобілі тощо. На основі цих даних можна розробити модель прогнозування маневрів автомобілів у різних умовах руху. А використання алгоритмів навчання дозволяє автомобілю вдосконалювати свій рух на основі власного досвіду та взаємодії з навколишнім середовищем. Наприклад, можна використовувати алгоритми навчання для вивчення оптимальних стратегій реагування на дорожні ситуації, які забезпечують максимальний рівень безпеки та комфорту для водія та пасажирів.

Застосування методів кластеризації дозволяє групувати подібні дорожні ситуації разом і аналізувати їх з точки зору взаємозв'язків та особливостей. Наприклад, можна використовувати кластеризацію для ідентифікації типових сценаріїв маневрування та розробки відповідних стратегій керування для кожного з них. Поєднання цих методів з використанням глибинного навчання дозволяє розпізнавати складні ситуації в поведінці автомобілів та навчати систему адаптивно реагувати на них. Наприклад, можна використовувати глибинне навчання для розпізнавання ризикових дорожніх ситуацій та автоматичного управління для їх уникнення.

Ці підходи можуть бути використані окремо або в поєднанні з метою створення інтелектуальних систем, що забезпечують безпеку та комфорт управління автомобілями в різних умовах руху.

Доповнена реальність (ДР) є потужним інструментом для вивчення та аналізу різноманітних сценаріїв руху автомобілів. Вона використовується для створення імітаційного середовища, де можна візуалізувати різні сценарії руху автомобіля та вивчати їх вплив на маневрові характеристики. За допомогою спеціальних пристроїв, таких як гарнітури віртуальної реальності, водії можуть відчувати реалістичні умови руху, створювати віртуальні середовища, в яких можна моделювати різні дорожні ситуації, такі як рух на різних швидкостях, маневри, реакція на перешкоди тощо та навіть тренуватися у складних маневрах без ризику аварій. Водії можуть інтерактивно взаємодіяти з цими симуляціями, відчуваючи реалістичні умови руху та навчаючись реагувати на різні ситуації. Крім того ДР дозволяє вивчати та аналізувати різноманітні сценарії руху, що допомагає визначити оптимальні стратегії маневрування та покращити реакцію водіїв на різні дорожні умови. Інтеграція цієї технології у навчальні та тренувальні програми може значно підвищити рівень безпеки та ефективності водіння.

Інтеграція ШІ та ДР дозволяє створювати потужні системи аналізу та оптимізації маневрових якостей автомобілів. Системи аналізу маневрових якостей автомобілів збирають дані, отримані від різних датчиків, камер та інших джерел. ШІ використовується для обробки цих даних та визначення ключових параметрів, які впливають на маневровість, таких як швидкість, кут повороту, розташування інших автомобілів тощо.

Моделювання різних сценаріїв: На основі отриманих даних системи можуть створювати віртуальні моделі різних дорожніх ситуацій та маневрів. Це може включати різні швидкості, типи доріг, наявність перешкод та інші фактори. ДР використовується для візуалізації цих моделей, що дозволяє водіям та інженерам детально аналізувати їх.

Інтеграція ШІ дозволяє автоматизувати процес тестування та тренування систем управління автомобілями. Системи можуть бути використані для відтворення різних сценаріїв руху та аналізу реакції автомобілів на них, а також для тренування моделей машинного навчання з метою оптимального керування автомобілем.

При цьому ШІ постійно використовується не лише для аналізу результатів і розробки оптимальних стратегій управління автомобілями в різних умовах руху, а і для вдосконалення та адаптації до нових умов руху шляхом аналізу великих обсягів даних та використанням навчання з підкріпленням. Це дозволяє покращувати якість та ефективність систем з часом.

Інтеграція технологій ШІ та ДР може підтримувати автоматизоване управління автомобілем, зокрема системи автопілоту. При цьому ШІ використовується для аналізу даних та виявлення різних об'єктів на дорозі, а ДР може використовуватися для створення інтерфейсів взаємодії з водієм, що сприяє зручному та ефективному управлінню.

Загалом, інтеграція ШІ та ДР дозволяє створювати потужні системи аналізу та оптимізації маневрових якостей автомобілів, що допомагають підвищити безпеку та

ефективність руху на дорозі, оскільки водії мають можливість швидше реагувати на небезпечні ситуації та дорожні умови. Інтеграція цих технологій в дослідженні маневрових якостей автомобілів відкриває нові можливості для покращення безпеки, комфорту та ефективності руху на дорогах шляхом створення інтелектуальних систем, які забезпечують водіїв необхідною інформацією та рекомендаціями. Це допомагає знижувати ризики дорожніх нещасних випадків та забезпечує більш безпечний та ефективний рух на дорозі.

Список літератури

1. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. [Текст] / М. Г Макаренко, В.І. Пиріжок. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.
2. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, В. О. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.
3. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, К. А. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 155.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

Макаренко М. Г., Бондаренко К. А., Бондаренко В. О.,

Описані можливості штучного інтелекту (ШІ) та доповненої реальності (ДР), які використовуються для аналізу та оптимізації маневрових якостей автомобілів шляхом використання алгоритмів машинного навчання та обробки великих обсягів даних, а також можливістю дослідження поведінки автомобілів у різних умовах руху та розробляти оптимальні стратегії маневрування.

Ключові слова: Штучний інтелект, маневрові якості, автомобілі, нейронні мережі, прогнозування, кластеризація, аналіз.

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUGMENTED REALITY IN RESEARCHING THE MANEUVERING QUALITIES OF VEHICLES

Makarenko M. G., Bondarenko K. A., Bondarenko V. O.,

The possibilities of artificial intelligence (AI) and augmented reality (AR) are described, which are used to analyze and optimize the maneuvering qualities of cars by using machine learning algorithms and processing large volumes of data, as well as the possibility of studying the behavior of cars in different traffic conditions and developing optimal maneuvering strategies.

Keywords: Artificial intelligence, maneuverability, cars, neural networks, forecasting, clustering, analysis.

РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ПІДВИЩЕННІ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Шевченко І. О.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна.*

Системи керування в автомобільній промисловості знаходяться на шляху постійного розвитку, завдяки впровадженню новітніх технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН). Ці інновації відкривають широкі можливості для підвищення точності, надійності та ефективності автомобільних систем.

Штучний інтелект (ШІ) використовується в транспортних технологіях для підвищення точності та надійності автомобільних систем за допомогою різних методів та систем. Так нейронні мережі використовуються для розв'язання різноманітних задач в автомобільній промисловості, включаючи розпізнавання об'єктів на дорозі (таких як інші транспортні засоби, пішоходи, дорожні знаки), прогнозування дорожніх умов, виявлення аномалій та автоматичне керування автомобілем. А генетичні алгоритми можуть бути використані для оптимізації параметрів автомобільних систем, таких як системи керування та системи навігації. Вони можуть бути застосовані для пошуку оптимальних рішень у складних системах з багатьма варіантами вибору [1, 2].

Логічне програмування може бути використане для розробки систем, які приймають рішення на основі логічних правил [3]. У контексті автомобільних систем, це може бути використано для реалізації систем автономного керування, які приймають рішення на основі внутрішніх та зовнішніх сигналів.

Перспективним є також використання машинного навчання, яке використовує широку гаму методів для навчання систем прогнозувати ситуації та приймати рішення на основі отриманих даних з метою підвищення точності та надійності автомобільних систем.

Так методи класифікації та регресії використовуються для навчання систем розпізнавати та прогнозувати різні типи ситуацій на дорозі. Наприклад, система може бути навчена класифікувати дорожні умови (суха, мокра, сніг, лід) на основі вхідних сигналів з датчиків.

Методи кластеризації використовуються для групування схожих за характеристиками даних, що допомагає системі розпізнати подібні ситуації на дорозі та вживати відповідні заходи безпеки.

Методи підтримки прийняття рішень використовуються для навчання систем приймати оптимальні рішення в реальному часі на основі отриманих даних та вхідних параметрів. Наприклад, система може приймати рішення про те, коли

гальмувати або рухатися вперед на основі дорожніх умов та руху інших транспортних засобів.

Використання нейронних мереж забезпечує обробку візуальної інформації, такої як зображення та відео, що надходять з камер на автомобілі. Вони можуть бути навчені розпізнавати об'єкти на дорозі (інші автомобілі, пішоходи, дорожні знаки) та аналізувати дорожні умови для прийняття рішень.

При створенні математичної моделі використання нейронних мереж для обробки візуальної інформації на автомобілі, потрібно спершу визначити основні етапи цього процесу.

Позначимо вхідні дані як X , що представляють візуальну інформацію, таку як зображення або відео, отримані з камер на автомобілі.

Використовуючи певний алгоритм передпроцесування (наприклад, масштабування, згладжування, нормалізація), вхідні дані X обробляються для підготовки до подальшого аналізу.

Нехай $f(X)$ позначає функцію нейронної мережі, яка обробляє підготовлені вхідні дані та виробляє вихідні дані Y . Функція $f(X)$ може бути складеною з декількох шарів, кожен з яких зазвичай включає в себе операції, такі як згортка, підсумовування, активація та зведення помилки.

Після обробки нейронною мережею отримуємо вихідні дані Y , які можуть представляти результат класифікації об'єктів на зображеннях, прогнозування дорожніх умов або інші параметри, які використовуються для прийняття рішень автомобільною системою.

Математично, модель може бути виражена наступним чином:

$$Y=f(X;\Theta)$$

де Θ - параметри нейронної мережі, які навчаються в процесі тренування.

В цілому методи машинного навчання дозволяють системам автомобільного керування адаптуватися до різних умов на дорозі та підвищувати точність та надійність їх функціонування. За допомогою навчання на основі даних, системи можуть швидше реагувати на змінні умови та максимально оптимізувати свої дії для забезпечення безпеки та комфорту водіїв та пасажирів.

У контексті автомобільних систем керування, ШІ може використовуватися для розв'язання різноманітних завдань, від розпізнавання дорожніх знаків та інших учасників дорожнього руху до автономного керування та прогнозування дорожніх умов.

Машинне навчання в контексті автомобільних систем керування використовується для навчання комп'ютерних систем розпізнавати закономірності в великих обсягах даних та приймати рішення на їх основі з метою покращення функціональності та безпеки автомобілів. Так машинне навчання використовується для навчання комп'ютерних систем відстежувати об'єкти на дорозі, такі як інші автомобілі, пішоходи та дорожні знаки. Це дозволяє системам керування

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

автомобілем реагувати на навколишнє середовище та уникати потенційно небезпечних ситуацій. Воно також допомагає системам автомобільного керування розпізнавати дорожні умови, такі як суха або мокра дорога, сніг або лід. Це дозволяє автомобільним системам адаптуватися до змін у швидкості та керуванні для забезпечення безпеки та комфорту водіїв.

Крім того машинне навчання дозволяє автомобільним системам аналізувати дані з різних датчиків та прогнозувати майбутні сценарії руху. На основі цих прогнозів системи можуть приймати рішення щодо швидкості, керування та інших параметрів руху для оптимізації безпеки та ефективності.

Деякі системи також використовують машинне навчання для навчання автомобілів оптимізувати свою роботу на основі зібраних даних. Наприклад, системи керування можуть навчитися реагувати на стиль водіння та умови дороги, щоб забезпечити максимальний комфорт та продуктивність.

Машинне навчання може бути застосоване для прогнозування траєкторій руху, виявлення аномалій у роботі систем та попередження аварійних ситуацій та дозволяє автомобільним системам керування адаптуватися до різних умов на дорозі та забезпечувати безпеку, комфорт та ефективність руху автомобілів.

В цілому провадження ШІ та МН в автомобільні системи керування дозволяє підвищити рівень безпеки та комфорту для водіїв та пасажирів. Автоматичне виявлення та уникнення небезпечних ситуацій, оптимізація руху для зменшення заторів та покращення енергоефективності - лише кілька з можливих переваг цих технологій.

Штучний інтелект та машинне навчання відкривають нові горизонти для вдосконалення систем керування автомобілями. Завдяки їх впровадженню, ми можемо очікувати зростання точності, надійності та безпеки автомобільних систем, що сприятиме подальшому розвитку автомобільної промисловості та покращенню якості життя користувачів.

Список літератури

1. Використання інтелектуальних систем керування стійкістю та тяговим контролем автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, В. О. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 154.

2. Використання інтелектуальних систем адаптивного керування підвіскою автомобіля. [Текст] / М. Г Макаренко, К. А. Бондаренко. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 155.

3. Використання штучного інтелекту у вбудованих системах сільськогосподарських тракторів. [Текст] / М. Г Макаренко, В.І. Пиріжок. // Матеріали XX міжнародного форуму молоді "Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті" 04-05. 04. 2024. - Харків : ДБТУ, 2024 С. 192.

**РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ У
ПІДВИЩЕННІ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ**

Макаренко М. Г., Шевченко І. О.

Державний біотехнологічний університет.

Описані можливості штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання (МН), що використовуються в транспортних технологіях для підвищення точності та надійності автомобільних систем за допомогою різних методів та систем.

Штучний інтелект, нейронні мережі, оптимізація параметрів, автомобільні системи, логічне програмування, машинне навчання, методи класифікації, методи кластеризації, методи підтримки прийняття рішень, прогнозування.

**THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MACHINE LEARNING IN
IMPROVING ACCURACY AND RELIABILITY OF VEHICLE SYSTEMS**

Makarenko M. G., Shevchenko I. O.

State Biotechnological University.

Describes the capabilities of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) used in transportation technologies to improve the accuracy and reliability of automotive systems using various methods and systems.

Artificial intelligence, neural networks, parameter optimization, automotive systems, logic programming, machine learning, classification methods, clustering methods, decision support methods, forecasting.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

асистент Лемішко Д.С., здобувач вищої освіти Поночовний А.С.

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

Сьогодні все більшого значення в точному землеробстві набуває використання штучного інтелекту, який допомагає автоматизувати та оптимізувати різноманітні процеси — від прогнозування врожаю до управління технікою.

Однією з ключових задач у сільському господарстві є прогнозування врожайності на основі великого обсягу даних, що включає кліматичні умови, стан ґрунту, рівень опадів та інші параметри. ШІ може обробляти ці дані і створювати моделі, які передбачають потенційну врожайність на основі історичних та поточних даних. Алгоритми машинного навчання допомагають знижувати ризики втрат через непередбачувані погодні умови, шкідників або хвороби рослин.

Сучасні системи ШІ дозволяють автоматизувати управління мобільними сільськогосподарськими машинами, такими як трактори, комбайни та обприскувачі. Завдяки технологіям комп'ютерного зору та аналізу даних з датчиків, ці машини можуть виконувати різні завдання — від посадки та обробки ґрунту до збору врожаю - з мінімальним втручанням людини. Використання автономних роботизованих систем зменшує потребу в робочій силі, одночасно підвищуючи точність виконання операцій.

ШІ може допомогти фермерам у реальному часі відстежувати стан ґрунтів та рослин за допомогою мережі сенсорів та безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Завдяки машинному навчанню та обробці зображень, алгоритми можуть аналізувати інформацію, отриману з сенсорів, для виявлення проблем з родючістю ґрунту, рівнем вологи, станом рослин і шкідників. Це дозволяє вчасно вживати заходів для покращення умов вирощування, мінімізуючи втрати врожаю.

Одним з головних викликів у сучасному сільському господарстві є ефективне використання ресурсів, таких як вода, добрива та пестициди. ШІ може допомогти оптимізувати ці процеси, точно визначаючи, скільки і де слід застосовувати ті чи інші ресурси, щоб досягти максимальних результатів. Використовуючи датчики і алгоритми прогнозування, фермери можуть уникати перевитрат і зменшувати негативний вплив на довкілля.

Незважаючи на очевидні переваги, використання ШІ в точному землеробстві стикається з певними викликами. Однією з головних проблем є високі початкові витрати на впровадження технологій, які не кожен фермер може собі дозволити. Крім того, для коректної роботи систем ШІ потрібні великі обсяги якісних даних, збирання яких може бути складним та затратним.

Однак розвиток технологій і зниження вартості обладнання поступово роблять ці рішення доступнішими для фермерів різного масштабу. Зі зростанням доступності хмарних обчислень та технологій Інтернету речей (IoT), точне землеробство на базі ШІ має потенціал значно розширити свою популярність і вплив.

Штучний інтелект має величезний потенціал для трансформації точного землеробства. Його використання може не лише підвищити ефективність управління фермерськими господарствами, але й знизити вплив сільського господарства на навколишнє середовище. Автоматизація процесів, оптимізація використання ресурсів та точний моніторинг стану рослин і ґрунтів є ключовими перевагами впровадження ШІ в аграрну сферу. З розвитком технологій і зростанням доступності даних штучний інтелект ставатиме дедалі важливішим елементом сучасного сільського господарства.

Список літератури

1. Luca Preite, Giuseppe Vignali. Artificial intelligence to optimize water consumption in agriculture: A predictive algorithm-based irrigation management system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2024, P. 223.

2. Marina Corral-Bobadilla, Celia Sabando-Fraile. An artificial intelligence approach to model and optimize biodiesel production from waste cooking oil using life cycle assessment and market dynamics analysis. *Energy*, 2024, P. 307.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

асистент Лемішко Д.С., студ. Поночовний А.С.

Розглядається роль ШІ у вдосконаленні точного землеробства та перспективи його подальшого розвитку.

Ключові слова: штучний інтелект, точне землеробство, автономні машини.

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR OPTIMIZATION OF PRECISION AGRICULTURE PROCESSES

assistant Lemishko D.S., student. Ponotochovnyi A.S.

The role of AI in improving precision agriculture and the prospects for its further development are considered.

Keywords: artificial intelligence, precision agriculture, autonomous machines.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТІВ ТА КУЛЬТУР У ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

асистент Кулібаба Н.І.

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

Сучасне сільське господарство дедалі більше інтегрується з новітніми технологіями, що дозволяють підвищити ефективність та точність управління аграрними процесами. Однією з таких технологій є інтелектуальні системи моніторингу стану ґрунтів та культур, які є ключовими елементами точного землеробства. Ці системи надають аграріям можливість отримувати детальні й актуальні дані про стан полів та сільськогосподарських культур, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення для підвищення врожайності та оптимального використання ресурсів.

Інтелектуальні системи моніторингу стану ґрунтів та культур складаються з декількох основних компонентів, які працюють у тісній взаємодії для забезпечення повного й точного збору інформації: сенсорні мережі, безпілотні літальні апарати, супутникові зображення та геоінформаційні системи, аналітичні платформи на основі штучного інтелекту.

Інтелектуальні системи моніторингу функціонують за принципом збору, обробки та аналізу даних у режимі реального часу або близькому до реального часу. Основні етапи роботи системи включають: збір даних, обробка та аналіз даних, розробка рекомендацій, моніторинг ефективності.

Інтелектуальні системи моніторингу мають низку переваг, які роблять їх незамінними для точного землеробства: точність та своєчасність інформації, оптимізація використання ресурсів, підвищення врожайності, зниження витрат на робочу силу.

Незважаючи на численні переваги, впровадження інтелектуальних систем моніторингу вимагає вирішення деяких проблем: **Високі початкові інвестиції**: вартість сенсорів, дронів, супутникових знімків та аналітичних платформ залишається досить високою. **Необхідність у високій кваліфікації**: фермери потребують навчання для роботи з новими технологіями та інтерпретації даних. **Залежність від стабільного підключення до Інтернету**: для обробки великих обсягів даних потрібне стабільне і швидкісне підключення до мережі, що може бути проблемою в деяких сільських регіонах.

Інтелектуальні системи моніторингу стану ґрунтів та культур є важливим інструментом для підвищення ефективності сільського господарства та сприяння сталому розвитку аграрного сектора. Завдяки можливостям збору та аналізу даних ці системи дозволяють фермерам точно і своєчасно реагувати на потреби рослин та ґрунтів, зменшуючи витрати та підвищуючи врожайність. У майбутньому розвиток таких технологій, як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект, сприятиме подальшій інтеграції інтелектуальних систем моніторингу в аграрну практику, роблячи сільське господарство більш точним і ефективним.

Список літератури

1. Foughali Karim, Fathalah Karim. Monitoring system using web of things in precision agriculture. *Procedia Computer Science*, 2017, P. 110.

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТІВ ТА КУЛЬТУР
У ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

асистент Кулібаба Н.І.

Розглянуто основні компоненти, принципи функціонування і переваги інтелектуальних систем моніторингу, а також їхній вплив на розвиток точного землеробства.

Ключові слова: інтелектуальні системи моніторингу, точне землеробство, сенсори.

**INTELLIGENT SYSTEMS FOR MONITORING THE CONDITION OF SOILS AND
CULTURES IN PRECISION AGRICULTURE**

assistant Kulibaba N.I.

The main components, principles of operation and advantages of intelligent monitoring systems, as well as their impact on the development of precision agriculture, are considered.

Keywords: intelligent monitoring systems, precision agriculture, sensors.

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ МАШИНАМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ

асистент Костюк С.Ю.

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

Сучасне сільське господарство стикається з викликами підвищення ефективності виробництва, оптимізації використання ресурсів і зменшення витрат на робочу силу. Одним з перспективних рішень для цих задач є автоматизовані системи керування мобільними машинами для виконання сільськогосподарських робіт. Впровадження таких систем забезпечує точне виконання польових операцій, зменшує людський фактор і дозволяє досягти більш стабільних результатів у роботі з сільськогосподарськими культурами.

Автоматизовані системи керування мобільними машинами складаються з кількох ключових технологічних елементів:

GNSS забезпечують точне позиціонування сільськогосподарської техніки в реальному часі. Це дозволяє тракторам, комбайнам та іншим машинам працювати з точністю до кількох сантиметрів, що є критично важливим для точного землеробства.

Різні типи сенсорів встановлюються на сільськогосподарську техніку для збору даних про навколишнє середовище та стан рослин. Це можуть бути датчики вологості ґрунту, рівня поживних речовин, температури або стресових факторів для рослин. Вони допомагають машинам адаптувати свою роботу до поточних умов.

Лідари (лазерні далекоміри) та камери забезпечують просторове бачення та визначення перешкод у реальному часі. Завдяки комп'ютерному зору машини можуть ідентифікувати межі поля, рядки культур та об'єкти на їхньому шляху, що дозволяє уникати зіткнень і забезпечує точність роботи.

Програмне забезпечення, яке використовує алгоритми штучного інтелекту, забезпечує автономне керування машинами. Воно дозволяє виконувати завдання, такі як оранка, сівба, обприскування або збір врожаю, без участі людини. Ці системи аналізують дані в реальному часі і самостійно приймають рішення на основі поточних умов.

Автоматизовані системи керування мобільними машинами мають низку значних переваг для сільського господарства:

Автономні машини можуть виконувати сільськогосподарські роботи без безпосередньої участі оператора. Це зменшує залежність від людських ресурсів і дозволяє оптимізувати роботу на великих площах полів.

Завдяки автоматизованому контролю за точністю руху та виконання завдань, такі системи забезпечують високу точність виконання операцій, що особливо важливо для точного землеробства. Це дозволяє уникати зайвих витрат ресурсів та збільшити ефективність обробки полів.

Автоматизовані системи знижують ризики помилок, спричинених людським фактором, такими як втома або невміння. Алгоритми виконують завдання з постійною точністю і не піддаються стресу або втомі.

Системи керування мобільними машинами дозволяють точніше використовувати воду, добрива та інші ресурси на основі реальних потреб кожної ділянки поля. Це не тільки підвищує врожайність, але й зменшує витрати і шкоду для навколишнього середовища.

Автоматизовані системи керування мобільними машинами для сільськогосподарських робіт є важливим кроком до підвищення ефективності та точності сільського господарства. Вони дозволяють зменшити витрати на робочу силу, оптимізувати використання ресурсів і забезпечити стабільно високу врожайність. Незважаючи на певні виклики, пов'язані з впровадженням, ці системи мають великий потенціал для трансформації сільського господарства в майбутньому. З розвитком технологій і зниженням вартості автоматизованих рішень, такі системи стануть невід'ємною частиною сучасного агробізнесу, роблячи його більш точним, ефективним і екологічним.

Список літератури

1. Fernando A. Auat Cheein, Eduardo Navas. A modular sensing system with CANBUS communication for assisted navigation of an agricultural mobile robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, August 2024, P. 110.

АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ МАШИНАМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ

асистент Костюк С.Ю.

Розглянуто основні компоненти, принципи функціонування і переваги інтелектуальних систем моніторингу, а також їхній вплив на розвиток точного землеробства.

Ключові слова: мобільні машини, точне землеробство, трактори.

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS FOR MOBILE MACHINES FOR AGRICULTURAL WORK

assistant Kostyuk S.Yu.

The main components, principles of operation and advantages of intelligent monitoring systems, as well as their impact on the development of precision agriculture, are considered.

