



Збірник наукових матеріалів
Міжнародної науково-практичної
інтернет-конференції

Інноваційні технології розвитку та
ефективності функціонування
автомобільного транспорту
Innovative technologies of development
and efficiency of motor transport
operation

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра експлуатації та ремонту машин



ЗБІРНИК НАУКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції

**Інноваційні технології розвитку та ефективності
функціонування автомобільного транспорту**

**Innovative technologies of development and efficiency of
motor transport operation**



17-19 листопада 2021 року

УДК:656.02, 656.05, 656.07

Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту ("Innovative technologies of development and efficiency of motor transport operation"): Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Центральнотраїнський національний технічний університет м. Кропивницький, Україна, 17-19 листопада 2021 року: програма конференції. Кропивницький. 2021. 127 с.

В програмі представлені теми наукових матеріалів професорсько-викладацького складу закладів вищої освіти, наукових співробітників, докторантів, аспірантів, магістрантів та студентів, учасників Міжнародної науково-практичної конференції Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту ("Innovative technologies of development and efficiency of motor transport operation").

Мета конференції: висвітлення найважливіших актуальних проблем підвищення ефективності функціонування автомобільного транспорту та пошук оптимальних шляхів їх вирішення розробкою та впровадженням сучасних інноваційних технологій у виробництво, обмін дослідницьким і практичним досвідом, публікація результатів наукових досліджень.

До участі в конференції запрошуються науковці, викладачі вищих навчальних закладів, представники бізнесу, фірм, компаній, підприємств, докторанти, аспіранти, здобувачі вищої освіти.

Основні напрями роботи конференції:

- сучасні та перспективні конструкції засобів транспорту;
- розвиток технологій обслуговування, сервісу та ремонту засобів транспорту;
- вдосконалення технологій транспортних процесів та безпеки дорожнього руху;
- підвищення надійності та ефективності функціонування засобів транспорту та автомобільних транспортних підприємств;
- нове нормативне та законодавче забезпечення ефективності функціонування та розвитку автомобільного транспорту;
- економіка та організація роботи автомобільного транспорту, ринок транспортних послуг;
- автоматизація процесів управління та сучасні інформаційні технології на автомобільному транспорті;
- "зелений" транспорт та перспективні методи зменшення екологічного навантаження автомобільного транспорту на довкілля;
- вдосконалення та використання нових конструкційних та експлуатаційних матеріалів на життєвих циклах засобів транспорту;
- інтелектуальні транспортні системи та транспортні засоби;
- інтегровані логістичні системи підтримки життєвого циклу засобів транспорту та транспортної інфраструктури;
- підвищення якості підготовки фахівців з спеціальності 274 "Автомобільний транспорт" та 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті).

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету:

Кропивний Володимир Миколайович, к.т.н., професор, ректор Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна.

Заступники голови оргкомітету:

Аулін В.В., д.т.н, професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна.

Левченко О.М., д.е.н., професор, проректор з наукової роботи Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна.

Члени оргкомітету

Івашко Віктор Сергійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної експлуатації автомобілів, Білоруський національний технічний університет, м. Мінськ, Білорусь;

Ігор Кабашкін, PhD, професор, Інститут транспорту і зв'язку, м. Рига, Латвія;

Олександр Граковскі, PhD, професор, Інститут транспорту і зв'язку, м. Рига, Латвія;

Рамунас Пальшатіс, PhD, професор, Вільнюський технічний університет імені Гедимінаса, м. Вільнюс, Литва;

Анджей Нєвчас, PhD, професор, Люблінський технологічний університет, м. Люблін, Польща;

Біліченко Віктор Вікторович, д.т.н., професор, ректор Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, Україна;

Войтов Віктор Анатолійович, д.т.н., проф. завідувач кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна;

Кравченко Олександр Петрович д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Житомирська політехніка, м. Житомир, Україна;

Квасніков Володимир Павлович, д.т.н., професор, завідувач кафедри комп'ютеризованих електротехнічних систем і технологій, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна;

Горбачов Петро Федорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна;

Нагорний Євгеній Васильович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна;

Сахно Володимир Прохорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна;

Форнальчик Євген Юліанович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна;

Матейчик Василь Петрович, д.т.н., професор, декан автомеханічного факультету, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна;

Кіндратський Богдан Ілліч, д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації та ремонту автомобільної техніки, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна;

Кузьмінський Роман Данилович, д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації та технічного сервісу машин імені професора Семковича О.Д., Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна;

Волков Володимир Петрович, д.т.н., професор, завідувач кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна;

Лобашов Олексій Олегович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, м. Харків, Україна;

Диха Олександр Володимирович, д.т.н., професор, завідувач кафедри трибології, автомобілів та матеріалознавства, Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна.

Наглюк Іван Сергійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри організації та безпеки дорожнього руху, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна;

Криштопа Святослав Ігорович, д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобільного транспорту, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна;

Полянський Олександр Сергійович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків, Україна;

Лузан Сергій Олексійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри зварювання, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, Україна;

Ляшук Олег Леонтійович, д.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна;

Мороз Микола Миколайович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій, Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, Україна;

Алфьоров Олексій Ігорович, д.т.н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Державного біотехнологічного університету, м. Харків, Україна;

Кристочук Михайло Євгенович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна;

Герук Станіслав Миколайович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри агроінженерія, Житомирський агротехнічний коледж, м. Житомир, Україна;

Мурований Ігор Сергійович, к.т.н., доцент, декан факультету транспорту та механічної інженерії, Луцький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна;

Марчук Микола Михайлович, к.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна;

Кравцов Андрій Григорович, к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики, Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна;

Дзюра Володимир Олексійович, к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, начальник НДЧ, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна;

Роговський Іван Леонідович, д.т.н., старший науковий співробітник, директор НДІ техніки і технології, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна;

Цимбал Сергій Володимирович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

Тарандушка Людмила Анатоліївна, д.т.н., доцент, завідувачка кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна.

Члени робочої групи оргкомітету

Магопець Сергій Олександрович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету;

Лисенко Сергій Володимирович, к.т.н. доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна;

Голуб Дмитро Вадимович, к.т.н. доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна;

Гриньків Андрій Вікторович, к.т.н. старший викладач кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна;

Головатий Артем Олегович аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Замуренко Артем Сергійович аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

ЗМІСТ

✓ ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОСЕРВІСІ Верещагіна А.І., Розум Р.І. к.т.н., доц., Буряк М.В. к.т.н., доц., Шевчук О.С. к.т.н., доц.	9
✓ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЇ РОЗДАЧІ ПОРШНЕВИХ ПАЛЬЦІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ Гупка А.Б., к.т.н., Грех В.О., Мазурок О.І.	13
✓ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕЛЕМАТИЧНИХ СИСТЕМ Аулін В.В., д.т.н., проф., Деркач О.Д., к.т.н., доц., Мельниченко В.І., к.т.н., доц., Субочев О.І., к.т.н., доц., Скочинський В.А., Ворона О.С.	18
✓ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ Диха О.В. д.т.н., проф., Свідерський В.П., к.т.н., доц., Бабак О.П., к.т.н., доц., Старий А.Л., асп.	22
✓ ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ Дорошук В.О., ст. викл., Голотюк М.В., к.т.н., доц., Чехович С.С., Яценюк М.С.	27
✓ ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В «ЗЕЛЕНИХ» ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАНЬ Загурський О. М д.е.н., проф.	30
✓ МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ Захарчук В.І., д.т.н., проф., Захарчук О.В., к.т.н., доц., Чепельов В.В.	33
✓ АДАПТАЦІЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ДО ВІТЧИЗНЯНИХ