Keywords: mobile machines, precision farming, tractors.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ІОТ В ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

асистент Гаркуша Н.М.

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

Інтернет речей (Internet of Things, IoT) активно трансформує багато галузей економіки, і сільське господарство не є винятком. Завдяки інтеграції IoT у точне землеробство, фермери отримують можливість моніторити та управляти сільськогосподарськими процесами з безпрецедентною точністю, використовуючи мережі сенсорів, обчислювальні платформи та автоматизовані системи. Проте впровадження таких технологій стикається з низкою викликів, які впливають на швидкість їхньої інтеграції.

Інтеграція IoT у точне землеробство включає використання низки технологічних рішень, які дозволяють збирати, обробляти та аналізувати дані для прийняття управлінських рішень. Основні компоненти IoT-систем у сільському господарстві включають:

Сенсори є ключовим елементом IoT у сільському господарстві. Вони встановлюються на полях та збирають дані про стан ґрунту, вологість, температуру, рівень освітленості, вміст поживних речовин, рН, атмосферний тиск і навіть вітрові умови. Це дозволяє отримувати в реальному часі точну картину стану навколишнього середовища і культур.

Дрони з камерами і спектральними сенсорами допомагають моніторити стан полів з висоти, забезпечуючи аналіз здоров'я рослин, виявлення шкідників або стресів рослин. Інформація, зібрана з дронів, інтегрується у загальну IoT-систему для подальшої обробки.

IoT-системи можуть бути інтегровані з автоматизованими машинами (трактори, комбайни), які виконують точні польові операції на основі даних, що надходять із сенсорів. Це дозволяє виконувати такі завдання, як точкове внесення добрив, зрошення або обприскування, з максимальною ефективністю.

Дані, отримані з сенсорів і дронів, передаються на хмарні платформи, де їх обробляють алгоритми штучного інтелекту. Ці платформи дозволяють аналізувати величезні обсяги інформації та надавати фермерам конкретні рекомендації щодо оптимізації сільськогосподарських процесів.

Попри значні перспективи, інтеграція IoT у точне землеробство стикається з низкою серйозних викликів:

Впровадження IoT-технологій вимагає значних інвестицій. Купівля сенсорів, дронів, автоматизованих машин, а також підключення до хмарних сервісів потребує значних фінансових вкладень. Це може бути суттєвою перешкодою для малих і середніх фермерських господарств.

Для роботи IoT-систем необхідне стабільне інтернет-підключення та інфраструктура для обробки великих обсягів даних. У сільських регіонах часто спостерігається недостатня інфраструктура зв'язку, що ускладнює впровадження таких технологій.

Оскільки IoT-системи передбачають збирання та передачу великої кількості даних, виникає питання кібербезпеки. Небезпека злому систем та викрадення конфіденційних даних фермерів є серйозним ризиком, що потребує впровадження надійних заходів захисту.

Хоча сенсори збирають велику кількість даних, їхня обробка та аналіз можуть бути складними для фермерів, які не мають достатнього рівня технічної підготовки. Це вимагає навчання та використання спеціалізованих програмних рішень для коректної інтерпретації отриманих результатів.

На сьогоднішній день немає єдиного стандарту для IoT-рішень у сільському господарстві. Це призводить до того, що різні виробники пропонують несумісні між собою продукти, що ускладнює інтеграцію окремих компонентів у єдину систему.

Список літератури

1. Anupam K. S., Rajesh K. D. Eduardo Navas Heterogeneous features and deep learning networks fusion-based pest detection, prevention and controlling system using IoT and pest sound analytics in a vast agriculture system. *Computers and Electrical Engineering* 2024. P. 98.

ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ІОТ В ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

асистент Гаркуша Н.М.

IoT дозволяє оптимізувати використання ресурсів, підвищувати врожайність та знижувати вплив на навколишнє середовище.

Ключові слова: інтеграція, система, сенсори.

INTEGRATION OF IOT SYSTEMS IN PRECISION AGRICULTURE: CHALLENGES AND PROSPECTS

assistant Harkusha N.M.

IoT makes it possible to optimize the use of resources, increase productivity and reduce the impact on the environment.

Keywords: integration, system, sensors.

Секція 5

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

АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ АСПЕКТІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

к.т.н., доцент Барабаш Г.І., зав. лабораторії Батюк Л.М., аспірант Погуляй В.М.
Сумський національний аграрний університет
м. Суми, Україна

Зберігання зерна кукурудзи є критично важливою складовою аграрного сектору та продовольчої безпеки в багатьох країнах світу. Попит на кукурудзу широко використовується у виробництві кормів для тварин, виробництві енергії, а також у харчовій промисловості. Зберігання цього стратегічного продукту вимагає системи підтримки, яка забезпечує оптимальні умови зберігання для запобігання втратам та забезпечення якості продукту. Особливу увагу потрібно звернути на актуальні аспекти технологій, інфраструктури та управління, щоб забезпечити ефективне зберігання зерна кукурудзи.

Перш за все, одним з найважливіших аспектів є вибір правильної технології зберігання. Техніки, такі як сушка, охолодження, аерація та застосування хімічних засобів, використовуються для контролю вологості, температури та захисту від шкідників. Вибір оптимальної технології залежить від кількості та якості зерна, яке зберігається, а також від кліматичних умов та фінансових можливостей сільськогосподарських підприємств.

Другий аспект стосується інфраструктури зберігання. Складські приміщення повинні бути спеціально призначеними для зберігання зернових культур, з урахуванням вентиляції, ізоляції та захисту від вологи та шкідників. Розвиток інфраструктури, такої як будівництво нових складів та модернізація існуючих, може сприяти підвищенню обсягів зберігання та зниженню втрат під час зберігання.

Третій аспект - ефективне управління зберіганням. Це включає в себе правильне планування та організацію процесу зберігання, відстеження та контроль якості продукту, а також управління витратами та ризиками. Впровадження сучасних систем моніторингу та управління, в тому числі за допомогою сучасних інформаційних технологій, може значно покращити ефективність процесу зберігання та зменшити втрати.

Зберігання зерна кукурудзи має свої виклики, серед яких змінність кліматичних умов, ризики втрат від шкідників та гнилі, а також нестабільність цін на світовому ринку. Проте, розвиток технологій, інфраструктури та управління може сприяти зменшенню цих ризиків та забезпечити стабільність у зберіганні цієї важливої сільськогосподарської культури.

Висновок: Зберігання зерна кукурудзи в сучасних умовах вимагає комплексного підходу та уваги до деталей. Врахування актуальних аспектів технологій, інфраструктури та управління може допомогти покращити ефективність процесу зберігання та

забезпечити стабільність постачання продукту на ринок. Постійне вдосконалення цих аспектів є ключовим для забезпечення продовольчої безпеки та стійкості аграрного сектору.

Список літератури

1. Kajal Rajput and Vinod S Amar. Engineering Perspective on Technical Challenges Associated with Corn Grain Storage/ Acta Scientific Applied Physics 2.5 (2022): 28-33. <https://www.researchgate.net/publication/360438501>
2. Borta, A., & Zhelobkova, M. (2019). Дослідження впливу анаеробних умов зберігання зерна кукурудзи на закономірності зміни показника якості «Число падіння». *Food Science and Technology*, 13(3). <https://doi.org/10.15673/fst.v13i3.1472>
3. Технології та техніка збирання і збереження зерна кукурудзи / М. Кирпа// Спецвипуск ж. Пропозиція. Кукурудза: від насіння до прибутку / – 2016. – С. 44-48

АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ АСПЕКТІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ

К.т.н., доцент Барабаш Г.І., зав. лабораторії Батюк Л.М., аспірант Погуляй В.М.

Врахування актуальних аспектів технологій, інфраструктури та управління може допомогти покращити ефективність процесу зберігання та забезпечити стабільність постачання продукту на ринок.

Ключові слова: зберігання зерна кукурудзи, інфраструктура зберігання, управління зберіганням

ANALYSIS OF CURRENT ASPECTS OF CORN GRAIN STORAGE

Ph.D., associate professor G.I. Barabash, Head of the Laboratory L.M. Batiuk, postgraduate Pogulyai V.M

Taking into account relevant aspects of technology, infrastructure and management can help improve the efficiency of the storage process and ensure the stability of the supply of the product to the market.

Key words: corn grain storage, storage infrastructure, storage management.

ВИБІР ФЕРМЕРА: МОТОБЛОК, МОТОТРАКТОР ЧИ МІНІТРАКТОР

к.т.н., доцент Ребенко В.І.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
м.Київ*

Часто кажуть: «краще погано їхати, ніж добре йти», але це прислів'я не підійде для тих, хто знає, що таке важка праця аграрія. Багато людей вже зробили вибір і придбали собі мотоблок чи мінітрактор, але є ще ті, хто втомився виконувати всі роботи своїми руками та не бажає більше віддавати свої кривні найманим працівникам. У тих, хто вирішив придбати сільгосп машину, часто виникає питання, що ж краще купити мінітрактор або мотоблок. Треба розібратися в тому, що це за агрегати і для яких цілей їх використовують.

Мотоблок (рис. 1) – універсальна техніка, яка виготовлена на базі одновісного шасі. Дані агрегати застосовують для підгортання та оранки (є невеликі моделі (grunfeld mf360h, kipor kdt410c), які підійдуть для виконання робіт на клумбах та в теплицях), прибирання снігу, косіння трави, перевезення невеликих вантажів, поливу та розкидання добрив.



Рисунок 1. Мотоблок

Мотоблоки можна розділити на три класи:

Легкі. Мають потужність до 5,5 к.с. та комплектуються фрезою, а також маю вагу до 80 кг. Вони підійдуть до невеликих територій до 20 соток. Так як обробляти велику площу у людини болітимуть спина та руки.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Середні. Мають потужність від 5,5 до 9 к.с. Зазвичай вони оснащуються знімними колесами, пасивним ґрунторізом і з вагою до 130 кг. Їх рекомендується використовувати на площах до 60 соток.

Важкі. Їхня потужність вище 9 к.с. Такі агрегати мають активну фрезу, яка їде за мотоблоком. Вона встановлюється на задню частину мотоблока та працює за рахунок валу відбору потужності (ВВП). Спектр робіт такими машинами значно розширюється за рахунок можливості встановлення на нього великого вибору навісного обладнання. Вони добре показують себе при обробці землі до 2 га.

Різне додаткове обладнання для мотоблоку, ви завжди можете придбати окремо в нашому магазині.

Для тих, хто бажає максимально полегшити свою працю, і хто має площу від 2 га і вище, ми рекомендуємо звернути вашу увагу на мінітрактор, адже мотоблок - це самохідна машина, з якою водій їде поряд, що дає певне навантаження на спину та руки, особливо при виконанні великих обсягів робіт.

Мінітрактор (рис. 2) - це малогабаритні трактори з потужністю до 40 к.с., в основному, без кабіни. Таку техніку використовують для полів до 10-20 гектарів, так само вони підійдуть для прибирання території, перевезення вантажів до 1200 кг, а також практично для всього спектра необхідних робіт у сільському господарстві.



Рисунок 2. Мінітрактор

Велику популярність на українському ринку набули китайські мінітрактори, це викликано оптимальним поєднанням якості та ціни.

Міні-трактори можна розділити за такими головними критеріями як:

Потужність та тип двигуна. Двигун може бути як бензиновим, так і дизельним, при цьому мати від 1 до 3 циліндрів. Потужність таких машин зазвичай становить від 12 до 25 к.с. Дані фактори визначають продуктивність, а також можливість використання різного начіпного та причіпного обладнання.

Виробник. У наш час популярністю користуються моделі наступних марок Dongfeng, Jinma, ДТЗ, Xingtai, DW. Вони добре показали себе в наших умовах, а при

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

своєчасному виконанні сервісних робіт, ймовірність поломки в невідповідний момент дорівнює нулю.

Не маловажним буде наявність додаткових функцій. Завжди варто звертати увагу на кількість швидкостей ВВП, кількість гідровиходів, гідропідсилювач керма, блокування диференціала, кількість передач КПП. Залежно від типу та тривалості передбачуваних робіт потрібно подбати про зручність. Тут слід звернути увагу на сидіння, наявність дзеркал, фари заднього ходу та габаритів.

Багато хто помилково вважає, що мінітрактор і мототрактор це два однакові поняття, але насправді це зовсім не так.

Мототрактор (рис. 3) - це ніщо інше, як трактор із мотоблоку, завдяки чому і є найбільш доступним та ремонтопридатним видом агротехніки для дрібних сільських господарств. Як тяговий вузол використовується двигун від мотоблока потужністю від 10 до 25 к.с., тому ви не зустрінете мототрактор з трьома циліндрами, тільки одним. Вони мають мотоблочну кпп, а колісна рама слабша, ніж у міні трактора. Так само на такий вид техніки встановлюють слабкіший підйомний механізм, і призначений для роботи з мотоблочним навісним обладнанням.



Рисунок 3. Мототрактор

Можна зробити висновок, що мотоблок, мототрактор та мінітрактор покликані виконувати однакову роботу, але з іншого боку це абсолютно різні агрегати. Так для територій до 1 га, купувати мінітрактор не буде розумним рішенням, адже виконуючи роботи на даній техніці ви почуватиметеся як: «слон у посудній лавці», розумнішим буде рішення купити мототрактор. Для обробки землі понад 4 га рішення купити мотоблок буде абсурдним, і крім витрачених фінансів на мотоблок, ви ще витратите колосальну кількість часу та сил при роботі на таких обсягах.

Що краще підійде на площах від 2 до 3 га, коли можна взяти і важкий мотоблок, який може впоратися з роботою, і мототрактор. Відповідь на це питання досить проста, потрібно оцінити обсяг і тип передбачуваних робіт. Якщо планується лише оранка, культивування чи підгортання, тоді цілком достатньо буде мотоблока. Для тих, хто планує регулярно проводити косовиці, садити і копати коренеплоди та інші культури, займатися поливом та добривом ґрунту, а також стандартним набором робіт, для яких і береться техніка, тоді вірним рішенням буде покупка мототрактора. Якщо ж необхідно обробляти площу понад 10 га, тоді покупка мінітрактора буде найвірнішим рішенням.

Список літератури

1. <https://am.ua/stati-magazina-agromehanika/chto-luchshe-motoblok-mototraktor-ili-minitraktor/>
2. <https://romb.ua/ua/blog/scho-krasche-motoblok-abo-minitraktor.>

ВИБІР ФЕРМЕРА: МОТОБЛОК, МОТОТРАКТОР ЧИ МІНІТРАКТОР

к.т.н., доцент Ребенко В.І.

Для тих, хто планує регулярно проводити косовиці, садити і копати коренеплоди та інші культури, займатися поливом та добривом ґрунту, а також стандартним набором робіт, для яких і береться техніка, тоді вірним рішенням буде покупка мототрактора.

Ключові слова: мінітрактор, мотоблок, земля, обробіток

FARMER'S CHOICE: MOTOBLOCK, MOTOR TRACTOR OR MINI TRACTOR

Ph.D., associate professor Rebenko V.I.

For those who plan to regularly carry out mowing, plant and dig root crops and other crops, water and fertilize the soil, as well as a standard set of works for which equipment is taken, then the right decision will be to buy a motor tractor.

Key words: mini tractor, walk-behind tractor, land, tillage

ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

д.т.н., проф. Манойло В.М.

*Харківський національний автомобільно дорожній університет
м. Харків, Україна*

Енергетична незалежність і зниження викидів парникових газів є ключовими у трансформації сільського господарства. Основні споживачі енергії - це мобільні засоби, як-от трактори і комбайни, які традиційно працюють на дизелі або бензині, спричиняючи великі витрати й забруднення. Впровадження відновлюваних джерел енергії у ці засоби сприяє підвищенню енергоефективності та зменшенню екологічних ризиків.

Енергетичний баланс сільськогосподарського виробництва визначається співвідношенням між спожитою енергією та вихідною продукцією. Впровадження відновлюваних джерел енергії може значно покращити цей баланс, адже використання чистої енергії дозволяє знизити загальні енергетичні витрати, зокрема шляхом зменшення залежності від викопного палива. Наукові дослідження показують, що застосування відновлюваних джерел енергії у сільському господарстві може скоротити викиди CO₂ на 60-80% у порівнянні з традиційними енергетичними системами.

Використання відновлюваних джерел енергії у мобільних енергетичних засобах дозволяє оптимізувати енерговитрати. Основні джерела - сонячна енергія, біогаз та електрика від вітрових чи гідроелектричних установок. Важливим є розробка акумуляторів, що забезпечують автономність та безперебійну роботу сільськогосподарської техніки.

Сонячна енергія має великий потенціал для сільського господарства, оскільки багато ферм знаходяться в регіонах з високою інсоляцією. Сонячні панелі можна інтегрувати в сільськогосподарські машини та зарядні станції. Дослідження показують, що багатошарові фотоелементи підвищують ефективність, захоплюючи більше енергії на меншій площі.

Електрифікація мобільних засобів у сільському господарстві є важливим напрямком розвитку інноваційних технологій. Застосування електричних тракторів і комбайнів забезпечує не лише зниження витрат на паливо, але й зменшення рівня шуму та забруднення повітря. Учені розробляють нові типи акумуляторів на основі твердих електролітів, які мають підвищену ємність та довговічність у порівнянні з традиційними літій-іонними батареями. Ці акумулятори здатні забезпечити автономну роботу техніки на значні відстані без необхідності частого підзарядки.

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoТРАК-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Список літератури

1. Yaqoob Majeed, Ali Raza. Renewable energy as an alternative source for energy management in agriculture. *Energy Reports* 2023, P. 344-359.

**ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У МОБІЛЬНИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

д.т.н., проф. Манойло В.М.

Використання відновлюваних джерел енергії у мобільних енергетичних засобах.

Ключові слова: джерела, енергія, забруднення.

**USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES IN MOBILE ENERGY
MEANS FOR AGRICULTURE**

Ph.D., prof. Manoilo V.M.

Use of renewable energy sources in mobile energy vehicles.

Keywords: sources, energy, pollution.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МОБІЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ

д.т.н., проф. Манойло В.М.

*Харківський національний автомобільно дорожній університет
м. Харків, Україна*

Аграрний сектор є однією з основних галузей економіки України, забезпечуючи значну частку внутрішнього валового продукту країни та експортного потенціалу. Водночас сучасні виклики, такі як зміни клімату, зростання вартості енергоносіїв та необхідність збереження природних ресурсів, вимагають від аграріїв пошуку нових рішень, спрямованих на підвищення ефективності виробництва. Одним із таких напрямів є впровадження енергоефективних мобільних рішень.

Сучасні виробники сільськогосподарської техніки активно працюють над створенням енергоефективних машин, що використовують новітні технології для зниження витрат палива. Наприклад, трактори та комбайни з гібридними або електричними двигунами стають все більш популярними у світі. Такі машини можуть використовувати менше палива при збереженні або навіть підвищенні продуктивності.

Зниження використання викопного палива дозволяє аграріям не лише знизити свої витрати, але й зменшити вплив на довкілля. Крім того, використання таких машин полегшує процес автоматизації і збільшує ефективність сільськогосподарських операцій.

Сучасні технології дозволяють аграріям відстежувати енергоспоживання в режимі реального часу. Мобільні додатки, які підключаються до різних датчиків на сільськогосподарському обладнанні, дозволяють контролювати витрати палива та енергії, виявляти неефективні процеси та знаходити способи їх оптимізації.

Наприклад, деякі платформи для управління сільськогосподарським підприємством надають можливість вивчати дані щодо витрат палива під час кожної операції на полі, оптимізуючи маршрути та операції на основі аналізу цих даних.

Точне землеробство передбачає використання технологій, таких як GPS, безпілотники та спеціалізоване програмне забезпечення для максимально точного управління ресурсами на полі. Мобільні рішення, що інтегруються в такі системи, дозволяють автоматизувати обробку полів, зменшуючи використання палива та води, оптимізуючи внесення добрив і пестицидів.

Це не тільки допомагає зменшити витрати на ресурси, але й сприяє підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Україна має значний потенціал для впровадження енергоефективних рішень в аграрному секторі, зокрема завдяки розвиненому аграрному сектору та великим сільськогосподарським угіддям. Однак на шляху до цього є кілька викликів, які необхідно подолати.

Однією з головних перешкод на шляху до впровадження енергоефективних мобільних рішень є недостатня поінформованість аграріїв про сучасні технології. Для зміни цієї ситуації важливо розвивати освітні програми, спрямовані на підвищення обізнаності фермерів щодо переваг таких рішень. Організація семінарів, тренінгів та конференцій допоможе аграріям дізнатися більше про інноваційні технології.

Список літератури

1. Kapil Aggarwal, Ramesh Makala. Studies on energy efficient techniques for agricultural monitoring by wireless sensor networks. *Computers and Electrical Engineering* 2024, P. 113.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МОБІЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ

д.т.н., проф. Манойло В.М.

Впровадження енергоефективних мобільних рішень в аграрному секторі

Ключові слова: технології, аграрний сектор, автоматизація.

ENERGY-EFFICIENT MOBILE SOLUTIONS FOR THE AGRICULTURAL SECTOR

Ph.D., prof. Manoilo V.M.

Implementation of energy-efficient mobile solutions in the agricultural sector

Keywords: technologies, agricultural sector, automation.

КОНЦЕПЦІЯ ТА ФОРМУВАННЯ СИЛОВОГО ПРИВОДУ УНІВЕРСАЛЬНОГО ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТИПУ УНІМОГ / АВТОТРАК

асп. Крайник Т.Л., асп. Худавердян Г. А., Крайник Л.В., д.т.н., проф.

*Львівський національний університет природокористування
м. Дубляни Львівська обл., Україна*

Розвиток малих та середніх фермерських господарств обумовлює потребу як у колісних тракторах класу 0,7 -1,4 , так і вантажівках категорії N1 (у т.ч. з умов масовості посвідчень водія В), що однак адаптовані для умов руху ґрунтовими дорогами та бездоріжжям. У ФРН у післявоєнний період наприкінці 1940-х рр.. було реалізовано універсальну колісну повнопривідну машину – МВ Unimog, що поєднує вищезазначені функції трактора та вантажівки, 5-е покоління яких досі успішне на ринку, рис.1 [1]. Розвиток аграрного сектора в країнах ЄС в останні десятиліття зумовив тенденцію росту використанні енергонасичених тракторів класів 3,0 (вітчизняні ХТЗ Т150К- Т170 К) – 6.0 і акцент сфер використання Unimog змістився у комунальну, дорожньо-будівельну, військову та інші. Відповідно і повна маса серійних машин зросла до 7,5 – 12 т, що поряд з цінами МВ, робить їх не актуальними для вищезазначеної аграрної сфери з обмеженими фінансовими ресурсами. Разом з тим актуальність машин такого типу, у т.ч. в аграрному секторі, підтверджується не тільки реалізованими ще наприкінці 1980-х рр.. у так зв. соціалістичному таборі проектом аналога Unimog – чеськими Praga UV 80 / Alfa, рис.1 [2] (збанкрутував у 2000-і рр. в умовах криз), 4 сучасними проектами в РФ, у т.ч. 2 уже реалізовано у промисловому виробництві [3], зрештою 4 невеликих виробників у Австрії, Швейцарії та північній Італії (невеликі фермерські господарства), поява промислового виробництва у КНР і т.д. [4]. Зрештою і в Україні відомий проект важкого Unimog / Автотрак на базі двовісного КраЗ 6322 [5], що однак не вирішує вищезазначену проблему малих агрогосподарств.



Рисунок 1. Unimog U318 [1] та Praha UV 80 [2].

Основними відмінностями конструкції Unimog є наявність ведучих мостів порталного типу з бортовими планетарними редукторами, що забезпечують великий кліренс понад 400 мм, та 3- діапазонна роздавальна коробка, що забезпечує використанні максимальної потужності двигуна / тяги в зонах так зв. «повзучих» швидкостей (комунальна та дорожньо-будівельна сфери), агротехнологічних (обробіток ґрунту) та транспортних (до 80-110 км/год на автодорогах).

В АТ «Укравтобуспром» за безпосередньої участі авторів опрацьовано ескізу КД універсального колісного тягово-транспортного засобу (УКТТЗ) типу Автотрак/ Унімог на агрегатній базі важкого військового джипа/ багі повною масою 4,6-5 т з зміною компоновки на півкапотну та інтеграцією вантажної платформи і буксирно-зчіпного пристрою з гідроприводом під навісне та причіпне сільськогосподарське обладнання – ТУР ВТ 04, рис. 2.

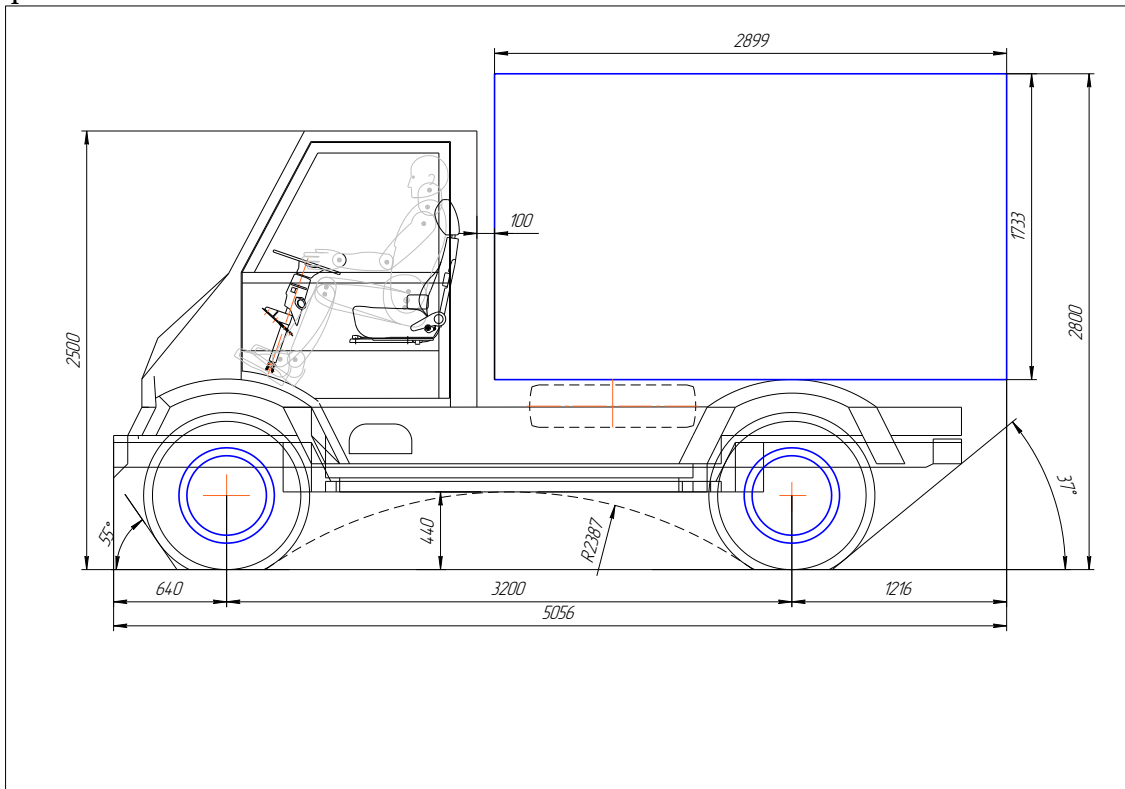


Рис.2. Проект УКТТЗ ТУР ВТ04 «Автотрак» (у варіанті з кузовом – фургоном)

Характерними відмінностями шасі ТУР ВТ04 є інтегрована каркасна конструкція з прямокутних труб замкнутого профілю з зближеними поздовжніми лонжеронами у зоні ведучих осей, що дозволяють забудову так зв. довгоходової незалежної пружинної підвіски (з амплітудою біля 400мм та аналогічним кліренсом) та двоступенева роздавальна коробка з передавальним числом пониженої передачі біля 3, що дозволяє реалізувати в діапазоні агротехнічних швидкостей 8-12 км/год максимальні тягові зусилля на буксирному гаці класу 1,4 [6]. Останнє обмежується зчепленням з ґрунтом шин з всюдихідним протектором розмірності 365/90R18, що дозволяють транспортні

швидкості на автодорогах 90-100 км/год та регулювання тиску у значному діапазоні, актуальному як з умов прохідності так і агроекології. Обмеження повної маси ТУР ВТ04 до 3,5 т дозволяє забезпечити вантажність бортової платформи до 1,2 т та додатково двовісний причеп категорії О2 (власне автомобільної, не тракторної з обмеженням швидкості руху 40 км/год) повною масою 2,5-3 т. Обрані шини та підвіска дозволяють гранично допустимі навантаження на вісь до 2,5 – 3 т при виконанні агротехнологічних операцій. Перелік можливого навісного та причіпного обладнання близький до розповсюдженого по класу тяги МТЗ-80 і представлено у роботі [7].

На вибір замовника передбачено 3 базові дизельні двигуни класу «Євро 5/6» робочим об'ємом 2,8-3,0 л (IVECO, Cummins, Deutz), в перспективі вітчизняний 6ДТНА та гібридний привід послідовної або змішаної схем. Окрім механічної 5-ступеневої коробки передач передбачено альтернативно гідромеханічну передачу Allison, що дозволяє реалізувати додатково тяговий режим руху у так зв. повзучому діапазоні швидкостей. Як опція, взамін стандартної 3-місної кабіни може встановлюватись видовжена з 2 рядами сидінь на 6 місць (з відповідним скороченням вантажної платформи, або установкою іншого обладнання, наприклад автогідропідйомника чи іншого обладнання для ремонтних бригад).

Очевидно, що сфера використання УКТТЗ не обмежується тільки аграрним сектором, це насамперед комунальне та дорожнє, лісове господарства, а також і у військах (що підтверджується прийнятими на озброєння МВ Unimog U3000-U5000 в Бундесвері та інших арміях НАТО [8], у т.ч. як і шасі легкоброньованих бойових машин Fennek [9]).

Список літератури

1. Unimog – Geraetetraeger. Technische Daten. [Електронний ресурс] Режим доступу https://www.mercedes-benz-trucks.com/de_DE/models/unimog-implement-carrier/technical-data.html
- 2.. Praga UV 80. [Електронний ресурс] Режим доступу https://cs.wikipedia.org/wiki/Praga_UV_80
3. Ипатов А.А., Дзоценидзе Т.Д. Создание новых средств развития транспортной инфраструктуры. Проблемы и решения. / Москва, Металлургиздат, 2008. 272 с.
4. Крайник Л.В., Худавердян Г.А. Концепція та формування вітчизняного універсального автомобіля типу автотрак/унімог для фермерських та комунальних господарств / Матеріали X-ої МНТК „Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту”, 14-15 квітня 2022 року: збірник наукових праць, ВНТУ, Вінниця, 2022. – С.178-180 .
5. Погорілий С.П. Експериментальне дослідження тягових показників МЕЗ-330 „Автотрактор” залежно від їхніх конструктивних параметрів / Вісник ЛНАУ серія „Агроінженерія”, № 17, Львів, 2018.- С. 41-48.

6. Худавердян Г., Хома В., Крайник Л. Імітаційне моделювання руху полем повнопривідної колісної техніки у програмному середовищі matlab simulink / Вісник ЛНАУ серія „Агроінженерія”, № 26, Львів, 2022. – С.164-170

7. Худавердян Г. Формування технологічного обладнання тягово-транспортної машини категорії T1/N1 вАПК / Вісник ЛНАУ серія „Агроінженерія”, № 27, Львів, 2023. – С. 18-21

8. Unimog U3000/U4000/U5000 [Електронний ресурс] Режим доступу https://www.Europe-camions.com/dbvi/resource/16234/brochure_unimog_u3000_anglas.pdf

9. Spaehwagen Fennek [Електронний ресурс] Режим доступу <https://www.bundeswehr.de/de/ausrustung-technik-bundeswehr/landsysteme-bundeswehr/spaehwagen-fennek>

КОНЦЕПЦІЯ ТА ФОРМУВАННЯ СИЛОВОГО ПРИВОДУ УНІВЕРСАЛЬНОГО ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТИПУ УНІМОГ / АВТОТРАК

Крайник Тарас Любомирович,
Худавердян Георгій Ашотович,
Крайник Любомир Васильович

Розглянуто зарубіжні аналоги та опрацьовано технічну концепцію малотоннажного універсального колісного тягово-транспортного засобу УКТТЗ типу Унімог / Автотрак категорії N1/T1. На агрегатній базі проектів важких джипів/багі у АТ „Укравтобуспром” опрацьовано концепцію УКТТЗ з обмеженням повної маси до 3,5 т, насамперед для фермерів та одноосібних сільських господарств, що дозволяє виконувати як функції колісного трактора класу 0,7-1,4, так і повнопривідної вантажівки на 1,2 т.

Ключові слова: колісний трактор-автомобіль, бездоріжжя, тяговий привід.

CONCEPT AND FORMATION OF A POWER DRIVE OF A UNIVERSAL TRACTION VEHICLE OF THE UNIMOG / AUTOTRAK TYPE

Taras L. Kraynyk, Georgiu A. Rhudaverdian, Lubomyr V. Kraynyk

Foreign analogues were considered and the technical concept of a low-tonnage universal wheeled traction vehicle of the category n1 unimog type was worked out categorie N1/T1. On the aggregate base of projects of heavy jeeps and buggies, Ukrbusbusprom has developed a project with a total weight limit of up to 3.5 tons, primarily for farmers and private rural farms, which allows it to perform both the functions of a wheeled tractor of the class 0.7-1.4 and a truck for 1 , 2 t.

Keywords: wheeled tractor-car, off-road, traction drive

МЕТОДИ ОБЧИСЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ТРАНСМІСІЇ CVT СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА

асистент Колеснік Ю.І.

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

Робота зосереджена на схемі змащування трансмісії з безступінчастою трансмісією (CVT). Така будова пропонує можливість отримати нульову вихідну швидкість з ненульовою вхідною; і отримується шляхом з'єднання блоку безперервної передачі, планетарної передачі та зубчастої передачі з фіксованим передавальним числом. Загальна потужність ділиться на дві частини: одна проходить через механічний шлях із постійним коефіцієнтом передачі, а інша через блок безперервної зміни. Загалом блок безперервної змінної потужності має нижчу ефективність порівняно з траєкторією постійного співвідношення, тому, прийнявши архітектуру CVT з розподіленою потужністю, їхні негативні наслідки щодо розсіювання потужності вплинуть на зменшення загальної потужності; незважаючи на це, безперервно змінна вихідна швидкість може бути отримана в більш широкому діапазоні швидкостей, зокрема з багатодіапазонною архітектурою. Як наслідок, загальна ефективність варіаторів із розподіленою потужністю є вищою, ніж у «прямих» варіаторів, завдяки вищій ефективності механічної частини.

Об'єктом цього дослідження є безступінчаста трансмісія з вхідним зв'язком, у якій вхідна потужність від ендотермічного двигуна з'єднана з сонячним валом, вихід – із сателітним носієм, а безступінчатий блок – із зовнішньою зубчастою передачею. Різні будови Power Split і CVT проаналізовано в [1].

У літературі знайдено кілька досліджень щодо класифікації та визначення втрат електроенергії, Ryu et al. [2], який визначав втрати потужності в механічній коробці передач, [3] зазначив, що зменшення втрат потужності в кінці силової передачі має великий вплив на загальну оптимізацію, хоча абсолютний ККД у коробках передач і задніх мостах вже Power-shift і CVT трансмісії, втрати можуть бути більшими [1]. Крім умов експлуатації та внутрішньої конструкції корпусу, втрати потужності в редукторі в основному пов'язані з в'язкістю та щільністю мастила [4]. В-R Hohn та інші [5] досліджували фактор впливу на втрату потужності коробки передач і побачили, що в деяких випадках лише проста зміна вискоефективного мастила може заощадити близько 20% втрати потужності. залежить від ефектів тертя в мастильній плівці та тих, що не залежать від навантаження, головним чином походять від ефектів стискання, збивання та вітру.

Marchesse та ін. [6], ґрунтуючись на сучасному стані застосування CFD до втрат потужності в передачах, застосував моделі CFD для вивчення втрат вітру в передачах і підтвердив свої результати за допомогою експериментальних випробувань.

Хілл та ін. [7] досліджували за допомогою CFD моделювання вплив різних конфігурацій кожуху на втрати потужності вітру. Діаб та ін. [8] представили низку попередніх експериментальних і теоретичних висновків щодо прогнозування втрат вітру. Конклі та ін. [9] застосували CFD-моделі для вивчення втрат потужності при здавлюванні масла в шестернях і втрат потужності при збиванні планетарних редукторів швидкості та підтвердили свої результати за допомогою експериментальних випробувань.

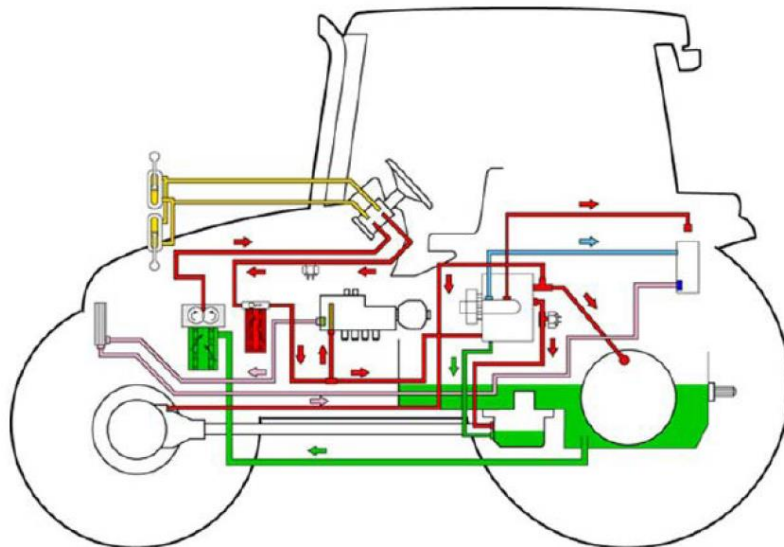


Рисунок 1 – Гідравлічна схема сучасного сільськогосподарського трактора

З цього аналізу літератури було зазначено, що, незважаючи на те, що багато питань змащення були глибоко досліджені, проблема розподілу потоку в системі змащення все ще не розглядалася систематично за допомогою аналізу CFD.

Вивчення змащення в коробках передач є важливим питанням при проектуванні позашляхових машин, оскільки надійність залежить в основному від ефективності змащення, погано змащені шестерні та підшипники мають тенденцію до перегріву та зчеплення, крім того, збільшення зносу різко скорочує термін служби машини.

З іншого боку, надлишок мастила впливає на енергоефективність трансмісії двома способами: по-перше, гідравлічний насос має подавати більший потік, ніж необхідно, по-друге, збільшуються втрати через розбризкування та стискання масла.

Промисловий підхід до такого критичного питання є здебільшого досить традиційним і все ще базується на практиці та методі проб і помилок (що включає кілька коригувань прототипу та масштабні фізичні випробування).

З іншого боку, підхід до моделей зосереджених елементів не завжди ефективний, головним чином через складність геометрії та граничних умов (тобто обертання об'ємів складної форми, включення повітря тощо).

Тут пропонується підхід CFD для характеристики поля потоку в контурі змащення. Щоб досягти мети, виникли деякі складні проблеми, такі як архітектурна складність через велику кількість шляхів рідини та вихідних отворів, критична фаза сітки, спричинена геометричною складністю та складний вибір числової межі, щоб відобразити найкраще фактичні умови фізичної поведінки.

Попередній аналіз схеми є важливою фазою проекту. Трансмсія трактора – це надзвичайно складний вузол, що складається із сотень компонентів. Мазильний контур, що відображає цю складність, має велику кількість гідравлічних споживачів, з'єднаних великою мережею трубопроводів.

Найбільш підходяща стратегія – розділити передачу на різні частини та зосередити аналіз на окремих частинах одну за одною.

Якщо відображення кожної частини буде ретельним, то можна буде вивчити весь розподіл мастила.

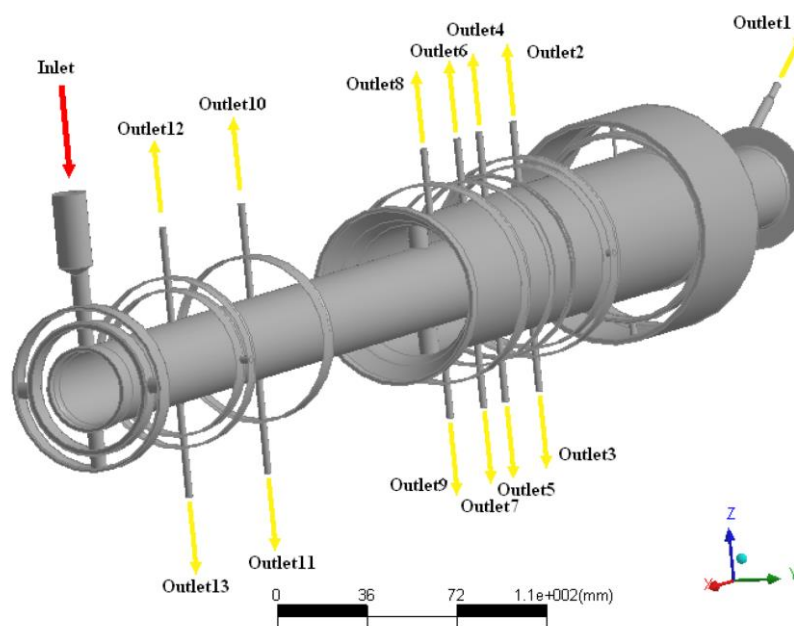


Рисунок 2: Область рідини системи змащування первинного вала

В роботі представлено CFD-аналіз первинного вала. Будова первинного вала утворена внутрішнім валом, з'єднаним з ендотермічним двигуном, зовнішнім порожнистим валом, з'єднаним із сонячною передачею, планетарним носієм, з'єднаним з виходом.

Область рідини утворена трьома трубчастими секціями, бічні поверхні яких відповідають обертовим граням вала, а внутрішня з'єднана з вхідною радіальною

трубою, ці секції з'єднані одна з одною радіальними каналами та з компонентами для змашування 19 радіальними. відвідні канали.

Для визначення нерухомих і рухомих частин поверхні обчислювальної моделі були розділені на чотири набори; стаціонарний, невід'ємний від картера коробки передач (зовнішні поверхні та впускна труба), внутрішні поверхні валу, поверхні порожнистого сонячного валу і, нарешті, поверхні планетарного водила.

Одним із найважливіших і трудомістких завдань у процесі CFD моделювання є генерація обчислювальної сітки. Була обрана гібридна тетраедрична та призматична сітки, використані призматичні елементи для кращого опису області в'язкої стінки. Найкращий компроміс між якістю сітки (викривлення елементів), кількістю елементів було знайдено за умови, що навіть у найвужчих зазорах утворюється мінімум 6 призматичних шарів.

Чисельне моделювання проводилося з комерційним кодом CFD ANSYS CFX 14.0. Код розв'язує 3D-усереднену за Рейнольдсом форму рівнянь Нав'є-Стокса за допомогою методу кінцевого об'єму на основі кінцевих елементів. Схема адвекції другого порядку з високою роздільною здатністю була прийнята для розрахунку членів адвекції в дискретних рівняннях кінцевого об'єму. Моделювання проводилося в умовах стаціонарного стану.

Налаштування моделювання є важливим кроком до надійних результатів, у наступному абзаці буде показано правильне налаштування граничних умов, характеристик рідини та режиму турбулентності.

Критеріями, які впливають на вибір моделей турбулентності, є фізична природа проблеми, очікувана якість результатів і, крім того, у промислових застосуваннях, обчислювальні зусилля.

У роботі використано та порівняно дві моделі турбулентності. Коли температура нафти становить 0 °С, число Рейнольда менше 90, отже, була накладена модель ламінарної турбулентності, натомість, коли температура нафти становить 60 і 90 °С, число Рейнольда перевищує 400 на багатьох ділянках рідинної області була накладена модель турбулентності BSL. Фактично слід враховувати, що обертовий рух валів збільшує турбулентність рідини, з цієї причини число Рейнольда ламінарно-турбулентного переходу нижче, ніж у стаціонарному випадку.

Модель BSL є гібридною моделлю турбулентності, в якій функція змішування F1 використовується для поступового переходу від моделі k-ε до моделі k-ω. Функція F1 поступово змінюється від одиниці на стінках до нуля за межами граничних шарів. Це має використовувати переваги зручних функцій обох моделей, тобто надійність k-ε та функції швидкої конвергенції та роздільну здатність k-ω біля стінки.

Було представлено метод CFD для контурів змащення. Метод здатний відобразити поведінку ланцюгів змащення, що дає можливість оцінити продуктивність змащення, виявлення критичних робочих умов і покращити процес проектування за допомогою

віртуальної оптимізації. Забезпечення правильного розподілу мастила покращує управління енергією, підвищує надійність машини та компонентів і термін служби, зменшуючи кількість відмов.

Було описано основні фізичні явища, крім того, було проведено аналіз сукупних даних, щоб керувати великою кількістю зібраних даних і проілюструвати різні тенденції та залежність від умов експлуатації.

Вдаючись до деталей, відцентровий ефект важливий при низьких перепадах тиску і, як правило, на користь виходів, найближчих до входу; при великих перепадах тиску та середній і високій температурі баланс потоку задовільний; при низьких температурах спостерігається ламінарна поведінка, загальна швидкість потоку різко падає, і, крім того, шлях потоку не в змозі змастити кінцеву частину валу.

Метод показав здатність описувати поведінку глобальної системи за допомогою простих моделей, відкриваючи можливість мати справу з повною системою змащення, аналізуючи різні частини та будуючи глобальну модель концентрованих параметрів. Це важливе досягнення, оскільки в даний час неможливо повністю вивчити сучасну систему змащення позашляхових машин через надзвичайну складність і обсяг рідинної області.

Ці результати спонукають до розробки моделювання CFD у сфері трансмісійного змащення як невід'ємної частини розробки машин, що дає можливість оптимізувати та прискорити процес проектування.

Список літератури

1. S. Schembri Volpe, G. Carbone, E. Sedoni and M. Napolitano, "Design Optimization of Input and Output Coupled Power Split Infinitely Variable Transmissions", J. Mech. Des. 131(11), 111002 (Oct 06, 2009)
2. Ryu I H; Kim D C; Kim K U (2003). Power Efficiency Characteristics of a Tractor Drive Train. Transactions of the ASAE, 46(6), 1481–1486
3. Xu, H., Kahraman, A., Anderson, N. E. and Maddock, D. G.: Prediction of Mechanical Efficiency of Parallel-Axis Gear Pairs. ASME, Journal of Mechanical Design, vol. 129, January 2007.
4. Changenet, C., Velex, P. Housing influence on churning losses in geared transmissions, ASME 2007.
5. Höhn B.-R., Michaelis K., Otto H.-P.: Influence on no-load gear losses, Ecotrib 2011 Conference, Proceedings Vol.2 pp.639-644, 2011.
6. Marchesse Y., Changenet C., Ville F., Velex P., Investigation on CFD simulation for predicting windage power losses in spur gears, ASME Journal of Mechanical Design, 2011, 133(2), 7 pages.

7. Hill, M.J.a , Kunz, R.F.b , Medvitz, R.B.b , Handschuh, R.F.c , Long, L.N.a , Noack, R.W.b , Morris, P.J.a , CFD analysis of gear windage losses: Validation and parametric aerodynamic studies, Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME Volume 133, Issue 3, 2011, Article number031103

8. Diab, Y.a, Ville, F.a, Velex, P.a, Changenet, C.b, Windage losses in high speed gears- preliminary experimental and theoretical results, Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME Volume 126, Issue 5, September 2004, Pages 903-908

9. Concli, F., Gorla, C.: Oil squeezing power losses of a gear pair: a CFD analysis, 9th International Conference on Advances in Fluid Mechanics - Advances in Fluid Mechanics IX, WIT Transactions on Engineering Sciences Volume 74, 2012, Pages 37-48, WIT 2012 (ISSN: 17433533 ISBN: 978-184564600-4)

МЕТОДИ ОБЧИСЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ТРАНСМІСІЇ CVT СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА

асистент Колеснік Ю.І.

Дослідження системи мащення в коробках передач є важливим питанням при проектуванні позашляхових машин, оскільки надійність залежить здебільшого від ефективності змащення, а також від терміну служби машини та загальної енергоефективності трансмісії.

Ключові слова: гідравлічний CFD, системи змащення, трансмісії позашляховиків

METHODS OF CALCULATING THE CVT TRANSMISSION LUBRICATION SYSTEM OF AN AGRICULTURAL TRACTOR

assistant Kolesnik Yu.I.

The study of the lubrication in gearboxes is an important issue in off-road machines design because reliability depends mostly from lubrication performance, as well as machine lifetime and overall energy efficiency of the transmission.

Keywords: hydraulic CFD, lubrication systems, off road vehicles transmissions.

Секція 6

«Сервісна інженерія та інженерний супровід»

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗСТУПЕНЕВОЇ ВАРІАТОРНОЇ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ

к.т.н., доцент Главацький К.Ц., інженер-механік Біневський М.М.,
магістр Ладчук В.С., магістр Черкудінов В.Е.

Український державний університет науки і технологій, м. Дніпро, Україна

Енергія – це життя, а перетворення енергії – це одна із форм його існування. Тому в усі часи інженери займаються пошуком найоптимальніших з точки зору застосування на практиці способів перетворення енергії. Зокрема, стосовно перетворення механічної енергії, а саме – енергії обертального руху, на сьогоднішній день є чимало відомих рішень, від найпростіших (зубчаста передача) до складних (гідромеханічні, роботизовані трансмісії, варіатори, тощо).

Автоматичні трансмісії поширені в автотранспортних засобах, оскільки мають ряд переваг перед звичайними механічними: збільшують моторесурс привідного двигуна, дозволяють більш раціонально використовувати його потужність, виконують зміну крутного моменту без розриву останнього і т. ін.

Сучасна автоматична трансмісія – це найчастіше гідродинамічний трансформатор крутного моменту у поєднанні з механічною (шестеренною) коробкою передач, або фрикційна передача (клинопасовий чи торовий варіатор). Керування трансмісією здійснюється за допомогою одного з видів приводів: гідравлічного, пневматичного, електричного.

Тенденції щодо поліпшення конструкцій і технічних характеристик автоматичних трансмісій спрямовані на створення агрегатів з мікропроцесорним керуванням процесу перетворення крутного моменту (наприклад, застосування спеціальних електричних блоків керування). Також ведуться роботи щодо розробки більш потужних фрикційних редукторів, оскільки автоматичні трансмісії на їх основі мають ряд переваг порівняно з гідромеханічними (високий ККД, менші розміри і вага), але, на жаль, не можуть працювати з великими навантаженнями в силу своїх конструктивних особливостей.

Метою досліджень є пошук компромісного рішення між існуючими конструкціями для перетворення механічної енергії і намагання об'єднати в одному рішенні сильні сторони існуючих передач (простоту, надійність, високу навантажувальну здатність, ремонтпридатність, невисоку собівартість, тощо).

Однією з актуальних задач є створення варіаторної безступінчастої зубчастої передачі, яка б поєднувала ознаки та сильні сторони шестеренної багатоступінчастої коробки передач (простота конструкції, високий ККД, великий крутний момент трансмісії) та варіаторної передачі (безступінчасте регулювання передавального числа).

Теорія механізмів заперечує існування такої передачі, оскільки передавальне число є залежним від діаметрів подільних кіл та модуля зубчастих коліс, які мають сталі значення.

У запропонованій варіаторній зубчастій передачі використовується форма зубців та їх розміщення таким чином, що діаметр подільного кола може змінюватись у певному діапазоні. Це можливо завдяки застосуванню зубців, робоча поверхня яких утворюється поворотом деякої кривої (наприклад, евольвенти) навколо вертикальної осі зубця (рис. 1, а), а також розміщення цих зубців на бічній поверхні зрізаного конуса по спіральній кривій з певним кроком, який визначає модуль зубчастої передачі (рис. 1, б).



Рисунок 1. Особливості конструкції зубчастих конусних коліс: а – утворення робочої поверхні зубця; б – схема розміщення отворів для встановлення зубців

Пляма контакту між зубцями такої передачі без навантаження є близькою до точкової, а з навантаженням вона відповідно збільшуватиметься. Переміщаючи проміжну шестерню уздовж бічної поверхні зубчастих конусних коліс можна встановити необхідне передавальне число передачі (рис. 2).

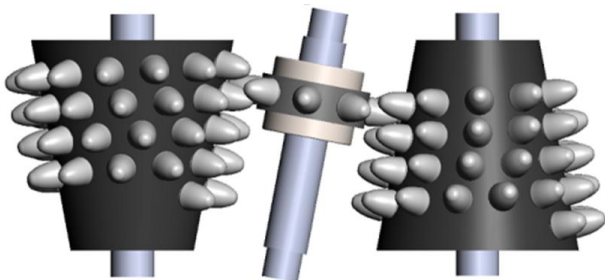


Рисунок 2. Зубчаста передача зі змінним передавальним числом



Рисунок 3. Прототип зубчастого варіатора (діюча модель)

Таке конструктивне рішення дозволяє реалізувати конструкцію варіатора, в якому (на відміну від традиційних типів) передача потужності відбувається не за допомогою сил тертя, а шляхом взаємодії зубців зубчастої передачі. При цьому безступінчаста зміна

передавального числа відбуватиметься без розриву крутного моменту; також з'являється можливість встановити найбільш вигідне для конкретного режиму передавальне число.

Розроблена спрощена діюча модель прототипу зубчастого варіатора (рис. 3), в якій ведучий вал і регульовальний гвинт реалізовані за допомогою єдиної деталі.

Регулювання передавального числа відбувається переміщенням та фіксацією привідної шестерні за допомогою гайок. Однак таке спрощення не заважає демонструвати роботу варіатора та проводити дослідну роботу.

На рисунку 4 представлений варіант компактного технічного рішення зубчастого варіатора з одним конусним колесом, в якому пропонується регулювати передавальне число за рахунок переміщення шестерні 6 вздовж ведучого валу 1.

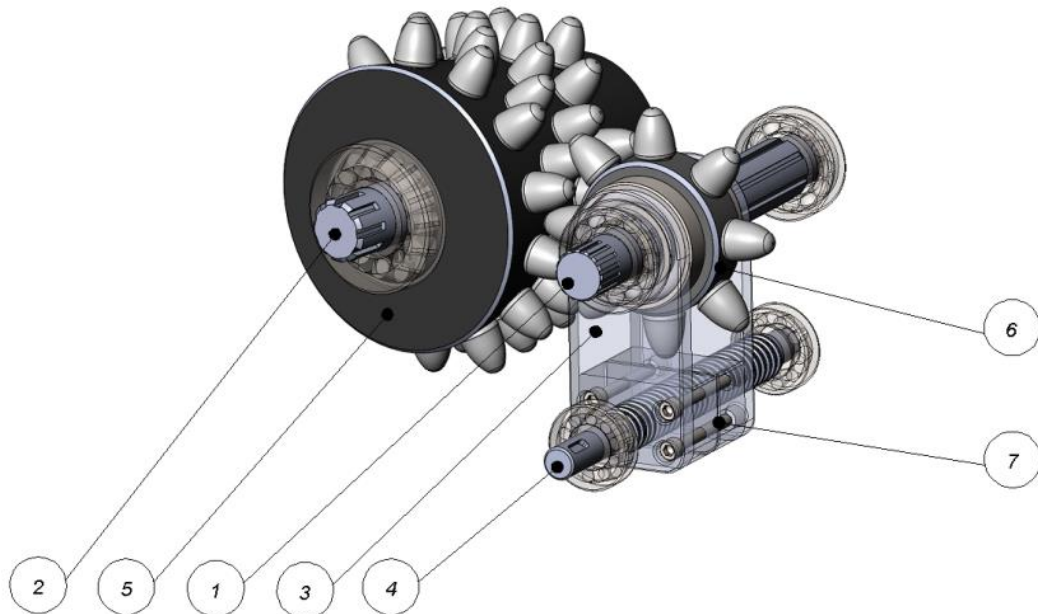


Рисунок 4. Зубчастий варіатор: 1 – вал ведучий; 2 – вал ведений; 3 – кронштейн механізму регулювання передавального числа; 4 – гвинт механізму регулювання передавального числа; 5 – конусне зубчасте колесо; 6 – шестерня з ковзаючою муфтою; 7 – стяжний гвинт

Механізм переміщення може складатися з двох кронштейнів 3, які з'єднані за допомогою гвинтів 7. В нижній частині встановлений гвинт 4, обертання якого перетворюється в поступальний рух кронштейнів 3, завдяки яким відбувається переміщення та фіксація в певному положенні шестерні 6 відносно бічної поверхні конусного зубчастого колеса 5.

Зубчасте конусне колесо є складальною одиницею. Окремо виготовлені зубці можуть бути певним чином закріплені в отворах конусного колеса. При цьому можливо досягти наступних, на наш погляд, позитивних результатів: 1) можливості виготовлення зубців та конусного колеса з різних матеріалів, наприклад, для зубців можна вибрати високоміцні зносостійкі марки сталей, а для конусних коліс – звичайні конструкційні марки сталей; 2) можливості застосування різних видів термообробки для зубців та

конусних коліс; 3) відсутності необхідності в доробартісних операціях з нарізання зубців, натомість можуть бути використані дешевші та продуктивніші способи виготовлення, наприклад, штампування; 4) висока ремонтпридатність виробу; 5) можливості розміщення в одному корпусі з іншими деталями та вузлами, які працюють у масляній ванні; 6) використання недорогого мастильного матеріалу для варіатора.

Попередній статичний аналіз варіанту зубчастого зачеплення (рис. 5) з модулем 10 мм та навантаженням моментом 2000 Нм на маточину сталевого зубчастого колеса, діаметром 75 мм, демонструє прийнятні результати, оскільки в деталях не виникли граничні напруження.

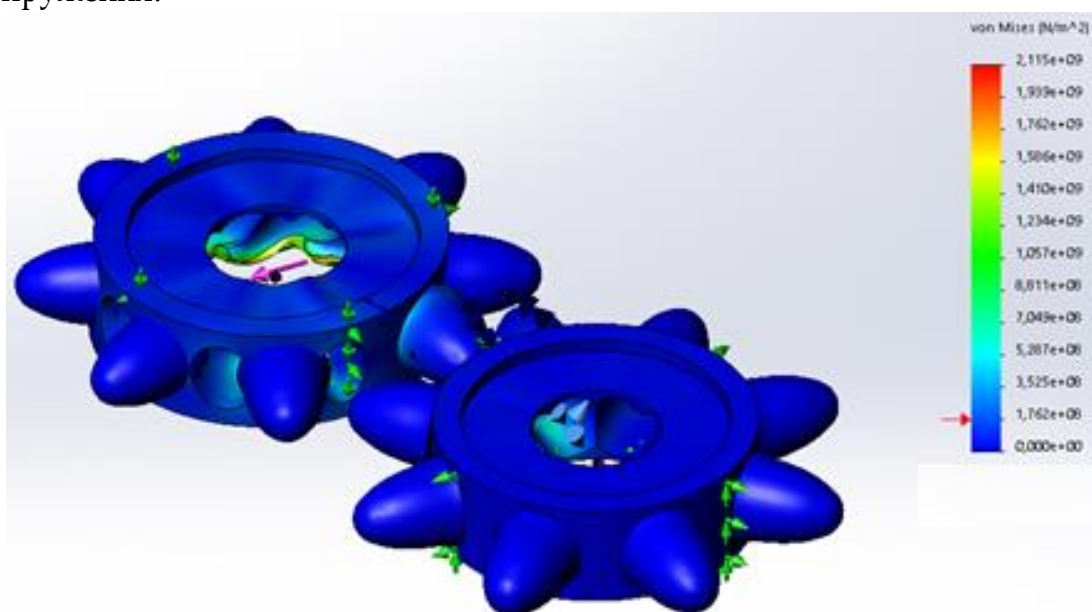


Рисунок 5. Попередній статичний аналіз зубчастого зачеплення

Деяке збільшення напруження спостерігається в корені робочої частини зубця та на ободі в місці кріплення зубця, що легко усувається конструктивними та технологічними засобами.

В результаті попередньо виконаних перспективно-пошукових досліджень зубчастого варіатора встановлено можливість безступінчастої зміни передавального числа. Розрахунки дають уяву про можливості та доцільність його застосування у техніці. Встановлено, що використовуючи для зубців високоміцні марки сталей (40XН2МА, 40X2Н2) можна досягти досить високих значень крутного моменту (близько 600 Нм), що для існуючих видів варіаторів, в яких перетворення енергії відбувається за рахунок сил тертя або/та поділу потоків потужності, потребувало б створення громіздких та/або складних конструкцій.

В цьому сенсі однозначно маємо виграшну ситуацію. Стосовно діапазону передавальних чисел, зубчастий варіатор не продемонстрував суттєвого покращення, навіть навпаки, оскільки діапазон передавальних чисел складає від 1 до 2, що, в більшості випадків, є не достатнім в сучасних трансмісіях машин. Дана обставина на наш погляд суттєво звужує область застосування запропонованого зубчастого варіатора, тому

подальші дослідження необхідно вести в напрямках розширення діапазону регулювання передаточного числа та пошуку області застосування цього технічного рішення, для якої дана обставина не є критичною.

Таким чином позитивні результати досліджень дозволять конструювати безступінчасті зубчасті передачі із можливістю регулювання передавального числа в деякому діапазоні та можуть бути використані в техніці без суттєвих обмежень по крутному моменту і швидкості. Натомість з'явиться можливість високоточного регулювання передавального числа, чого було неможливо досягти в існуючих безступеневих передачах.

Список літератури

1. Ладчук В.С. Моделювання редуктора для автоматичних трансмісій та методика його розрахунку : дипломна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра : спец. спец. 133 – «Галузеве машинобудування» / наук. керівник доцент К.Ц. Главацький; Укр. держ. ун-т науки і технологій. Дніпро, 2024. 101 с.

2. Біневський М.М. Дослідження методик розрахунку і математичне моделювання редуктора для автоматичних трансмісій розрахунку : дипломна робота на здобуття ступеня вищої освіти магістра : спец. спец. 133 – «Галузеве машинобудування» / наук. керівник доцент К.Ц. Главацький; Дніпропетр. нац. ун-тет залізн. тр-ту імені академіка В. Лазаряна. Дніпропетровськ, 2008. 84 с.

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗСТУПЕНЕВОЇ ВАРІАТОРНОЇ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ

к.т.н., доцент Главацький К. Ц., інженер-механік Біневський М. М., магістр Ладчук В. С., магістр Черкудінов В.Е.

Наведено обґрунтування перспективності розробки та дослідження безступеневої варіаторної зубчастої передачі з робочою поверхнею зубців у формі тіла обертання з твірною, що відповідає профілю зубців традиційних зубчастих передач.

Ключові слова: редуктор, зубець, навантаження, сила, параметри, передаточне число, напруження, трансмісія, аналіз.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF A STEPLESS VARIATOR GEAR TRANSMISSION

Ph.D., associate professor Hlavatskyi K.Ts., mechanical engineer Binevsky M. M., master Ladchuk V. S., master Cherkudinov V.E.

The substantiation of the perspective of the development and research of a stepless variator gear transmission with the working surface of the teeth in the form of a body of rotation with a generator corresponding to the profile of the teeth of traditional gear transmissions is given.

Keywords: reducer, tooth, load, force, parameters, gear ratio, tension, transmission, analysis

СУЧАСНІ МЕТОДИ ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТА МОНІТОРИНГУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ

асистент Лемішко Д.С.

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

З розвитком автомобільної індустрії, технологічний прогрес значно змінив підходи до проектування, виробництва та експлуатації автомобільних систем. Сьогодні інженери використовують новітні методи супроводу та моніторингу життєвого циклу автомобілів для забезпечення їх надійності, безпеки та екологічності.

На етапі проектування інженери використовують передові комп'ютерні технології для створення моделей автомобільних систем і компонентів. Це дозволяє врахувати всі можливі фактори, що впливають на експлуатацію автомобіля. Основні методи супроводу на цій стадії включають: САД-системи (Computer-Aided Design), САЕ (Computer-Aided Engineering), системне моделювання та симуляція.

На етапі виробництва ключову роль відіграє автоматизація та контроль якості. Сучасні виробничі лінії оснащені сенсорами, що дозволяють здійснювати постійний моніторинг продукції. Серед популярних методів: сенсорний контроль якості, технології Industry 4.0, роботизовані системи.

Моніторинг автомобільних систем під час експлуатації автомобіля відіграє вирішальну роль у забезпеченні його надійності. Сучасні автомобілі оснащені численними датчиками, які передають дані в реальному часі про стан різних систем. До найважливіших методів моніторингу належать: OBD (On-Board Diagnostics), інтернет речей (IoT), Predictive Maintenance (прогнозне технічне обслуговування).

Останній етап життєвого циклу автомобіля також вимагає уваги. Автомобілі після завершення експлуатації повинні бути правильно утилізовані з мінімізацією впливу на навколишнє середовище. Сучасні методи включають: екологічна утилізація, Lifecycle Assessment (оцінка життєвого циклу).

Штучний інтелект та великі дані відіграють ключову роль у сучасних методах інженерного супроводу та моніторингу. Алгоритми машинного навчання можуть аналізувати величезні обсяги даних, зібраних з сенсорів автомобіля, і робити прогнози щодо роботи систем. Це дозволяє швидше реагувати на несправності та підвищувати ефективність експлуатації. Ці інновації сприяють не лише покращенню якості продукції, але й зменшенню екологічного впливу автомобільної індустрії.

Список літератури

1. Shrey V., Gaurav D. Life cycle assessment of electric vehicles in comparison to combustion engine vehicles: A review. *Proceedings 2022*, p. 217-222.

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТА МОНІТОРИНГУ
ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ**

асистент Лемішко Д.С.

Методи супроводу та моніторингу життєвого циклу автомобілів для забезпечення їх надійності, безпеки та екологічності.

Ключові слова: експлуатація, моніторинг, датчики.

**MODERN METHODS OF ENGINEERING SUPPORT AND MONITORING OF
THE LIFE CYCLE OF AUTOMOBILE SYSTEMS**

assistant Lemishko D.S.

Methods of supporting and monitoring the life cycle of cars to ensure their reliability, safety and environmental friendliness.

Keywords: operation, monitoring, sensors.

ОЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕХАНІЧНО-СТРУКТУРНОЇ СКЛАДОВОЇ ДВИГУНА

к.т.н., доцент Сорокін С.П., к.т.н., доцент Блезнюк О.В.,
магістранти Горевий В.Ю., Борисов А.В.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

В більшості, набуті напрямки визначення технічного стану механічно-структурної складової двигуна, зокрема циліндро-поршневої групи, газорозподільного механізму тощо носять переважно інтегральний характер оцінки технічного стану і не дозволяють в повній мірі виявити причину конкретної несправності [1, 2]. Внаслідок недосконалості методик, що існують і технічних засобів вимірювання значення діагностичних параметрів часто виникають похибки в постановці технічного діагнозу який носить імовірнісний характер [3]. Це зумовлює необхідність проведення наукових досліджень з удосконалення методів та технічних засобів діагностування двигунів, а особливо їх механіки.



Рисунок 1. Визначення технічного стану механічно-структурної складової двигуна

Вибір діагностичного забезпечення наукових досліджень здійснювався з урахуванням постановки реального діагнозу. Основним діагностичним засобом, що використовувався є USB осцилограф з функціями мотортестера на якому базується вся процедура сучасної моторної діагностики, що забезпечує отримання інформації безпосередньо з двигуна. Для виконання діагностичних процедур до комплекту мотортестера входять датчики різного призначення, у тому числі і датчики для вимірювання тиску.

По-перше була опрацьована робоча гіпотеза отримання достовірного діагнозу за характеристиками струму, що споживає стартер на пусковому режимі. Алгоритм виконання діагностичної процедури передбачає визначення пускової частоти обертання та амплітуди коливання струму. Так при справному двигуні та системі пуску стартер розкручує колінчастий вал бензинового двигуна приблизно до 200-250 об/хв, а струм споживання стартера становить 80-350 А, вимір за допомогою перетворювача струму АРРА-32. Схема підключення датчиків при вимірюванні струму, що споживається стартером при прокручуванні двигуна, наведена на рис. 2.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

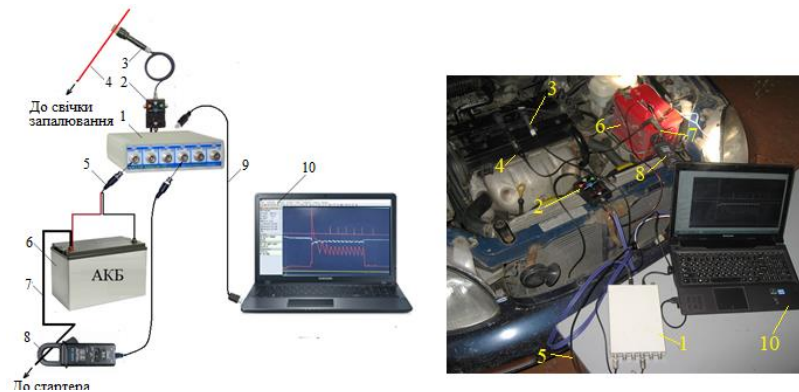


Рисунок 2. Схема підключення датчиків діагностичної установки: а) схема установки; б) схема установки датчиків на автомобілі [4]: 1 – осцилограф з функціями мотортестера Autoscope III; 2 – DIS Adapter, адаптер запалювання; 3 – Sync, датчик синхронізації; 4 – високовольтний дріт; 5 – звичайний осцилографічний щуп; 6 – акумулятор; 7 – силовий дріт акумулятора; 8 – АРРА 32 токові кліщі; 9 – з'єднувальний кабель; 10 – ноутбук

Удосконалення діагностичного тесту полягало у наступному: підвищення достовірності отриманих в діагностичному експерименті результатів на першому етапі здійснювалась реєстрація струму стартера на пусковому режимі при встановлених свічках запалювання, а другому – коли всі свічки були демонтовані з двигуна.

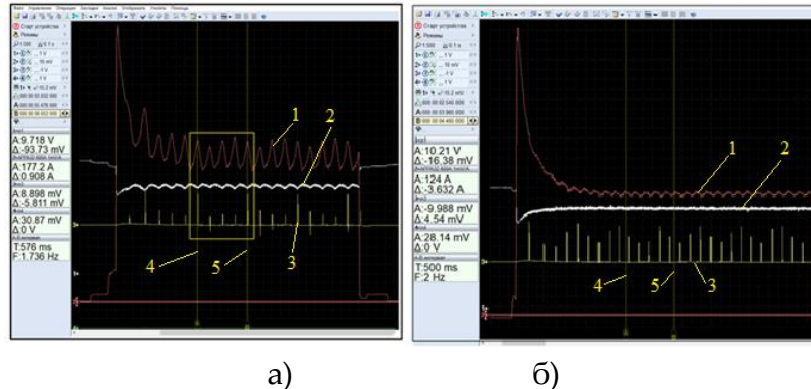


Рисунок 3. Візуалізація осцилограма пускового струму двигуна автомобіля Daewoo Leganza: а) зі всіма свічками; б) без свічок: канал 1 – напруга на клеммах акумуляторної батареї; канал 2 – струм, що споживає стартер; канал 3 – сигнал датчика синхронізації; А (4), В (5) – маркери; - межі 1-го оберту колінчастого валу

Результатом наукового обґрунтування робочої гіпотези стало формування показника “Відносна компресія” обчисленого у вигляді бар-графіків, що дозволило в цілому підвищити достовірність постановки технічного діагнозу за механічно-структурною складовою двигуна.

По-друге була опрацьована робоча гіпотеза отримання достовірного діагнозу на підставі вимірювання тиску газів наприкінці такту стискання з положення поршня у ВМТ при прокручуванні колінчастого валу зі змогою оцінки динаміки наростання тиску в циліндрі. Вимірювальна схема рис.4 динамічного компресографа побудована на базі USB осцилографа з електронним датчиком тиску Рх35, який входить у комплект осцилографа.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Удосконалення діагностичного тесту полягало у наступному: перед прокручуванням стартером поршень циліндра, який перевіряється, встановлюють у положення ВМТ, а технічний стан циліндра оцінюють за максимальним значенням пікового тиску та відношенням значень пікового тиску у першому і другому циклах стискання.

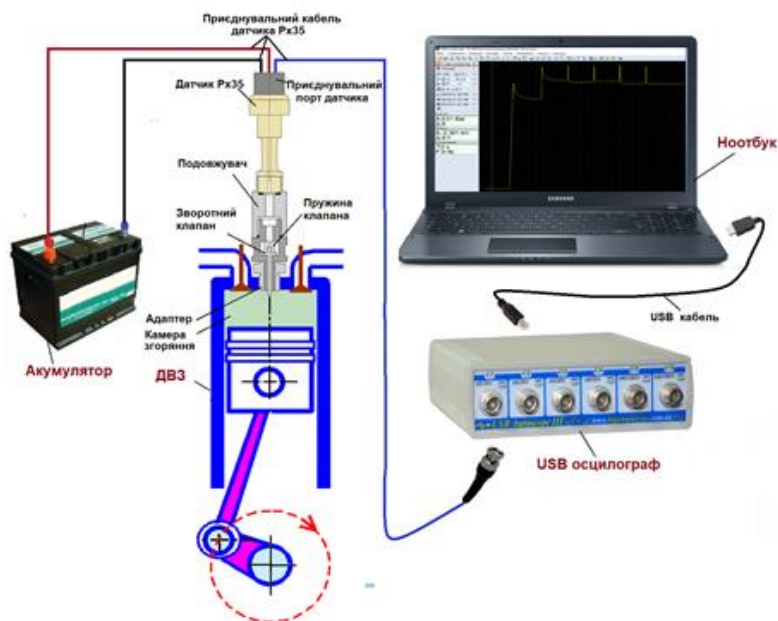


Рисунок 4. Вимірвальна схема компресографа на базі USB осцилографа [5]

Візуалізація процесу діагностування здійснюється за допомогою монітора ноутбука, на якому встановлена програма керування осцилографом, результати наведені на рис. 5.

Аналіз результатів діагностичної процедури передбачає розрахунок інтенсивності

$$IP = \frac{P_1}{P_2} = \frac{P_2 - \Delta}{P_2} = 1 - \frac{\Delta}{P_2}$$

зростання тиску:

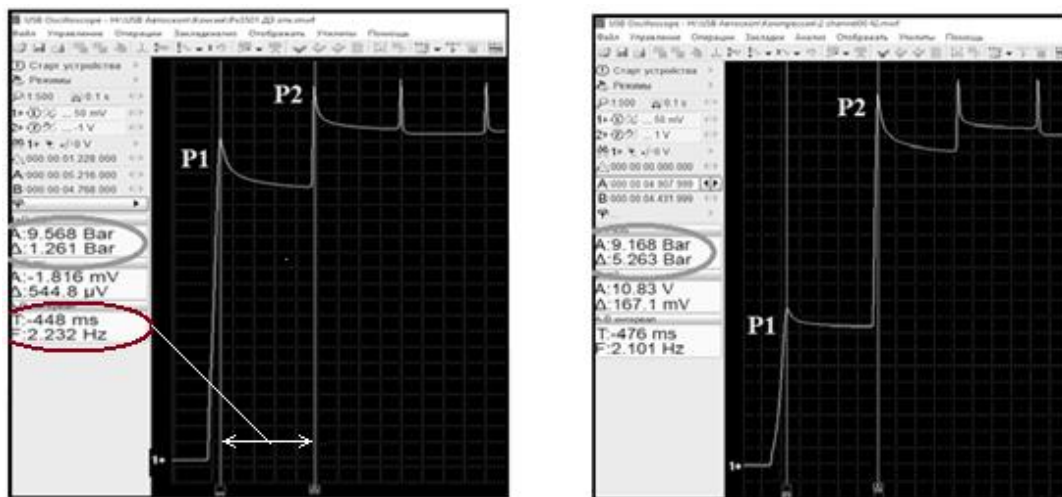


Рисунок 5. Візуалізація результатів діагностичної процедури: а) циліндр 1, б) циліндр 2

Якщо IP конкретного циліндра знаходиться у межах 0,4-0,6 найбільш вірогідними проблемами є підвищені втрати технічного стану циліндра бензинового двигуна через збільшення витоків у компресійних кільцях. При IP на рівні 0,6-0,8 дає розуміння про негерметичність клапанів, чи тріщини у головці блока циліндрів. При $IP \geq 0,8$ інтенсивність наростання тиску у циліндрі відповідає справному стану. За результатами аналізу отриманих осцилограм з високим ступенем достовірності визначається технічний стан циліндро-поршневої групи бензинового двигуна та локалізуються дефекти.

По-третє була опрацьована робоча гіпотеза отримання достовірного діагнозу падіння тиску повітря на дроселі за рахунок удосконалення конструкції пневмотестера (лік-тестера) з обґрунтуванням його конструктивно-режимних параметрів (рис. 6).

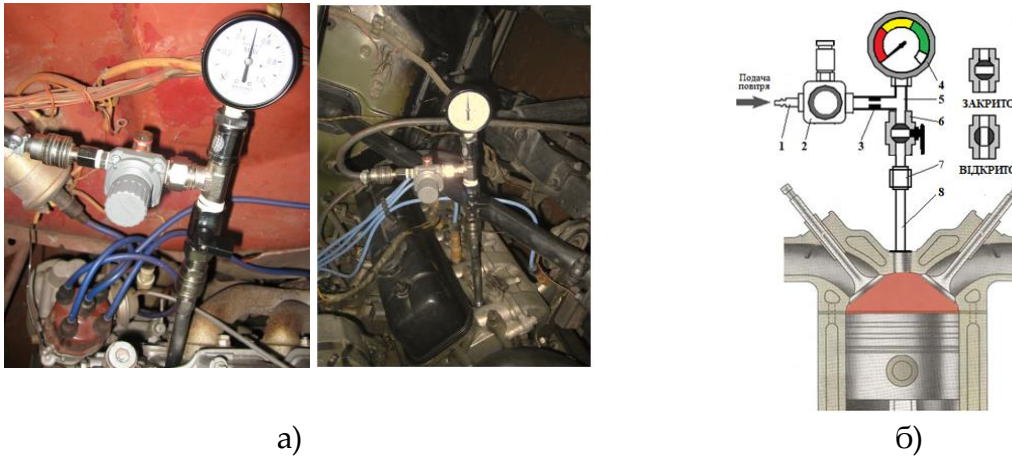


Рисунок 6. Загальний вигляд удосконаленого пневмотестера [6] та схема його застосування: а) пневмотестер в дії; б) схема установки на двигуні: 1 – штуцер швидкоземного з'єднання; 2 – регулятор тиску; 3 – дросель; 4 – манометр; 5 – трійник; 6 – кульковий кран; 7 – швидкоземне з'єднання з всмоктозапиранням; 8 – різьблений адаптер

Удосконалення конструкції відбувалось у напрямку застосування одного вимірювального засобу тиску 4, що дозволяє підвищити точність вимірювання, постановки кулькового крану 6 поперед адаптора 8, використання дроселя діаметром 1 мм, з відношенням довжини отвору до діаметру як 1,5. Теоретичне обґрунтування здійснювалось на підставі поняття “Еквівалентна щільність” площі умовної кільцевої щільності (зазор у спряженні гільза-поршень), витоків повітря через яку дорівнюють сумарним фактичним витокам з надпоршневого простору через усі ймовірні місця витоків при опресовуванні циліндра, що діагностуються стисненим повітрям.

Слід зазначити, що навіть на новому двигуні надпоршневий простір не є повністю герметичним, що визначений наявністю конструктивних зазорів і витоків повітря в межах 10-20%. За експлуатаційних умов дана величина витoku може збільшуватися до 30-40%, за перевищенням якої в понад 60 % існує необхідність у проведенні розбирально-складальних робіт з можливістю визначення місця витоків.

В-четверте була опрацьована робоча гіпотеза отримання достовірного діагнозу на підставі вимірювання тиску газів за допомоги розробленого адаптера на базі штатної

форсунки (рис. 7) і приєднаного за допомоги нього діагностичного засобу: компресометра, пневмотестора, аналізатора герметичності циліндрів тощо до порожнини циліндра.

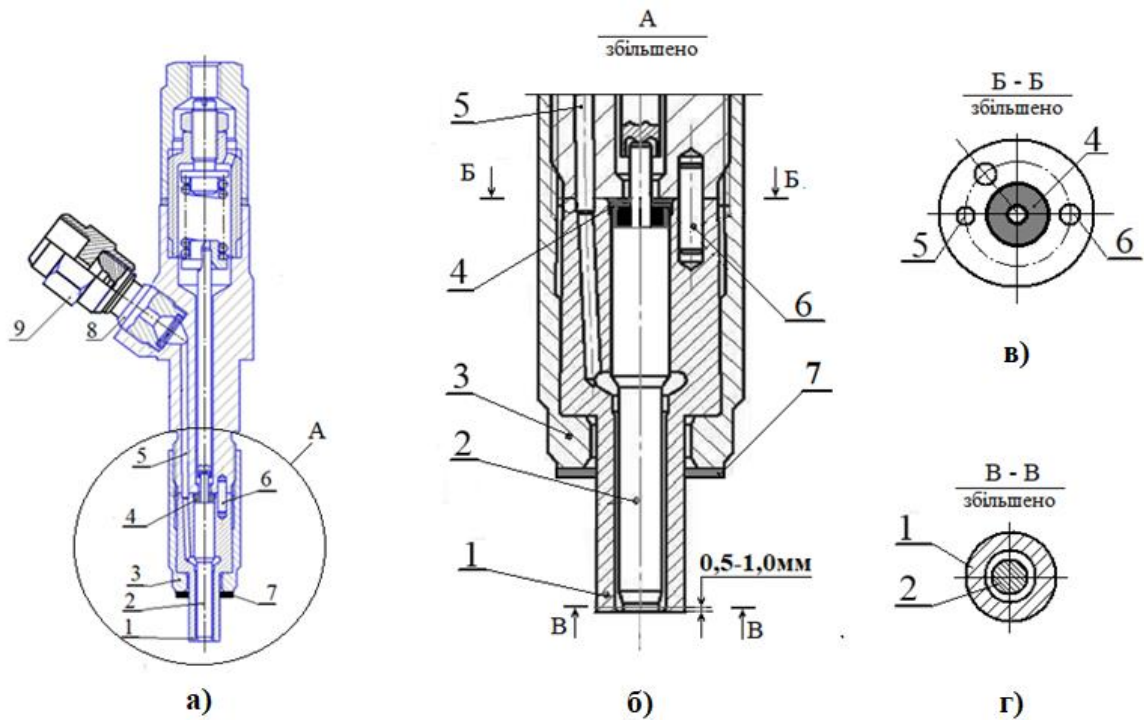


Рисунок 7. Адаптер з фальш розпилювачем [7]: а) конструктивна схема адаптера з фальш – розпилювачем (адаптер у зборі); б) установка фальш – розпилювача на корпусі форсунки; в) вигляд фіксуючого і герметизуючого елемента; г) вигляд каналу для проходження повітря: 1 – корпус фальш – розпилювача; 2 – голка розпилювача; 3 – гайка; 4 – фіксуючо-герметизуючий елемент фальш – розпилювача; 5 – корпус форсунки; 6 – установочний штифт; 7 – ущільнююча прокладка; 8 – штуцер форсунки; 9 – перехідник для приєднання компресометра

Відмінністю запропонованого адаптера від відомих полягає в його універсальності забезпеченими приєднувальними розмірами розпилювачів, тип S і P і конструктивними змінами, а саме використання розпилювача у зборі з голкою зрізаною на 0,5-1,0 мм вище основи запірного конуса голки, голка герметично зафіксована у напрямному отворі корпусу розпилювача. За результатами досліджень впливає, що при діагностуванні зафіксована і загерметизована у корпусі голка розпилювача унеможливує перетікання повітря у порожнини адаптера, які розташовані вище розпилювача, що унеможливує вплив шкідливих об'ємів на результати діагностування, при цьому повітря вільно проходить через зазор між голкою і корпусом розпилювача що утворився після їхнього підрізання.

Список літератури

1. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів: навч. посібник / В.Д. Мигаль, В.А. Корогодський, О.І. Воронков, І.М. Нікітченко. Х.: ХНАДУ, 2021. 412 с.

2. Практикум з технічної діагностики: навч. посібник за ред. О.В. Козаченка. Х.: Факт, 2013. 456 с.

3. Пошуковий аналіз методів діагностування газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння / А.Кузнецов О.Блезнюк // Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023. С 57.

4. Діагностування ЦПП за струмом, що споживає стартер при прокручуванні двигуна / С.П. Сорокін, О.М. Шкрегаль, О.В. Блезнюк, В.С. Каденко // Міжнародна науково-практична конференція 16 жовтня 2020 р. «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ТА СЕРВІСНА ІНЖЕНЕРІЯ». Х.: ХНТУСГ. 121-124 с.

5. Спосіб діагностування технічного стану циліндропоршневої групи бензинового двигуна внутрішнього згоряння 146949 Україна: G01M 15/08 / Сорокін С.П., Сорокін М.С., Козаченко О.В., Шкрегаль О.М., Блезнюк О.В., Шевляков В.Я., Ващекін Д.Ю. № u 202004552; заявл. 12.10.2020 ; опубл. 31.03.2021. Бюл. № 14/2021. 3 с.

6. Обґрунтування параметрів пневмотестера для контролю технічного стану циліндропоршневої групи двигуна / С.П. Сорокін, О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко, О.В. Блезнюк, Д Зозуля // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Х.: ХНТУСГ, №15. 2019. С. 49-59.

7. Адаптер для приєднання діагностичних приладів до дизельних двигунів 154657 Україна: G01M15/08 Сорокін С.П., Козаченко О.В., Сорокін М.С., Шевченко І.О., Єсіпов О.В. № u 202302384; заявл. 18.05.2023; опубл. 29.11.2023. Бюл. № 48, 2023.

ОЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕХАНІЧНО-СТРУКТУРНОЇ СКЛАДОВОЇ ДВИГУНА

Сорокін С.П., к.т.н., доцент, Блезнюк О.В., к.т.н., доцент

В більшості, набуті напрямки визначення технічного стану механічно-структурної складової двигуна носять переважно інтегральний характер оцінки технічного стану і не дозволяють в повній мірі виявити причину конкретної несправності. Внаслідок недосконалості методик, що існують і технічних засобів вимірювання значення діагностичних параметрів зумовлює необхідність проведення наукових досліджень з удосконалення методів та технічних засобів діагностування двигунів, а особливо їх механіки. Вибір діагностичного забезпечення наукових досліджень здійснювався з урахуванням постановки реального діагнозу. Основним діагностичним засобом, що використовувався є USB осцилограф з функціями мотортестера на якому базується вся процедура сучасної моторної діагностики. В роботі опрацьовано ряд робочих гіпотез з отримання достовірного діагнозу на підставі характеристики струму, що споживає стартер на пусковому режимі; вимірювання тиску газів наприкінці такту стискання з положення поршня у ВМТ при прокручуванні колінчастого валу зі змогою оцінки динаміки наростання тиску в циліндрі; падіння тиску повітря на дроселі за рахунок удосконалення конструкції пневмотестера (лік-тестера) з обґрунтуванням його конструктивно-режимних

параметрів; вимірювання тиску газів за допомоги розробленого адаптеру на базі штатної форсунки.

Ключові слова: технічний стан, механічно-структурна складова, двигун, осцилограф, робоча гіпотеза.

DETERMINATION OF THE DIRECTION OF DETERMINATION OF THE TECHNICAL CONDITION MECHANICAL AND STRUCTURAL COMPONENT OF THE ENGINE

Sorokin S.P., Ph.D., Associate Professor, Bleznyuk O.V., Ph.D., Associate Professor

In most cases, the acquired directions for determining the technical condition of the mechanical-structural component of the engine are mainly integral in assessing the technical condition and do not allow to fully identify the cause of a specific malfunction. As a result of the imperfection of existing methods and technical means of measuring the value of diagnostic parameters, it is necessary to carry out scientific research on the improvement of methods and technical means of diagnosing engines, and especially their mechanics. The choice of diagnostic support for scientific research was carried out taking into account the establishment of a real diagnosis. The main diagnostic tool used is a USB oscilloscope with motor tester functions, on which the entire procedure of modern motor diagnostics is based. The work elaborates a number of working hypotheses for obtaining a reliable diagnosis based on the characteristics of the current consumed by the starter in the start-up mode; measurement of gas pressure at the end of the compression stroke from the position of the piston at TDC when cranking the crankshaft with the ability to assess the dynamics of pressure build-up in the cylinder; the drop in air pressure on the throttle due to the improvement of the design of the pneumotester (liquid tester) with the justification of its structural and operational parameters; gas pressure measurement using a developed adapter based on a regular nozzle.

Key words: technical condition, mechanical-structural component, engine, oscilloscope, working hypothesis.

РОЗВИТОК МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ДВЗ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувачка вищої освіти Чернявська А.В.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

В даний час розробка нових і вдосконалення випускаються двигунів внутрішнього згорання не передбачається без проведення розрахованих досліджень на комп'ютерній техніці. Особливу актуальність математичне моделювання і комп'ютерна оптимізація ДВЗ набуває в умовах вже існуючих нормативів на шкідливі викиди з відпрацьованими газами, вимоги високої продуктивності та економічності, коли обсяг і вартість експериментальних робіт радикальним віком зростають. Ведучими науковими центрами проводяться широкомасштабні дослідницькі роботи з пошуку оптимальної організації робочих процесів двигунів, включаючи алгоритми управління паливною апаратурою дизеля, які забезпечили необхідні рівні шкідливих викидів. Найбільшу складність представляє собою одночасно зниження викиду твердих частинок і оксидів азоту, або більшість використовуваних заходів позитивно впливають на зниження рівня одних компонентів і одночасно негативно впливають на інші.

В даний час передовими науковими центрами інтенсивно розробляється програмне забезпечення для вирішення задач удосконалення робочих процесів ДВЗ на основі технології вирішення завдань просторової гідродинаміки в об'ємі з рухомими стінками (в англійській мові: Computational Fluid Dynamic або CFD). Ця технологія передбачає тримірне моделювання течії газу і впорскуваного палива в циліндрах і колекторах ДВЗ. У процесі розрахунку моделюються процеси випарування, згорання та утворення шкідливих речовин. Найбільшою популярністю в промисловому середовищі користуються комерційні програми, що мають розвинений інтерфейс, що мають відкритий код, бідний інтерфейс і поширюється безкоштовно. Програми дозволяють моделювати розвиток потоків газу та розпиленого палива в камері згорання двигуна, рух плівок палива, що спадає на стінки, поля температури та концентрації робочого тіла в робочому обсязі. Основні зусилля спрямовані на розрахунок викидів сажі, NOx і CO. Достовірність результатів розрахунку не завжди задовільна. Існуючим недоліком CFD на сьогоднішній день є трудомісткість розрахунків і необхідність використання потужних комп'ютерів [1].

З аналізу опублікованих джерел відомо, що експлуатація цієї програми ведеться на дуже потужних комп'ютерах. Вартість ліцензії на експлуатацію комерційних програм на одному робочому місці становить приблизно 50000 доларів США за 3 роки (програма FIRE). Підготовка даних кваліфікованим спеціалістом для одного варіанту розрахунку займає до кількох днів (5 - 10 і більше днів для нового двигуна). Час рахунку одного

варіанту - 30 годин і більше. Розрахункова область, переважно до внутрішньоциліндрових процесів, зазвичай являє собою впускний (і випускний) колектори, рухливі клапани і рухливий поршень з камерою згорання. Розрахункова область розбивається на велику кількість комірок (близько 500 000) [1, 4].

Розрахункова область, яка може мати стінки багатьох умовно складних фор, видається в будь-якому випадку з пакетів CAD, що підтримують тверде моделювання (Catia, Solid Eige). Поверхність, що обмежує газ, зберігається у вигляді сукупності великої кількості трикутників (файли *.STL). За допомогою спеціальної програми "генератор сітки" розрахункова область розбивається на велику кількість розрахункових комірок. Для прикладу: циліндр, впускний і випускний канали з клапанами розбиваються на 350 - 900 тисяч комірок. Для опису складної поверхні без надмірного збільшення числа комірок методом крупних частинок, наприклад, використовується механізм дробних комірок на границях газу та металу. Інші методи використовують інші алгоритми. Слід враховувати, що час рахунку пропорційно четвертій ступені від густоти сітки, тому слід вибирати таку сітку, щоб час рахунку був прийнятним і поверхня описана досить точно [2].

Після призначення початкових і граничних умов (за допомогою термодинамічних програм) проводиться кроковий розрахунок роботи двигуна (зазвичай це такти всмоктування, стиску і згорання). Тривалість рахунку одного циклу (однієї ітерації) становить від кількох годин до кількох суток, залежно від розрахункової сітки та використовуваних параметрів під моделей в'язкості, теплообміну зі стінками, руйнування струму, згорання та хімічної кінетики. Проведення ітерацій, необхідних для того, щоб уточнити початкові умови: в кінцевому підсумку розрахунок повинен бути отриманий і параметри газу, що і на початку (умови періодичності). Програми візуалізації результатів дозволяють отримувати нестационарні поля швидкості в різних секціях, зображення струму, поля температури і концентрації [1, 3].

Більше часу на розрахунки сьогодні не дозволяє використовувати технологію CFD для загального аналізу та оптимізації робочих процесів ДВЗ, тим не менш, цей напрямок інтенсивно розвивається.

Список літератури

1. Babajide Kolade, Thomas Morel, Song-Charng Kong. Coupled 1-D/3-D Analysis of Fuel Injection and Diesel Engine Combustion // SAE Tech. Pap. Ser. – 2004. – N 2004-01-0928. – P. 1-10.
2. Stephenson Philip W., Rutland Christopher J. Modeling the effects of in-take flow characteristics on diesel engine combustion // SAE Tech. Pap. Ser. – 1995. – N 950282. – P. 57-67.
3. Gamma Technologies Inc.: [Електронний ресурс]. URL: <http://www.gtisoft.com>.
4. Ricardo Software: [Електронний ресурс]. URL: <http://www.software.ricardo.com>.

**РОЗВИТОК МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ
ДВЗ**

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувачка вищої освіти Чернявська А.В.

Особливу актуальність математичне моделювання і комп'ютерна оптимізація ДВЗ набуває в умовах вже існуючих нормативів на шкідливі викиди з відпрацьованими газами, вимоги високої продуктивності та економічності, коли обсяг і вартість експериментальних робіт радикальним віком зростають.

Ключові слова: метод, розрахунки, двигун внутрішнього згоряння.

**DEVELOPMENT OF CALCULATION METHODS AND OPTIMIZATION OF DVZ
WORKING PROCESSES**

Ph.D., associate professor Kolesnik I., higher education Chernyavska A.

Mathematical modeling and computer optimization of internal combustion engines acquire special relevance in the conditions of already existing standards for harmful emissions with exhaust gases, high productivity and cost-effectiveness requirements, when the volume and cost of experimental works are growing radically.

Key words: method, calculations, internal combustion engine.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОКТАНОМЕТРІВ

асистент Кулібаба Н.І.

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

Октанометри — це прилади, які використовуються для визначення октанового числа палива, що є важливим показником його якості. Октанове число показує здатність палива протистояти детонації при стисненні в циліндрах двигуна. Високоякісне паливо з високим октановим числом дозволяє двигуну працювати ефективніше, знижує ризик пошкодження двигуна та збільшує його ресурс. У цій доповіді ми розглянемо сучасні тенденції розвитку октанометрів, їх технічні характеристики, методи вимірювання та інновації у цій галузі.

Сучасні октанометри можуть використовувати різні методи для визначення октанового числа.

Найпоширеніші з них:

Метод компресії: Використовує змішування палива з повітрям під тиском і вимірює його здатність до детонації.

ІЧ-спектроскопія: Використовує інфрачервоне випромінювання для визначення хімічного складу палива і його октанового числа.

Методи акустичної резонансної спектроскопії: Аналізують звукові хвилі, що проходять через паливо.

Тенденції розвитку

1. Мініатюризація та портативність

Однією з ключових тенденцій є зменшення розмірів октанометрів і підвищення їх портативності. Сучасні октанометри можуть бути компактними пристроями, які легко поміщаються в руці, що дозволяє їх використовувати безпосередньо на місці заправки або під час ремонту.

2. Інтеграція з мобільними пристроями

Нові моделі октанометрів можуть підключатися до смартфонів або планшетів через Bluetooth або Wi-Fi, що дозволяє миттєво передавати дані та аналізувати результати вимірювань за допомогою спеціальних додатків. Це зручно для використання в польових умовах і підвищує точність вимірювань.

3. Поліпшення точності та швидкості вимірювань

Сучасні октанометри оснащені високочутливими сенсорами та потужними обчислювальними модулями, які забезпечують високу точність вимірювань у найкоротші терміни. Це дозволяє швидко визначити якість палива і прийняти відповідні рішення.

4. Використання інноваційних матеріалів

У виробництві октанометрів використовуються сучасні матеріали, які підвищують їх надійність та довговічність. Наприклад, карбонові композити та легкі металеві сплави дозволяють зменшити вагу пристроїв і підвищити їх стійкість до механічних пошкоджень.

5. Інтеграція з іншими сенсорами

Сучасні октанометри можуть бути оснащені додатковими сенсорами для вимірювання інших параметрів палива, таких як вміст сірки, щільність, температура і т.д. Це дозволяє отримати комплексну картину якості палива і зробити більш точний аналіз.

6. Використання штучного інтелекту та машинного навчання

Новітні моделі октанометрів можуть використовувати алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу даних. Це дозволяє підвищити точність прогнозів і виявлення аномалій, а також автоматизувати процес аналізу.

7. Застосування у різних галузях

Октанометри знаходять застосування не лише в автомобільній галузі, але й у авіації, морському транспорті, промисловості та сільському господарстві. Це дозволяє широко використовувати ці пристрої для контролю якості палива в різних умовах.

8. Розвиток програмного забезпечення

Важливою тенденцією є розвиток програмного забезпечення для аналізу даних, отриманих з октанометрів. Це можуть бути як прості додатки для смартфонів, так і складні програмні комплекси для підприємств, які дозволяють проводити глибокий аналіз і зберігати історію вимірювань.

9. Підвищення енергоефективності

Сучасні октанометри спроектовані таким чином, щоб мінімізувати споживання енергії. Це досягається за рахунок використання ефективних компонентів та оптимізації програмного забезпечення. Завдяки цьому пристрої можуть працювати довше без підзарядки.

10. Вдосконалення користувацького інтерфейсу

Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс є важливою складовою сучасних октанометрів. Користувачі можуть легко налаштовувати пристрої, зберігати результати вимірювань та експортувати дані на інші пристрої для подальшого аналізу.

Розвиток октанометрів відображає загальні тенденції технічного прогресу, зокрема мініатюризацію, інтеграцію з мобільними пристроями та використання штучного інтелекту. Ці інновації дозволяють підвищити точність вимірювань, збільшити зручність використання та розширити можливості контролю якості палива. Октанометри залишаються важливим інструментом для автомобільної галузі та інших сфер, де контроль якості палива є критично важливим. Завдяки постійному вдосконаленню технологій та матеріалів, ці пристрої продовжують еволюціонувати, забезпечуючи все більш високий рівень точності та надійності.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Список літератури

1. Бендера І. М., Дуганець В. І., Кизима М. І., Ковалишин С. Й., Кувачов В. П. . Паливно-мастильні та інші експлуатаційні матеріали : навч.-метод. комплекс : навч.-метод. посіб. для студентів, магістрів і наук.-пед. працівників інж. спец. аграр. ВНЗ; 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. Колосюк, Д. С. Експлуатаційні матеріали : підручник для студентів ВНЗ / Д. С. Колосюк, Д. В. Зеркалов ; М-во освіти і науки України, НТУ. - 2-ге вид., доп. - Київ : Арістей, 2005. - 241 с. - Бібліогр. : с. 240.

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОКТАНОМЕТРІВ

асистент Кулібаба Н.І.

Завдяки постійному вдосконаленню технологій та матеріалів, октанометри продовжують еволюціонувати, забезпечуючи все більш високий рівень точності та надійності.

Ключові слова: октанометр, мініатюризація та портативність, інтеграція

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF OCTANOMETERS

assistant Kulibaba N.I.

Thanks to constant improvements in technology and materials, octanometers continue to evolve, providing ever higher levels of accuracy and reliability.

Key words: octanometer, miniaturization and portability, integration

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРИСАДОК

асистент Кулібаба Н.І.

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

Сучасні присадки являють собою спеціальні хімічні сполуки, які додають до моторних оливо, палив та інших рідин для покращення їхніх властивостей і забезпечення більш ефективної роботи двигунів та інших систем. Використання присадок стало невід'ємною частиною сучасної автомобільної та промислової техніки, дозволяючи збільшити термін служби обладнання, підвищити його ефективність та знизити експлуатаційні витрати.

Види присадок

Присадки можна класифікувати за їх функціональним призначенням:

Присадки для палива: використовуються для поліпшення якості палива, забезпечуючи більш повне згорання, захист від корозії та зменшення відкладень.

Присадки до оливо: забезпечують покращення мастильних властивостей, зменшують знос та окислення оливи.

Антифризи та охолоджуючі рідини: містять присадки, які запобігають корозії та накипоутворенню в системах охолодження.

Сучасні технології в присадках

Нові технології розробки присадок включають використання наноматеріалів та біотехнологій. Це дозволяє створювати присадки з покращеними характеристиками та меншою шкодою для навколишнього середовища.

Нанотехнології дозволяють створювати присадки, які значно зменшують тертя і знос, продовжуючи термін служби деталей двигуна. Біоприсадки базуються на використанні відновлюваних ресурсів та є менш токсичними для екосистеми.

Використання присадок у паливі

Присадки до палива виконують ряд важливих функцій. Вони забезпечують очищення паливної системи, запобігають корозії, зменшують викиди шкідливих речовин і підвищують ефективність згорання.

Детергентні присадки допомагають зберігати паливні форсунки та інші компоненти паливної системи чистими, запобігаючи утворенню відкладень.

Присадки для підвищення октанового числа збільшують ефективність згорання палива, зменшуючи детонацію та поліпшуючи потужність двигуна.

Використання присадок у мастильних матеріалах

Мастильні оливи також потребують присадок для підвищення їх експлуатаційних характеристик.

Протизносні присадки зменшують знос деталей двигуна, забезпечуючи довговічність та надійність роботи.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Антиокислювальні присадки запобігають окисленню оливи, що дозволяє продовжити строк її служби та підтримувати її властивості навіть за високих температур.

Екологічні аспекти

Зменшення негативного впливу на довкілля – важливий напрямок у розвитку сучасних присадок.

Біоприсадки створюються з відновлюваних ресурсів і мають меншу токсичність, що дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища.

Енергоефективні присадки сприяють зменшенню споживання палива та викидів парникових газів, що позитивно впливає на екологічну ситуацію.

Сучасні присадки відіграють ключову роль у підвищенні ефективності та надійності техніки, зменшенні негативного впливу на довкілля та забезпеченні стабільної роботи двигунів і систем.

Інновації у розробці присадок

Останні роки значно розширили межі можливостей використання присадок завдяки новітнім науковим дослідженням та технологіям.

Синтетичні присадки розробляються для надання моторним оливам унікальних властивостей, яких неможливо досягти з використанням лише мінеральних масел. Наприклад, синтетичні оливи мають кращу стабільність при високих температурах і можуть забезпечувати кращий захист двигуна під час холодного запуску.

Нанотехнології дозволяють створювати присадки, які зменшують тертя на молекулярному рівні, забезпечуючи плавніше роботу деталей двигуна та знижуючи витрати палива.

Вплив сучасних присадок на екологію

Екологічні питання стають дедалі важливішими у розробці нових присадок. Сучасні присадки повинні не тільки забезпечувати високі технічні характеристики, але й бути безпечними для навколишнього середовища.

Біоприсадки – це один із прикладів таких інновацій. Вони створюються з біорозкладаних матеріалів і є менш шкідливими для довкілля. Вони можуть замінити традиційні присадки, знижуючи негативний вплив на екосистему.

Використання сучасних присадок дозволяє значно покращити роботу двигунів і інших технічних систем, збільшити їхню довговічність і знизити експлуатаційні витрати. Інноваційні технології, такі як наноматеріали та біотехнології, відкривають нові можливості для створення більш ефективних і екологічно безпечних присадок.

Список літератури

1. Антипенко А.М., Сорокін С.П., Поляков С.О. Властивості та якість паливно-мастильних матеріалів – Харків: ЧП Червяк, 2006.- 213с.
2. Колосюк, Д. С. Експлуатаційні матеріали : підручник для студентів ВНЗ / Д. С. Колосюк, Д. В. Зеркалов ; М-во освіти і науки України, НТУ. - 2-ге вид., доп. - Київ : Артстей, 2005. - 241 с. - Бібліогр. : с. 240.

Міжнародна науково-практична конференція
«AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРИСАДОК

асистент Кулібаба Н.І.

Інноваційні технології, такі як наноматеріали та біотехнології, відкривають нові можливості для створення більш ефективних і екологічно безпечних присадок.

Ключові слова: наноматеріали, біоприсядки.

USE OF MODERN ADDITIVES

assistant Kulibaba N.I.

Innovative technologies, such as nanomaterials and biotechnology, open up new opportunities for creating more effective and environmentally friendly additives.

Key words: nanomaterials, bioadditives.

Секція 7

«Екологічність, рециклінг та утилізація транспорту»

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

к.т.н., доцент Ключев С.О., здобувач вищої освіти Кузнецов Д.Г.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
м. Київ, Україна*

В сучасному світі автомобільний транспорт є одним з найбільших чинників забруднення навколишнього середовища оксидами азоту та вуглецю, вуглеводнями та іншими складними сполуками (загалом до 200 шкідливих речовин). До третини від загального обсягу викидів (у великих містах до 80-85%) – припадає саме на автомобілі, що не може не викликати занепокоєння і потребує негайного вирішення цієї проблеми. Це створює проблеми зі здоров'ям людей та має вкрай негативний вплив на навколишнє середовище.

Особливістю автопарку України є вік транспортних засобів, незадовільний технічний стан, відсутність сучасних систем зменшення рівня викидів вихлопних газів, неякісне паливо. Все це призводить до того, що «середній» український автомобіль викидає до атмосфери практично на порядок більше шкідливих речовин, ніж «середній» європейський.

Згідно даних ВООЗ, тільки у 2012 році через забруднення повітря вихлопними газами передчасно померло біля 3,7 млн чоловік (інсульт, хвороби серця, рак легень, та гострих і хронічних респіраторних захворювань). Більшість з цих людей, приблизно 80%, жителі країн, що розвиваються. Суспільні втрати бюджетів країн сягають 3,5 трл доларів США на рік та мають стабільну тенденцію до зростання.

Кількість автомобільного транспорту в світі постійно збільшується, що призводить до збільшення об'ємів викидів шкідливих компонентів у вихлопних газах, що утворюються внаслідок роботи двигунів внутрішнього згорання. Останнім часом збільшується частка, так званих «зелених» транспортних засобів, які мають низький рівень впливу на довкілля (електромобілі, автомобілі на водневих паливних елементах).

Основними напрямками в сучасному світі для зменшення рівня шкідливих викидів від автомобільного транспорту є:

- впровадження нових конструкцій двигунів, удосконалення систем очищення або нейтралізації відпрацьованих газів, удосконалення та розробка більш суворих нормативів викидів, контролю за ними;
- своєчасне технічне обслуговування транспортних засобів, використання палива, яке відповідає сучасним нормам;
- розробка альтернативних видів палива, які дозволять скоротити рівень викидів шкідливих речовин;
- збільшення частки «зелених» автомобілів, збільшення частки екологічно чистих матеріалів у виробництві автомобілів та постійне удосконалення програм з утилізації;

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

- покращення екології великих міст за рахунок застосування світової практики з організації зон з низьким рівнем викидів (LEZ – low emission zone) та зон з нульовим рівнем викидів (ZEEZ – zero emission zone). В Європі зараз існує більше 250 зон з низьким рівнем шкідливих викидів, які відповідають встановленим показникам якості повітря;
- застосування замість персонального автомобільного транспорту альтернативних засобів: велосипеди, електросамокати, моноколеса, каршерінгу (володіння часткою автомобіля з правом користування);
- розвиток мережі громадського транспорту (тролейбуси, трамваї, метрополітен) для збільшення частки пасажирів, які їм користуються;
- розвиток залізничних перевезень (особливо на електричній тязі) для зменшення частки вантажного транспорту, якій задіяний для перевезень.

Сучасний світ неможливо уявити без автомобільного транспорту. Усвідомлення негативних наслідків його використання має призвести до розуміння негайного впровадження усіх існуючих та перспективних методів із зменшення шкідливого впливу автомобільного транспорту на довкілля. Запровадження жорстких міжнародних стандартів з енергоефективності та екологічної безпечності використання автомобілів у всіх країнах, адекватне державне стимулювання, розуміння кожного жителя – все це допоможе не тільки зберегти довкілля, а й призведе до глибоких позитивних перетворень у світовій економіці.

Список літератури

1. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навч. посіб. / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, О. А. Корпач, Л. П. Мержиєвська – К.; Арістей, 2008. – 296 с.
2. European Commission. Developing and implementing a sustainable urban mobility plans: Guidelines. – *European Platform on Sustainable Urban Mobility Plans*, 2013. – 151p.
3. Ключев С.О. Тренди впровадження зеленої логістики на підприємствах / С.О. Ключев, Б.В. Юров // *Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених*, 4 листопада 2021 р., м. Северодонецьк (Луганська обл.) – Міністерство освіти та науки України, СХУ ім. В. Даля. – Северодонецьк. – 2021. – С. 115–117.
4. Mateichyk V. Developing operating procedures of environmental management system at a motor transport enterprise / V. Mateichyk, N. Gorid'ko, S. Kolomiiets // *Systemy i środki transportu samochodowego. Efektywność i bezpieczeństwo. Wybrane zagadnienia*. Monografia nr 11. – Seria: Transport. Rzeszow. 2017. – P. 57–62.
5. Ключев С.О. Дослідження трансформації транспортної логістики в Україні в умовах індустрії 4.0 / С.О. Ключев, Б.В. Юров // *Вісник СХУ ім. В. Даля*. – Северодонецьк: СХУ ім. В. Даля. – 2021. – Вип. № 4 (268). – С. 66–71.

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

к.т.н., доцент Ключев С.О., здобувач вищої освіти Кузнецов Д.Г.

Проаналізовано сучасні проблеми в галузі екології та безпеки на дорогах, вказує на основні чинники, що впливають на забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом. Розглянуто інноваційні технології та стратегії, спрямовані на зменшення викидів шкідливих речовин, покращення якості повітря та збільшення безпеки на дорогах.

Ключові слова: безпека, транспортні засоби, нульовий рівень викидів, місто.

INCREASING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ROAD TRANSPORT

Ph.D., associate professor Kliuiev S.O., higher education graduate Kuznietsov D.G.

Modern problems in the field of ecology and road safety are analyzed, and the main factors affecting environmental pollution by road transport are indicated. Innovative technologies and strategies aimed at reducing emissions of harmful substances, improving air quality and increasing road safety are considered.

Key words: safety, vehicles, zero emission, urban.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

к.т.н., доцент Ключев С.О.,

здобувач вищої освіти Юров Б.В.

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
м. Київ, Україна*

Автомобільні перевезення відіграють важливу роль у сучасному житті, проте вони також мають значний вплив на довкілля через викиди різних шкідливих речовин. Згідно з дослідженнями європейських спеціалістів, 30% від загального об'єму викидів припадає на транспорт, з них 72% – на автомобільний.

Викиди від роботи транспорту містять в собі досить багато шкідливих хімічних сполук таких як:

- вуглекислий газ (CO_2), що є однією з головних причин глобального потепління;
- оксиди азоту (NO_x), що сприяють формуванню смогу та кислотних дощів;
- вуглеводні (HC), що також сприяють формуванню смогу;
- викиди твердих часток з автомобільних вихлопів, що можуть викликати респіраторні проблеми та інші захворювання дихальних шляхів у людей;
- середні хімічні сполуки (VOC), такі як бензол і формальдегід, що є шкідливими для здоров'я людини.

Ці шкідливі викиди впливають не лише на якість повітря, а й на здоров'я людей та екосистеми. Зменшення викидів від автомобільних перевезень є важливим завданням для збереження навколишнього середовища та здоров'я населення.

Однак, проблема декарбонізації в Європейському Союзі стоїть досить гостро, тому було розроблено цілий ряд вимог до автомобільного транспорту, що пов'язано з публікацією ISO 14067:2018 «Парникові гази – Вуглекислий слід продуктів – Вимоги та керівні принципи для кількісної оцінки».

Цей стандарт вимагає від підприємств звітувати про кількісну оцінку викидів вуглекислого газу, що сприяє з'явленню нових парадигм у сфері бізнесу, які акцентують увагу на екологічних питаннях. Це відкриває нові перспективи для ведення зеленої логістики, що включає в себе врахування екологічних аспектів на кожному етапі ланцюга поставок та управління потоками матеріалів протягом усього життєвого циклу продукції. Наприклад, це може включати використання відновлюваних джерел енергії для транспортування товарів або впровадження методів виробництва з меншим викидом вибухонебезпечних речовин.

Підприємства, які використовують такий підхід в сфері логістики, мають певні переваги над своїми конкурентами, які не керуються принципами «Зеленої

логістики». Переваги пов'язані з тим, що клієнти, навіть, з інших країн, проявляють зацікавленість до таких підприємств; даний напрямок ведення бізнесу має матеріальну та юридичну підтримку з боку держави.

Терміну «Зелена логістика» також сприяють сучасні розробки та досягнення з боку автовиробників. Однією з таких розробок є технологія SCR (Selective Catalytic Reduction). Мета розробки цієї технології полягала в зменшенні витрати палива шкідливих викидів вантажного автомобільного транспорту, легкового транспорту та сільськогосподарської техніки. Принцип роботи SCR полягає в очищенні вихлопу дизельних двигунів шляхом вприскування реагенту, безпосередньо, у вихлопну систему. Після цього реагент вступає в реакцію з розігрітими газами та розщеплює їх на, цілком безпечні, азот N₂ та воду H₂O.

Не менш ефективною є розробка компанією Volvo двигуна, який працює на суміші дизпалива та зрідженого метану (LNG). Дана суміш має 90-95% газу та 5-10% дизпалива. Також, на таких автомобілях встановлена система SCR.

Автомобільні перевезення, несучи важливу роль у сучасному світі, мають значний вплив на довкілля. Адже, понад дві третини шкідливих викидів припадає саме на автомобільний транспорт. Тому зменшення викидів від автомобільних перевезень стає важливим завданням для збереження навколишнього середовища. Для цього впроваджуються нові технології та стандарти, спрямовані на покращення екологічної безпечності автомобільного транспорту.

Список літератури

1. Mateichyk V. Developing operating procedures of environmental management system at a motor transport enterprise / V. Mateichyk, N. Gorid'ko, S. Kolomiiets // Systemy i środki tranaportu samochodowego. Efektywność i bezpieczeństwo. Wybrane zagadnienia. Monografia nr 11. – Seria: Transport. Rzeszow. 2017. – P. 57–62..

2. Gritsuk I. The Evaluation of Vehicle Fuel Consumption and Harmful Emission Using the Heating System in a Driving Cycle. / I. Gritsuk, V. Volkov, V. Mateichyk et al. // SAE Int. J. Fuels Lubr. 10(1). – 2017. – P. 236–248.

3. Ключев С.О. Тренди впровадження зеленої логістики на підприємствах / С.О. Ключев, Б.В. Юров // Логістичне управління та безпека руху на транспорті: збірник наукових праць науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених, 4 листопада 2021 р., м. Северодонецьк (Луганська обл.) – Міністерство освіти та науки України, СНУ ім. В. Даля. – Северодонецьк. – 2021. – С. 115–117.

4. ДСТУ ISO 14067:201_ (ISO 14067:2018, MOD) «Парникові гази. Вуглецевий слід продукту. Вимоги та настанови для кількісного визначення».

5. «Зелена» логістика: теорія та механізми. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/14061392.pdf>

**АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

к.т.н., доцент Ключев С.О., здобувач вищої освіти Юров Б.В.

Розглянуто роль автомобільних перевезень в навколишньому середовищі, методи зниження викидів шкідливих речовин автомобільним транспортом шляхом впровадження нових технологій та стандартів.

Ключові слова: шкідливі викиди, зелена логістика, стандарти.

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE ENVIRONMENTAL
SAFETY OF ROAD TRANSPORT**

Ph.D., associate professor Kliuiev S.O., higher education graduate Yurov B.V.

The role of road transportation in the environment, methods of reducing emissions of harmful substances by road transport through the introduction of new technologies and standards are considered.

Key words: harmful emissions, green logistics, standards.

ЕКОЛОГІЧНІСТЬ СУЧАСНОГО ТРАНСПОРТУ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

асистент Костюк С.Ю., здобувачка вищої освіти. Штацька А.С.

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

Транспортна галузь є одним із найбільших джерел викидів парникових газів, що сприяє глобальному потеплінню та забрудненню довкілля. Проблема екологічності транспорту стає дедалі актуальнішою, оскільки зростання кількості автомобілів на дорогах призводить до підвищення рівня забруднення повітря, особливо у великих містах. Традиційні автомобілі, що працюють на ископному паливі, виділяють значну кількість CO₂, оксидів азоту та твердих частинок, які негативно впливають як на навколишнє середовище, так і на здоров'я людей.

У світі все більше уваги приділяється розробці екологічних рішень для транспорту, які спрямовані на зменшення його негативного впливу на довкілля. Серед основних напрямків можна виділити наступні: електромобілі та гібридні транспортні засоби, водневі паливні елементи, стимулювання громадського транспорту, інфраструктура для велосипедів і пішоходів, розвиток концепції "розумних" міст, інтелектуальні транспортні системи, які оптимізують дорожній рух, зменшують затори та загалом підвищують ефективність транспорту. Наприклад, датчики та системи керування можуть допомагати знижувати енергоспоживання та викиди транспорту в містах.

Перехід на відновлювані джерела енергії для транспортного сектору має вирішальне значення для зниження його впливу на екологію. Одним з перспективних напрямків є використання **біопалива** – палива, що виготовляється з органічних матеріалів (рослин, відходів сільського господарства). Біопаливо допомагає знизити викиди CO₂, але при його виробництві важливо зважати на вплив на сільськогосподарські ресурси.

Також активно розвивається **сонячна енергетика**. Деякі електромобілі вже мають вбудовані сонячні панелі, які допомагають заряджати батареї під час руху. Крім того, розвиток зарядних станцій на відновлюваних джерелах енергії може зробити електромобілі ще більш екологічними.

Зменшення негативного впливу транспорту на довкілля неможливе без активної участі держав і міжнародних організацій. Багато країн вже впроваджують екологічні стандарти для автомобільної галузі, стимулюють виробників переходити на електротранспорт та розвивають інфраструктуру для відновлюваних джерел енергії. Державні стимули, такі як податкові пільги для власників електромобілів або субсидії на розробку "зелених" технологій, також є важливим кроком на шляху до більш екологічного транспорту.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

Міжнародна співпраця є ключовим фактором для розв'язання глобальних проблем, пов'язаних із транспортом та змінами клімату. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату та Паризька угода є прикладами міжнародних угод, які ставлять перед собою амбітні цілі щодо зниження викидів вуглекислого газу у всіх секторах економіки, включно з транспортом.

Екологічність транспорту - це одне з найважливіших завдань сучасності. Виклики, з якими стикається транспортна галузь, вимагають впровадження новітніх технологій та рішень, спрямованих на зниження викидів парникових газів та інших забруднень. Розвиток електромобілів, водневого транспорту, стимулювання громадського транспорту та велосипедної інфраструктури, а також перехід на відновлювані джерела енергії є важливими кроками для досягнення більш стійкого майбутнього.

Для досягнення екологічних цілей необхідна співпраця між державами, промисловістю та суспільством. Тільки таким чином ми зможемо зменшити вплив транспорту на довкілля та зберегти планету для майбутніх поколінь.

Список літератури

1. Чернишова О., Петренко І., Вишебаба П. Еколого-транспортні проблеми сучасної України. Київ 2020р., стр. 28.

ЕКОЛОГІЧНІСТЬ СУЧАСНОГО ТРАНСПОРТУ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ

асистент Костюк С.Ю., здобувачка вищої освіти Штацька А.С.

Проблема екологічності транспорту.

Ключові слова: екологія, транспорт, викиди.

ENVIRONMENTALITY OF MODERN TRANSPORT: CHALLENGES AND SOLUTIONS

assistant Kostyuk S.Yu., higher education Shtatska A.S.

The problem of environmental transport.

Keywords: ecology, transport, emissions.

ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

асистент Лемішко Д.С., здобувач вищої освіти. Поночовний А.С.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Утилізація та переробка транспортних засобів набувають все більшого значення у контексті глобальних зусиль зі сталого розвитку. З кожним роком зростає кількість автомобілів, що виходять з експлуатації, і потреба у впровадженні ефективних методів їх переробки стає критичною. Важливо знайти рішення, які допоможуть зменшити екологічний вплив автотранспорту на кожному етапі його життєвого циклу, зокрема на фінальному - утилізації.

Згідно з даними, щороку у світі утилізуються мільйони автомобілів. Застарілі транспортні засоби містять різні матеріали, які можуть завдати шкоди навколишньому середовищу, якщо їх не переробити належним чином. До таких матеріалів належать: метали та сплави, пластмаси, хімічні речовини та рідини. Якщо ці компоненти не будуть належним чином перероблені, вони можуть спричинити забруднення ґрунту, води та повітря, а також вплинути на здоров'я людей.

Переробка транспортних засобів є одним із ключових елементів сталого розвитку, оскільки дозволяє мінімізувати негативний вплив автомобілів на екологію після закінчення їхнього життєвого циклу.

Переробка автомобіля складається з кількох важливих етапів, кожен з яких має на меті максимальне вилучення корисних матеріалів та безпечну утилізацію небезпечних речовин: попереднє очищення, розбір автомобіля, переplastка металів, утилізація залишків.

Технології переробки транспортних засобів постійно вдосконалюються, відкриваючи нові можливості для зменшення впливу на екологію. Серед перспективних рішень можна виділити: автоматизовані системи розбору автомобілів, рециклінг пластикових компонентів, електромобілі та їх батареї.

Ефективна утилізація транспортних засобів неможлива без належного правового регулювання. У багатьох країнах діють закони, які зобов'язують автовиробників та власників автомобілів належним чином утилізувати транспортні засоби після завершення їхнього життєвого циклу.

Наприклад, у Європейському Союзі діє Директива про утилізацію транспортних засобів, яка зобов'язує виробників забезпечувати, щоб до 95% автомобіля могли бути перероблені. Крім того, у деяких країнах існують програми стимулювання для власників, які здають старі автомобілі на переробку, що сприяє зменшенню кількості транспортних засобів на звалищах.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

Переробка та утилізація транспортних засобів є важливим кроком на шляху до сталого розвитку. Відповідальне поводження з автомобілями після завершення їхнього життєвого циклу допомагає зменшити вплив на навколишнє середовище, зберегти природні ресурси та підвищити енергоефективність промисловості. Завдяки впровадженню інноваційних технологій і міжнародному співробітництву ми можемо досягти більш стійкого майбутнього, в якому транспортні засоби не будуть джерелом забруднення, а стануть частиною циклічної економіки.

Список літератури

1. Xingjun Huang. Consumer preference and willingness-to-pay for formal recycling of electric vehicle batteries: A discrete choice experiment in China. *Journal of Environmental Management*. November 2024, p. 370

ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ

асистент Лемішко Д.С., студ. Поночовний А.С.

Переробка та утилізація транспортних засобів є важливим кроком на шляху до сталого розвитку.

Ключові слова: екологія, транспорт, утилізація.

PROCESSING AND DISPOSAL OF VEHICLES: THE WAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

assistant Lemishko D.S., student. Ponotochovnyi A.S.

Recycling and disposal of vehicles is an important step towards sustainable development.

Keywords: ecology, transport, disposal.

ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ТА ТРАКТОРНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

к.т.н., доцент Сасов О.О., магістр Костенко Д.А.

*Дніпровський державний технічний університет
м. Кам'янське, Україна*

На сьогоднішній день зберігання та утилізація зношених автомобільних та тракторних шин є гострою проблемою усіх розвинених країн світу. За статистикою на європейські країни припадає три мільярди зношених автомобільних шин (це близько двох мільйонів тон). З цієї кількості тільки 23 % покришок знаходять застосування (експорт в інші країни, спалювання з метою отримання енергії, механічне подрібнення для покриття доріг, спортмайданчиків та інше). Інші 77 % зношених шин, які залишилися, не використовуються через відсутність рентабельного способу утилізації.

За даними Державного автотранспортного науково-дослідного і проектного інституту, в Україні щорічний приріст зношених автомобільних шин коливається в межах 250–300 тисяч тон, з яких близько 72 % складають шини з металічним кордом [1]. До теперішнього часу замість відповідної утилізації автомобільних шин відпрацьований матеріал масово викидають на звалища або спалюють. За різними даними, лише до 10 % використаних покришок ліквідують відповідно до екологічних норм [2].

Основним видом продукції при рециклінгу автомобільних шин є гумава крихта. Застосування нового ефективного устаткування для дроблення і подрібнення дозволяє отримувати високоякісний тонкоподрібнений гумовий порошок різної фракції з розміром частинок від 0,1 до 1,4 мм і більше, залежно від вимог споживача.

В процесі утилізації шини розділяються по групах, очищуються, розрізаються на частини, подрібнюються (в залежності від методу), відбувається розділення гумової крихти від металевого корду та текстилю.

Механічне подрібнення різанням зношених автомобільних шин з різною жорсткістю гуми, пов'язане з відомими труднощами, обумовленими пружними властивостями гуми, а також багатошаровістю з різних матеріалів: гума, текстиль та металокорд. Особову увагу слід приділити проблемі переробці великогабаритних шин кар'єрних самоскидів та іншої техніки на пневмоколісному ході пов'язаних з їх габаритами та вагою.

У процесі подрібнення різанням матеріали шини піддаються різноманітним статичним і динамічним деформаціям: розтягування, стиснення, вигину і т. д. Неправильний вибір геометрії ріжучого інструменту і режимів різання спричиняє підвищений знос ріжучого інструменту, а іноді і його поломку, підвищуються енергетичні витрати технологічного обладнання. Зважаючи на це, актуальним завданням щодо подальшого удосконалення технологічних процесів утилізації

зношених шин є вибір і обґрунтування сукупності оптимальних геометричних параметрів та матеріалу ріжучого інструменту, оптимальних режимних параметрів процесу різання.

Процес утилізації зношених великогабаритних пневматичних шин включає стадію попереднього подрібнення, яка складається з двох операцій: розрізання шин навпіл уздовж бігової доріжки та вирізання бортових кілець [3].

У процесі різання до ріжучого інструменту прикладаються певні зусилля, тобто сили різання, які виникають при зрізанні шару гуми, корду та каркасу. Сила опору є результатом впливу різних сил, які діють на ріжучий інструмент.

Сила різання має важливе значення, так як при множенні її на радіус оброблюваної деталі ми отримуємо крутний момент. Він показує, наскільки за даних умов роботи навантажений верстат, і чи небезпечно це навантаження для найбільш слабких його ланок. При множенні сили різання на швидкість різання визначають потужність, потрібну на різання в кВт. Зіставляючи цю потужність з дійсною потужністю верстата, можна судити про те, наскільки раціонально верстат використовується [4].

До основних параметрів процесу різання відносять: глибину і швидкість різання, подачу, ширину і товщину шару матеріалу, що зрізується, та номінальну площу його перерізу. Чим більше подача і глибина різання, тим більше сили, що діють на різець, і температура різання. Від цього інтенсивніше зношується різець і тим меншу швидкість різання допускатиме ріжучий інструмент при одній і тій же стійкості [4]. Зі збільшенням подачі і глибини різання збільшується площа поперечного перетину шару гуми і об'єм матеріалу, що деформується. Це призводить до більшого опору матеріалу і процес різання відбувається з більшими силами різання. При більшій подачі зростає обсяг деформацій, але ширина зрізу залишається попередньою, тобто сили нормального тиску і тертя не змінюються. Отже, подача менше впливає на сили різання ніж глибина різання [4].

Швидкість різання при обробці пневматичних шин – це один з основних факторів, який визначає продуктивність процесу різання. Із збільшенням швидкості різання зростає продуктивність обробки, але швидше спрацьовується інструмент і збільшуються зв'язані з цим затрати. На швидкість різання впливають наступні фактори: стійкість ріжучого інструменту, фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу, матеріал ріжучої частини інструменту, подача і глибина різання, геометричні елементи ріжучої частини [4].

Значний вплив на швидкість різання мають геометричні параметри різальної частини інструменту. Із збільшенням переднього кута γ зменшуються деформації оброблюваного матеріалу, сили різання і, відповідно, зменшується спрацювання різця. Якщо збільшувати передній кут різця, то погіршується тепловідведення внаслідок зменшення площі поперечного перетину різальної частини інструменту, тому треба зменшувати швидкість різання. Виходячи з цього виникає актуальна задача вибору геометричних параметрів ріжучого інструменту та ефективних режимних параметрів

процесу обробки [4].

Правильний вибір сукупності оптимальних геометричних параметрів та матеріалу ріжучого інструменту, оптимальних режимних параметрів процесу обробки різанням має зробити процес різання максимально енергоефективним, а ріжучий інструмент максимально довговічним. Це впливає на загальну ефективність та економічну доцільність попереднього подрібнення шин [4].

Значною проблемою є складність математичного моделювання процесу різання шин, оскільки існує велика кількість взаємовпливаючих параметрів ріжучого інструменту і процесу обробки, а також різноманітні властивості шини. Пола форма шини, велика механічна зносостійкість, пружні властивості матеріалу, наявність металічного кордону та текстильних волокон, хімічний склад гуми зумовлює труднощі та нестабільність процесу різання [4]. Саме цим можна пояснити невелику кількість публікацій, присвячених цьому питанню, та неоднозначність висновків, що обумовлюють необхідність проведення подальших досліджень в цьому напрямку.

В результаті проведених досліджень запропоновано спосіб подолання труднощів, які описані в роботі [4] та виникають під час технологічного процесу утилізації зношених шин. Для цього отримана квадратична математична модель, яка визначає сили різання в процесі подрібнення зношених автомобільних шин і складається з двох рівнянь регресії для розрахунку сил P_z і P_y . Модель дозволяє обґрунтовано провести оптимізацію режимних параметрів процесу обробки різанням зношених автомобільних пневматичних шин, а саме геометричних параметрів ріжучого інструменту. Вибрати оптимальний матеріал ріжучого інструменту, що забезпечує мінімальні енергетичні витрати. Визначити корегувальні коефіцієнти рівнянь регресії для різних типів шин. Зокрема, може бути забезпечено мінімізацію сил різання, а отже, і зменшення енерговитрат технологічного обладнання під час процесу подрібнення зношених пневматичних шин. Мінімальні значення сил P_z знаходяться у діапазоні величин частоти обертання шпинделя 900–1100 об/хв при подачі ріжучого інструменту 0,25 мм/об.

Список літератури

1. Аналіз регуляторного впливу до проекту наказу Міністерства екології та природних ресурсів «Про встановлення мінімальних розмірів плати за послуги з організації збирання, заготівлі та утилізації зношених шин». Міністерство екології та природних ресурсів України. URL: http://old.menr.gov.ua/docs/normbaza/regulatory/analiz-rehuliatornoho-vplyvu/arv_21032013.doc.
2. Сметанін, В. І. Захист навколишнього середовища від відходів виробництва й споживання: навч. пос. Київ: Колосся, 2000. 232 с.

3. Спосіб переробки зношених шин загального призначення та великогабаритних автомобільних шин: пат. 56698 UA. № и 2010 08087; заявл. 29.06.2010; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.

4. Сасов О. О., Коржавін Ю.А, Коробочка О.М. Дослідження впливу геометрії та матеріалу ріжучого інструменту на сили різання при попередньому подрібненні зношених пневматичних шин. *Перспективні технології та прилади*. 2015. № 7 (2). С. 104–107.

ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ТА ТРАКТОРНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

к.т.н., доцент Сасов О.О., магістр Костенко Д.А.

В результаті проведених досліджень запропоновано спосіб подолання труднощів, що виникають під час технологічного процесу утилізації зношених автомобільних і тракторних шин. Зокрема, може бути забезпечено мінімізацію сил різання, а отже, і зменшення енерговитрат технологічного обладнання під час процесу подрібнення зношених пневматичних шин.

Ключові слова: утилізація автомобільних шин; сили різання; технологічне обладнання.

PROBLEMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF AUTOMOBILE AND TRACTOR PNEUMATIC TIRES DISPOSAL

Ph.D., associate professor Sasov O.O., master Kostenko D.A.

As a result of the conducted research, a way to overcome the difficulties that arise during the technological process of disposal of worn automobile and tractor tires is proposed. In particular, the minimization of cutting forces can be ensured, and therefore, the energy consumption of technological equipment can be reduced during the process of grinding worn pneumatic tires.

Key words: utilization of automobile tires; cutting forces; technical equipment.

СИСТЕМА ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТРАКТОРА 0,6 кН

асистент Колеснік Ю.І., здобувач вищої освіти Калініченко В.І.

*Державний біотехнологічний університет
м. Харків, Україна*

Двигуни внутрішнього згорання, зокрема дизелі, широко застосовуються в тракторах, автомобілях, сільськогосподарській техніці, стаціонарних установках та ін. У сільськогосподарському виробництві вони стали основним джерелом енергії. За статистичними даними, основна частка токсичних викидів припадає на режими холостого ходу та постійного навантаження.

Трактори малої потужності ХТЗ-3510 призначені для механізації трудомістких робіт у сільському та комунальному господарствах, будівництві, в промисловому виробництві, для транспортування різних вантажів в причепах і напівпричепах вантажопідйомністю до 2 т. Трактори малої потужності ХТЗ-3510 відповідають стандартам якості, поліпшені умови праці оператора. Простота техобслуговування, ремонту та утримання (практично всі роботи можуть проводитися в польових умовах). Невибагливість до якості застосовуваних палива і масел.

Трактори ХТЗ-3510 економічні при виконанні транспортних та інших малоємкісних робіт (за рахунок наявного діапазону швидкостей і підвищених транспортних швидкостей). Трактор малої потужності дає споживачеві: можливість виконання всього комплексу землеробських, тваринницьких, будівельно-комунальних робіт; незамінність при початку господарювання фермера і при веденні малих ферм; можливість агрегування з усім шлейфом навісних, напівнавісних і причіпних машин, знарядь і пристосувань, для тракторів тягового класу 0,6 [1].

Трактор ХТЗ-3510 оснащений дизельним двигуном Deutz F2L511. При їх експлуатації як внутрішньозаводський транспорт, а також на тваринницьких фермах, складах, теплицях і т.п. в атмосферу робочих місць викидається значна кількість токсичних речовин, що погіршує умови праці робітників, гальмує зростання продуктивності праці, знижує якість та кількість продукції, що випускається.

Основним джерелом забруднення атмосфери є такі токсичні компоненти відпрацьованих газів (ВГ) дизеля: оксиди азоту, окис вуглецю, вуглеводні та сажа.

Прийнятими на початку року зміни до Технічного регламенту №1367 було встановлено графік введення встановлюється екологічних стандартів для двигунів сільськогосподарських і лісогосподарських тракторів. Так, з 1 січня 2021 в Україні буде встановлено заборона на обіг тракторів з двигунами, обсяг викидів забруднювальних речовин яких нижче встановленого екологічного стандарту рівня Stage II (табл.1).

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

Фактично – буде заборона імпорту, виробництва і продажу в Україні тракторів, двигуни яких не відповідають вимогами Stage II [2].

Таблиця 1 – Обсяг граничних викидів шкідливих речовин (Stage II)[2].

Категорія двигуна	Потужність (кВт)	Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)	Вуглеводні (HC) (г/кВт*г)	Оксид азоту (NOx) (г/кВт*г)	Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)
E	130 - 560	3,5	1,0	6,0	0,2
F	75 - 130	5,0	1,0	6,0	0,3
G	37 - 75	5,0	1,3	7,0	0,4
D	18 - 37	5,5	1,5	8,0	0,8

При цьому, даними змінами також встановлено підвищення екостандартів для тракторів до рівня Stage III у 2023 і 2024 році (табл.2).

Табл. 2. Обсяг граничних викидів шкідливих речовин (Stage IIIA)[2]

Категорія двигуна	Потужність (кВт)	Оксид вуглецю (CO) (г/кВт*г)	Вуглеводні + Оксид азоту (HC+NOx) (г/кВт*г)	Тверді частинки (PM) (г/кВт*г)	Дата введення
H	130 - 560	3,5	4,0	0,2	01.01.2023
I	75 - 130	5,0	4,0	0,3	01.01.2023
J	37 - 75	5,0	4,7	0,4	01.01.2024
K	18 - 37	5,5	7,5	0,6	01.01.2024

Трактор ХТЗ-3510 оснащений дизельним двигуном Deutz F2L511 має такі питомі викиди: окис вуглецю 8,6-8,65 г/кВт год, оксиди азоту 22,1-22,4 г/кВт год, димність відпрацьованих газів 4,0-4,6. З наведених значень питомих викидів видно, що Deutz F2L511 двигун не задовольняє вимогам. Для виконання зазначених вимог була розроблена система зниження токсичності (СЗТ), що включає нейтралізацію відпрацьованих газів за допомогою каталітичного нейтралізатора, зменшення кута випередження початку упорскування палива з 24 до 19°, відключення коректора паливного насоса та дефорсаж дизеля за максимальною цикловою подачею палива на 15%.

При проектуванні враховувалися такі основні вимоги:

- система зниження токсичності повинна забезпечувати виконання двигуном вимог ДСТУ 4277:2004;
- каталітичний нейтралізатор повинен бути встановлений горизонтально якомога ближче до випускного колектора двигуна, але не більше 1,0 м;
- перепад температури вихлопних газів у сполучному трубопроводі від випускного колектора до нейтралізатора може бути трохи більше 20°C;
- система зниження токсичності не повинна погіршувати економічність дизеля більш як на 5% та знижувати номінальну потужність дизеля більш ніж на 20%;

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2023»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів

– розташування елементів системи не повинні погіршувати проведення техогляду та обслуговування.

Монтаж системи зниження токсичності на трактор здійснюється так:

– каталітичний нейтралізатор кріпиться до випускного колектора двигуна та підтримується кронштейном;

– зменшення кута випередження початку упорскування палива виконується відповідно до інструкції з експлуатації дизеля Deutz F2L511;

– відключення коректора паливного насоса здійснюється затягуванням штока коректора до упору;

– дефорсаж дизеля за максимальною цикловою подачею палива на 15% відбувається за рахунок вкручування на половину обороту корпусу коректора з подальшою його фіксацією в цьому положенні.

Стендові випробування системи зниження токсичності на двигуні Deutz F2L511 дали наступні результати: оцінний питомий викид з окису вуглецю становить від 2,45 до 2,48 г/кВт год, оцінний питомий викид з окислів азоту – 12,7-12,9 г/кВт год, димність вихлопних газів – 3,0-3,2.

З наведених результатів видно, що СЗТ забезпечує ефективне зниження токсичності вихлопних газів трактора ХТЗ-3510 NO_x , CO і сажі та може бути рекомендована для проведення заводських випробувань.

Список літератури

1. ISO 3929:2003. Колісні транспортні засоби. Методи вимірювання шкідливих газових викидів під час технічного контролю чи технічного обслуговування.

2. ДСТУ 4276:2004. Норми і методи вимірювання димності відпрацьованих газів автомобілів з дизелями або газодизелями.

СИСТЕМА ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТРАКТОРА 0,6 кН

асистент Колеснік Ю.І., здобувач вищої освіти Калініченко В.І.

Основним джерелом забруднення атмосфери є такі токсичні компоненти відпрацьованих газів (ВГ) дизеля: оксиди азоту, окис вуглецю, вуглеводні та сажа.

Ключові слова: відпрацьовані гази, трактор, токсичність.

TRACTOR EXHAUST GAS TOXICITY REDUCTION SYSTEM 0.6 kN

assistant Koliesnik Yu.I., higher education student Kalinichenko V.I.

The main source of atmospheric pollution are the following toxic components of diesel exhaust gases: nitrogen oxides, carbon monoxide, hydrocarbons and soot.

Key words: exhaust gases, tractor, toxicity.

Секція 8

**«Післявоєнна відбудова підприємств аграрного
та автомобільного сектору»**

ВІДНОВЛЕННЯ АГРОСЕКТОРУ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Запорізький Т. М.
Національний університет біоресурсів і природокористування України
м. Київ, Україна

Жахливі наслідки повномасштабної військової агресії спостерігаються майже у кожній галузі економіки. Агропромисловий сектор не є винятком у цій сумній тенденції. Усі суб'єкти господарювання, від дрібних фермерських господарств до великих агрокомпаній, страждають через величезні збитки, завдані окупантами.

Мільярдами доларів вимірюється шкода від знищеної техніки та обладнання, масової загибелі тварин, виведених із землекористування замінованих сільськогосподарських угідь, зруйнованої інфраструктури, порушення логістичних ланцюжків, дефіциту пального, добрив, оборотних засобів та багатьох інших наслідків війни.

Наперед слід враховувати, що конкретні цифри та статистичні показники та прогнози розраховані на початок лютого 2023 року. Тому, як не сумно це звучить, потенційні збитки та заподіяні шкоди не могли бути на той момент визначені з урахуванням катастрофи для природи та сільського господарства України, спричиненої руйнуванням Каховської ГЕС.

Приблизний обсяг необхідного для відновлення

Для чіткого розуміння проблем, що виникли після 24 лютого 2022 року, слід детальніше проаналізувати такі фактори:

1. Прогноз ситуації на поточний рік

Стан справ в агропромисловому секторі не стабілізується, а поступово погіршується. Причин цього явища можна нарахувати дуже багато:

- значні території опинилися під окупацією;
- величезні площі угідь заміновані;
- релокація сприймає великі масштаби;
- проблеми з діяльністю фермерів у захоплених ворогом регіонах. Адже робота за таких умов підпадає під статті закону про колабораціонізм.

Крім перелічених негативних факторів погіршується стан справ зі збиранням та зберіганням урожаю.

2. Строки повернення до довоєнних обсягів

Підраховані на кінець січня 2023 року збитки становлять приголомшливу суму 41,1 млрд доларів. Після екокатастрофи на півдні країни, що сталася 6 червня, експерти

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

прогнозують можливе збільшення цього показника ще на 60-70 відсотків. Говорити про швидке повернення до колишніх обсягів виробництва наразі неможливо.

Створення безпечних умов для ведення господарської діяльності, розмінування територій, рівних за площею розмірам багатьох країн Європи в цілому, реконструкція або відновлення з нуля елеваторів, сховищ, тваринницьких ферм, комплексів з розведення птиці потребує навіть за найсприятливіших обставин щонайменше 10 років. Такий термін є за висновком експертного середовища мінімальним для вирішення проблем із ліквідністю після поновлення всіх активів.

Вартість відновлення

Офіційний прогноз обсягу необхідних відновлення коштів станом початку весни мав такі показники:

1. Розмінування територій – \$29,7 млрд.
2. Відновлення пошкоджених інфраструктурних об'єктів – \$1,06 млрд.
3. Відновлення систем зрошення та постачання водними ресурсами – \$8,9 млрд.
4. Закупівлі замість знищеної техніки сільськогосподарського призначення нових зразків потребують коштів у еквіваленті \$2,89 млрд.

Звичайно, всі ці показники є досить приблизними, і можуть придбати реальні параметри тільки після перемоги. Адже зараз просто неможливо точно розрахувати збитки від викрадення агресором сільгосппродукції та обладнання, знищених багаторічних насаджень, збитків, завданих бджільництву та багатьох інших чинників.

Кожен новий день війни – це і людські страждання, які не мають грошового виміру, тому що людське життя та здоров'я завжди належать до безцінних категорій.

Але з кожним днем зростають і суто матеріальні збитки, які потрібно буде ретельно оцінити і вже зараз готуватися до роботи з подолання катастрофічного впливу російської навали на нашу рідну землю.

За даними опитувань міжнародної маркетингової групи, створеної на паритетній основі Українською Радою Бізнесу та Help-Ukraine, природний оптимізм наших фермерів є визначальним для оптимістичного погляду на майбутнє. За всіх проблем більшість респондентів позитивно відгукуються про поточний стан справ, але наголошують на необхідності доступу до донорських програм та співпраці з кредитними установами.

Не менш актуальним є оновлення та поповнення технічними засобами для ведення повноцінної господарської діяльності. Сучасне ефективне обладнання стане одним із головних інструментів для прискорення процесу відновлення агропромислового комплексу.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Список літератури

1. Електронне джерело: <https://www.kmu.gov.ua/catalog/ministerstvo-agrarnoyi-politiki-ta-prodovolstva>.
2. Електронне джерело: <http://surl.li/xpcljf>.

ВІДНОВЛЕННЯ АГРОСЕКТОРУ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Запорізьський Т. М.

На сьогодні є актуальним оновлення та поповнення технічними засобами для ведення повноцінної господарської діяльності. Сучасне ефективне обладнання стане одним із головних інструментів для прискорення процесу відновлення агропромислового комплексу.

Ключові слова: війна, відновлення, сільське господарство, технічні засоби.

RECOVERY OF THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE AFTER THE WAR

Ph.D., associate professor Koliesnik I., higher education student Zaporizhzhia T.

Today, updating and replenishing technical means for conducting full-fledged business activities is relevant. Modern efficient equipment will become one of the main tools for accelerating the process of restoration of the agro-industrial complex.

Key words: war, reconstruction, agriculture, technical means.

IMPACT OF THE WAR ON THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE

Medvediev Yevhen

Gdańsk University of Technology

Gdansk, Poland

To achieve quick and effective results, the government can focus on the needs of “priority sectors”, primarily agriculture, metallurgy, and startups, including IT startups. Below, we offer a deeper analysis of these sectors.

Agricultural products are the most important item of Ukrainian exports. In 2021, agro-exports amounted to \$27.8 billion, or 41% of total exports of goods (\$68 billion). About 14% of the population is employed in agriculture in Ukraine.

Ukraine has favorable conditions for the production of agricultural products, especially grain and oilseed crops. Arable land occupies more than 55% of the territory of Ukraine. The soils are especially rich in nutrients, and the climate zone is moderate with warm summers, sufficient rainfall, and harsh winters, which helps in pest control and reduces the need for pesticides.

Ukraine is one of the world's leading producers and exporters of agricultural products. It plays a decisive role in the supply of oilseeds and grain to the world market. In the 2021/2022 marketing year, the country produced more than 30% of the world's sunflower and sunflower oil production and more than 27% of sunflower meal (United States Department of Agriculture, April, 2022). This made it the world's number one exporter of sunflower oil (46% of world exports) and sunflower meal (54% of world exports). The country ranks sixth in terms of production and third in terms of exports of canola (20% of world exports), fourth in terms of production and third in terms of exports of barley (17% of world exports), and sixth in terms of production and fourth in terms of exports of corn (12% of world exports). Like the Russian Federation, Ukraine is a key supplier for many countries that are highly dependent on food imports, many of which belong to the group of least developed countries (LDCs) and the group of low-income food-deficit countries (LIFDCs). Some agricultural land (currently about 5%) has been directly damaged by the war, including by tanks and mines.

In addition, conscription and migration of workers have created a shortage of agricultural workers, such as tractor drivers to work the fields.

Active hostilities have also damaged domestic transport infrastructure (primarily railways) and seaports on the Black Sea, as well as infrastructure for storing and processing agricultural products. The weakening of export capacity due to the closure of ports and damage to elevators, which are used for temporary storage of grain, is particularly problematic. Efforts are ongoing to increase Ukrainian agricultural exports through

alternative transportation routes, such as rail through neighboring countries and river barges. However, rail transport is hampered by a shortage of rail cars in neighboring countries. In addition, cross-border rail transport to Poland is complicated by different track gauges.

Due to the relatively large scale of the cultivated areas, maximizing the yield per unit area has not been a priority so far. Compared to Western European agricultural regions, Ukraine uses less high-quality fertilizers and pesticides, which results in lower average yields.

The agricultural sector is dominated by particularly large agroholdings with cultivated areas of up to 100,000 hectares. In comparison, Western European farms typically occupy about 70 hectares. One consequence of the size of Ukrainian companies is that they are less successful in implementing effective incentive systems and good governance. This increases the risk of corruption. So far, digital technologies have been almost never used to improve production efficiency (for example, for optimal application of fertilizers and pesticides).

The primary goal should be to ensure exports - not only in the interests of the Ukrainian economy, but also given the importance of Ukrainian exports for guaranteed food supplies to the world market.

An important condition for this is the repair of damaged or the construction of new grain storage facilities. Alternatives to sea exports require safe rail routes with adequate cargo capacity. Currently, the most favorable option is rail transportation to Romanian ports on the Black Sea. Rail transportation to Western European countries will not only take much longer, but the West lacks the necessary port capacity for further transportation of grain by sea. Rail transportation is still complicated by the different track widths in different countries.

The second part of the country's post-war recovery strategy should be the creation of a reserve fleet of equipment (tractors, combines) and the rapid replacement of destroyed equipment. To do this, agricultural enterprises need to attract financing. Western guarantees can be attracted to support equipment supplies.

Looking to the future, the third part of the recovery strategy should include a rethinking of the set of crops grown with a focus on increasing productivity. For example, Ukrainian lands are also suitable for growing soybeans (severe winters, dry hot summers). To increase the productivity of the agricultural sector as a whole, it would be useful to increase the depth of processing, for example, to process grain into flour or to use grain products in livestock farming. A successful example is the processing of sunflower seeds to produce sunflower oil, which took 6-7 years. At the same time, this shows that the potential for moving up the value chain in the near future is limited, since it takes time to install production facilities and the necessary infrastructure. For example, in the case of flour exports instead of grain, the probability of introducing grain processing into flour in

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

the next five years is estimated at 20%. In general, it would be useful to prepare for increased investment in irrigation.

Список літератури

1. Електронне джерело: <https://www.mil.gov.ua>.
2. Електронне джерело: <https://bank.gov.ua/ua/news/all/drugiy-rik-povnomasshtabnoyi-viyni-obsyagi-bezgotivkovih-rozrahunkiv-zrostayut>.
3. Електронне джерело: <https://www.worldbank.org/uk/country/ukraine>

IMPACT OF THE WAR ON THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE

Medvediev Yevhen

To achieve quick and effective results, the government can focus on the needs of “priority sectors”, primarily agriculture, metallurgy, and startups, including IT startups. Below, we offer a deeper analysis of these sectors.

Key words: quarry excavator, recovery time, gamma distribution law.

ВПЛИВ ВІЙНИ НА АГРАРНИЙ СЕКТОР УКРАЇНИ

Медведєв Євген

Доводиться належність рядів часу відновлення різних елементів кар’єрних екскаваторів єдиному закону гамма-розподілу.

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

ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕКТОРУ

асистент Лемішко Д.С.

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

Україна є однією з найбільших аграрних держав світу, і війна завдала серйозного удару по її сільськогосподарському сектору.

Автомобільна галузь України зазнала значних втрат у результаті війни. Цей сектор забезпечує робочі місця, інновації та інвестиції, а також є важливим постачальником компонентів для європейської автомобільної індустрії. Основні виклики для відновлення автомобільної галузі включають: руйнування виробничих потужностей, переривання ланцюгів постачання, економічний спад і зниження попиту.

Післявоєнне відновлення автомобільної галузі є важливим для економіки України, оскільки цей сектор має значний потенціал для розвитку в майбутньому. Основні кроки для відновлення галузі можуть включати: відбудова виробничих потужностей, інтеграція у глобальні ланцюги постачання, державна підтримка та стимулювання інвестицій, електрифікація та "зелені" технології: відновлення автомобільної галузі може включати інвестиції в електромобілі та гібридні технології, що відповідають сучасним вимогам щодо екологічності та ефективності. Це також може залучити міжнародних інвесторів, які прагнуть розвивати "зелені" технології.

Відновлення як аграрного, так і автомобільного сектору потребує значної міжнародної підтримки. Україна може залучити іноземні інвестиції та співпрацю з міжнародними організаціями для відбудови інфраструктури, технологічної модернізації та відновлення ланцюгів постачання. Європейський Союз, ООН, Світовий банк та інші міжнародні організації можуть відіграти ключову роль у наданні фінансової та технічної допомоги для відновлення української промисловості.

Основними викликами, з якими стикається аграрна галузь після війни, є: зруйнована інфраструктура, мінування та небезпека на полях, порушення ланцюгів постачання, економічні втрати та відсутність інвестицій: аграрії зазнали значних фінансових втрат через неможливість працювати на повну потужність, зменшення обсягів експорту і руйнування інфраструктури. Це також спричинило відтік інвестицій та необхідність відновлення фінансування для подальшого розвитку галузі.

Післявоєнне відновлення підприємств аграрного та автомобільного сектору є важливим етапом у процесі загальної відбудови економіки України. Ці галузі мають величезний потенціал для розвитку, створення робочих місць та забезпечення економічної стабільності. Виклики, що стоять перед цими секторами, є значними, але завдяки

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

міжнародній підтримці, державним стимулам та технологічній модернізації Україна може успішно відновити і навіть посилити свою позицію на світовому ринку.

Список літератури

1. Simone Gasperin. Lessons from the past for 21st century systems of state-owned enterprises: The case of Italy's IRI in the 1930s. *Structural Change and Economic Dynamics*. September 2022, p. 599-612.

ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕКТОРУ

асистент Лемішко Д.С.

Післявоєнне відновлення підприємств аграрного та автомобільного сектору є важливим етапом у процесі загальної відбудови економіки України.

Ключові слова: технології, відбудова, економіка.

CHALLENGES AND OPPORTUNITIES OF THE POST-WAR DEVELOPMENT OF THE AUTOMOBILE SECTOR

assistant Lemishko D.S.

The post-war recovery of enterprises in the agricultural and automotive sectors is an important stage in the process of the overall reconstruction of the Ukrainian economy.

Keywords: technologies, reconstruction, economy.

СТАН КРАЇНИ ПІСЛЯ ШЕСТИ МІСЯЦІВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Мотузюк А.І.

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

Повномасштабне вторгнення росії в Україну принесло нові виклики, які торкнулися як великих компаній, так і малого та середнього бізнесу, але сильніше позначилися на МСП. Першим наслідком стало те, що підприємствам доводиться стикатися зі зниженням попиту своєї продукції. 75% компаній повідомляють про значне зменшення попиту, при цьому 70% шукають нових клієнтів та канали збуту. 20% підприємств стикаються з простроченням або відсутністю оплати клієнтів.

Другим наслідком є те, що підприємства стикаються з нестачею фінансування. 40% компаній потребують оборотного капіталу, якого їм не вистачає через майже повне припинення банківського кредитування. 36% підприємств активно шукають фінансування. Програмою "Доступні кредити 5-7-9%" у 2022 році скористалися лише 4% опитаних компаній.

Третім наслідком війни є логістичні проблеми, 44% підприємств відчувають труднощі, пов'язані з логістикою та транспортуванням. Спостерігається розрив звичних транспортних ланцюжків, викликаний блокуванням портів, оскільки пріоритет надається військовим та гуманітарним вантажам, а також нестачею пального через російські удари по нафтопереробних підприємствах та сховищах пального.

Крім того, російські ракетні удари знищили в Україні 20% складських приміщень (близько 400 000 кв. м). Внаслідок війни ризики ведення бізнесу також зросли. Ризик випадкової поразки, наприклад, ракетою для окремого малого чи середнього підприємства поза безпосередньо прифронтової зони, хоч і не надто великий, але приблизно такий самий, як стати жертвою дорожньо-транспортної пригоди. Однак він все одно значний і фактично не підлягає страхуванню.

Війна також загострила деякі існуючі проблеми, такі як наявність людського капіталу та робочої сили. Щонайменше 5,1 млн осіб виїхали за кордон з лютого 2022 року, і 25% з них не впевнені, що повернуться в найближчому майбутньому.

Інші проблеми – корупція та адміністрування податків – також залишаються актуальними, хоч і не настільки нагальними. Ми бачимо, що питання прав власності та корупції відсуваються на задній план – частково через наявність більш нагальних питань, а частково через нижчу толерантність до дрібної корупції в центральному уряді та менші можливості для неї. Реєстри прав власності закриті

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

вже тривалий час, невеликі підприємства менш схильні погоджуватись сплачувати корупційний податок тощо.

Було проведено низку опитувань з метою оцінки поточного стану бізнесу після шести місяців війни. Ми розповідаємо про три з них, які охоплюють три різні, хоч і не взаємовиключні, частини бізнес-спільноти. Перше – опитування 117 представників компаній-членів AmCham, що охоплює переважно середні або великі/середні компанії, багато з яких є дочірніми компаніями багатонаціональних компаній (MNC) (Опитування Американської торгової палати, серпень 2022 р.).

Опитування показало, що після шести місяців війни 72% компаній повністю функціонують, 27% продовжують функціонувати частково, а 1% заморозили операції. 83% виплачують заробітну плату у повному обсязі, 16% скоротили заробітну плату, а 1% не виплачують її зовсім. 22% респондентів зазначили, що заводи, фабрики, потужності, склади та офіси їхніх компаній було пошкоджено (половина з них отримали непоправні ушкодження, а половина – незначні). 6% респондентів зазначили, що їхні активи, як і раніше, перебувають під окупацією, 96% повідомили, що мають намір продовжити діяльність в Україні у 2023 році.

Друге опитування, проведене агентством Advanter, охоплює переважно малі та середні компанії. У ньому взяли участь 842 учасники (Advanter, Стан та потреби бізнесу в умовах війни: результати опитування у липні 2022 р.). Порівняно з бізнес-ситуацією напередодні повномасштабної війни проти України майже 40% респондентів повідомили, що підприємства повністю або майже повністю припинили роботу. Близько 11% зазначили, що не змінили чи навіть збільшили обсяги виробництва. 19% учасників повідомили про релокацію їхнього бізнесу переважно всередині країни або розглядають таку можливість. 81% загалом не проводили релокацію. Частка переміщеного бізнесу найвища в ІТ-секторі, де понад 10% підприємств переважно або повністю переїхали за кордон.

Третє опитування, проведене у липні 2022 року, охопило власників та керівників малого, середнього та великого українського бізнесу, при цьому більшість учасників представляли малий бізнес (Gradus, Опитування українського бізнесу, липень, 2022). Лише 22% зі 104 респондентів зазначили, що їхній бізнес працює як раніше. Половина працює лише частково, а 19% учасників засвідчили про зупинення діяльності. 12% повідомили про повну або часткову релокацію свого бізнесу, 20% перебували в процесі часткової або повної релокації, а 18% відзначили, що їхній бізнес потребує релокації, але ще не переміщений. Близько половини респондентів зазначили, що їхній бізнес не потребує переміщення. З тих, хто провів релокацію, 72% переїхали в межах України, 17% – у межах України та за кордон, а 11% – за кордон. Країнами для релокації переважно стали країни Євросоюзу (62%). 83% учасників вважають, що український бізнес може бути конкурентним та успішним на європейських ринках.

Міжнародна науково-практична конференція «AutoTRAK-2024»

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Кафедра тракторів і автомобілів

Список літератури

1. Електронне джерело: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/cv28871qdv8o>.
2. Електронне джерело: <https://www.unian.ua/war/vtrati-skilki-lyudey-vtratile-ukrajina-ta-rosiya-12364713.html>.

СТАН КРАЇНИ ПІСЛЯ ШЕСТИ МІСЯЦІВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Мотузюк А.І.

Відновлення України має використовуватись для інвестування у стійкі компанії та інфраструктуру. Збільшення експорту, поглиблення ланцюжків доданої вартості в агробізнесі, налагодження виробництва екологічно чистої сталі та сприяння ІТ-стартапам створять можливості для економічного розвитку.

Ключові слова: повномасштабне вторгнення, відновлення, війна, втрати.

UNTIL THE DISCOVERY OF THE LAWS OF DISTRIBUTION OF THE TIME OF RECOVERY OF THE ELEMENTS OF QUARRY EXCAVATORS

Ph.D., associate professor Koliesnik I., higher education student Motuzyuk A.

Ukraine's recovery should be used to invest in sustainable companies and infrastructure. Increasing exports, deepening agribusiness value chains, improving green steel production, and promoting IT startups will create opportunities for economic development.

Key words: full scale invasion, recovery, war. losses.

ЗМІСТ

Секція 1 «Автомобільний транспорт»

д.т.н., професор Зеленько Ю. В.,
Черкудінов В. Е.,
Приймак М. В.

ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	7
---	----------

д.т.н., проф. Манойло В.М.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В УКРАЇНІ	11
--	-----------

д.т.н., проф. Манойло В.М.,
к.т.н., доцент Колеснік І.В.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОНАВЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВА	13
--	-----------

к.т.н., доцент Колеснік І.В.

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЯ	15
---	-----------

Medvediev Yevhen

SYSTEMS RANGING FROM EXTRA SPACE TO AUTOMATIC STEERING SYSTEMS.....	19
--	-----------

асистент Колеснік Ю.І.

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ БОРТОВОГО ЗАРЯДНОГО ПРИСТРОЮ ВИСОКОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	24
--	-----------

д.т.н., професор Калінін Є.І.

КОНЦЕПЦІЯ ТЯГОВОГО ІНВЕРТОРА З ІНТЕГРОВАНИМ ЗАРЯДНИМ ПРИСТРОЄМ.....	28
--	-----------

асистент Кулібаба Н.І.

ОСНОВИ РОБОТИ БЕЗПЛОТНОГО АВТОМОБІЛЯ.....	34
--	-----------

к.т.н., доцент Славич В.П.,
Савченко М.О.

СУЧАСНІ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ РУХОМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	36
---	-----------

д.т.н., професор Сметанкіна Н.В.,
к.т.н., доцент Місюра С.Ю.,
к.т.н., доцент Місюра Є.Ю.

**АНАЛІЗ МІЦНОСТІ ШАРУВАТОГО СКЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ
АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ТЕПЛОВИХ
НАВАНТАЖЕННЯХ.....** 38

к.т.н., доцент Шевченко І.О.,
магістрант Шакуров Д.А.

ОСНОВНІ ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМИ СТОП–СТАРТ..... 41

к.т.н., доцент Шевченко І.О.,
магістрант Стародуб І.М.

**ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ І ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ
ФАКТОРІВ НА ПРОХІДНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ.....** 44

д.т.н., професор Мигаль В.Д.,
к.т.н., доцент Шевченко І.О.,
магістри Чижов С.Б., Калініченко В.І.

**СТАН ЗАВДАНЬ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ
МЕТОДІВ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ
АВТОМОБІЛІВ.....** 47

д.т.н., професор Мигаль В.Д.,
магістр Гадяцький М.С,
магістр Козир Д.М.,
магістр Колеснік О.П.

**СПОСІБ КРІПЛЕННЯ ВІБРОПЕРЕТВОРЮВАЧА НА
ЕЛЕКТРОДВИГУНІ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ
ЕЛЕКТРОДВИГУНА НА СТЕНДІ.....** 50

к.т.н., доцент Шевченко І.О., магістрант Науменко Д.І.

**ЩОДО ПЕРЕВАГ ВИКОРИСТАННЯ ВАРІАТОРНОЇ
КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ.....** 53

д.т.н., проф. Мигаль В.Д.,
д.т.н., проф. Манойло В.М.,
магістрант Шевченко І.О.

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ
СИСТЕМ ОБРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ.....** 56

к.т.н., доцент Шевченко І.О.,
магістрант Костиця І.О.
**РІШЕННЯ ЩОДО ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ
ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТА ВИТРАТИ ПАЛИВА
АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....** 59

к.т.н., доцент Шевченко І.О.,
магістрант Возний Д.С.
**АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ КОМПАКТНИХ
ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.....** 62

Секція 2
«Тракторна енергетика»

д.т.н., професор Калінін Є.І.
**БЕЗСТУПІНЧАСТИЙ МЕХАНІЗМ ПОВОРОТУ ДЛЯ
ГУСЕНИЧНИХ ТРАКТОРІВ.....** 66

д.т.н., доцент Кожушко А.П.
**ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОМЕХАНІЧНОЇ
БЕЗСТУПІНЧАТОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА** 71

д.т.н., професор Шуляк М.Л.,
здобувач PhD Мурчич М.М.,
здобувач PhD Погуляй В.М.
**ПІДВИЩЕННЯ ТЯГОВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАКТОРА ЗА
РАХУНОК БАЛАСТУВАННЯ.....** 75

к.т.н., доцент Шевченко І.О.
**ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕМІКАННЯ СЕКЦІЙ
ПОВНОПРИВІДНОЇ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА.....** 78

д.т.н., професор Шуляк М.Л.,
здобувач PhD Рапута В. В.,
здобувач PhD Подлесний А. В
**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТРАКТОРІВ ЗАГАЛЬНОГО
ПРИЗНАЧЕННЯ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ УПРАВЛІННЯ.....** 83

асистент Костюк С.Ю.,
здобувач вищої освіти Ничай В.І.
**СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ТРАКТОРНОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ.....** 86

асистент Лемішко Д.С.,
здобувач вищої освіти Марущак І.Т.
**МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ СУЧАСНИХ
ТРАКТОРІВ: НОВІ ПІДХОДИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....** 88

к.т.н., доцент Колеснік І.В.,
здобувач вищої освіти Волошин Н.М.
**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЯГОВО-ЗЧІПНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РУШІЇВ
ТРАКТОРА.....** 90

Секція 3

«Експлуатація колісних та гусеничних машин»

асистент Костюк С.Ю.
**ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛІСНИХ
І ГУСЕНИЧНИХ МАШИН ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ.....** 95

асистент Костюк С.Ю.
**ВПЛИВ ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ НА
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ ЕЛЕМЕНТІВ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ
ГУСЕНИЧНИХ МАШИН.....** 97

к.т.н., доцент Колеснік І.В.
**ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГРАНИЧНОГО СТАНУ
АГРЕГАТІВ ТРАНСМІСІЇ ТРАКТОРА JOHN DEERE.....** 99

Секція 4

«Інтелектуальні системи мобільних машин. Системи точного землеробства»

Авраменко А. М., студентка
**ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ
ПІДВИЩЕННЯ ПРИБУТКОВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА.....** 104

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Хейло В. О.
**ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ВБУДОВАНИХ
СИСТЕМ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ.....** 106

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Пиріжок В. І,
здобувач вищої освіти Кривоніс С. В.
**ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ
ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ ТРАКТОРІВ.....** 110

доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Бондаренко К. А., здобувач вищої освіти Бондаренко В. О.	
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ І ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАНЕВРОВИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ.....	114
доцент Макаренко М. Г., здобувач вищої освіти Шевченко І. О.	
РОЛЬ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ У ПІДВИЩЕННІ ТОЧНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ.....	117
асистент Лемішко Д.С., здобувач вищої освіти Поночовний А.С.	
ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.....	121
асистент Кулібаба Н.І.	
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАНУ ҐРУНТІВ ТА КУЛЬТУР У ТОЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ.....	123
асистент Костюк С.Ю.	
АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МОБІЛЬНИМИ МАШИНАМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ.....	125
асистент Гаркуша Н.М.	
ІНТЕГРАЦІЯ СИСТЕМ ІОТ В ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ.....	127

Секція 5

«Мобільні енергетичні засоби та їх використання в аграрному секторі»

к.т.н., доцент Барабаш Г.І., зав. лабораторії Батюк Л.М. , аспірант Погуляй В.М.	
АНАЛІЗ АКТУАЛЬНИХ АСПЕКТІВ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ.....	130
к.т.н., доцент Ребенко В.І.	
ВИБІР ФЕРМЕРА: МОТОБЛОК, МОТОТРАКТОР ЧИ МІНІТРАКТОР.....	132

д.т.н., проф. Манойло В.М.	
ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ У МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБАХ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	136
д.т.н., проф. Манойло В.М.	
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ МОБІЛЬНІ РІШЕННЯ ДЛЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ	137
асп. Крайник Т.Л., асп. Худавердян Г. А., д.т.н., проф. Крайник Л.В.	
КОНЦЕПЦІЯ ТА ФОРМУВАННЯ СИЛОВОГО ПРИВОДУ УНІВЕРСАЛЬНОГО ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ТИПУ УНІМОГ / АВТОТРАК.....	140
асистент Колеснік Ю.І.	
МЕТОДИ ОБЧИСЛЮВАННЯ СИСТЕМИ МАЩЕННЯ ТРАНСМІСІЇ СВТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ТРАКТОРА.....	144
Секція 6	
«Сервісна інженерія та інженерний супровід»	
к.т.н., доцент Главацький К.Ц., інженер-механік Біневський М.М., магістр Ладчук В.С., магістр Черкудінов В.Е.	
РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗСТУПЕНЕВОЇ ВАРІАТОРНОЇ ЗУБЧАСТОЇ ПЕРЕДАЧІ.....	151
асистент Лемішко Д.С.	
СУЧАСНІ МЕТОДИ ІНЖЕНЕРНОГО СУПРОВОДУ ТА МОНІТОРИНГУ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМ	156
к.т.н., доцент Сорокін С.П., к.т.н., доцент Блезнюк О.В., магістранти Горевий В.Ю., Борисов А.В.	
ОЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕХАНІЧНО-СТРУКТУРНОЇ СКЛАДОВОЇ ДВИГУНА	158

к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач освіти Черняхівська А.В	
РОЗВИТОК МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ І ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ ДВЗ.....	165
асистент Кулібаба Н.І.	
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ОКТАНОМЕТРІВ.....	168
асистент Кулібаба Н.І.	
ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ПРИСАДОК.....	171

Секція 7

«Екологічність, рециклінг та утилізація транспорту

к.т.н., доцент Ключев С.О., здобувач вищої освіти Кузнецов Д.Г.	
ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	175
к.т.н., доцент Ключев С.О., здобувач вищої освіти Юров Б.В.	
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	178
асистент Костюк С.Ю., здобувачка вищої освіти Штацька А.С.	
ЕКОЛОГІЧНІСТЬ СУЧАСНОГО ТРАНСПОРТУ: ВИКЛИКИ ТА РІШЕННЯ.....	181
асистент Лемішко Д.С., здобувач вищої освіти Поночовний А.С.	
ПЕРЕРОБКА ТА УТИЛІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ: ШЛЯХ ДО СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	183
к.т.н., доцент Сасов О.О., магістр Костенко Д.А.	
ПРОБЛЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ТА ТРАКТОРНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН...	185
асистент Колеснік Ю.І., здобувач вищої освіти Калініченко В.І.	
СИСТЕМА ЗНИЖЕННЯ ТОКСИЧНОСТІ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ТРАКТОРА 0,6 кН.....	189

Секція 8
«Післявоєнна відбудова підприємств аграрного
та автомобільного сектору»


к.т.н., доцент Колеснік І.В., здобувач вищої освіти Запорізький Т. М. ВІДНОВЛЕННЯ АГРОСЕКТОРУ УКРАЇНИ ПІСЛЯ ВІЙНИ.....	193
Medvediev Yevhen IMPACT OF THE WAR ON THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE.....	196
асистент Лемішко Д.С. ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ ПІСЛЯВОЄННОЇ ВІДБУДОВИ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕКТОРУ.....	199
к.т.н., доцент Колеснік І.В. здобувач вищої освіти Мотузюк А.І. СТАН КРАЇНИ ПІСЛЯ ШЕСТИ МІСЯЦІВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ.....	201

Наукове видання

МАТЕРІАЛИ
міжнародної науково-практичної конференції
«AutoTRAK-2024»
6-7 травня 2024 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, автомобілів та біоенергоресурсів
Національного університету біоресурсів і природокористування України

06-07 травня 2024 року
Київ, Україна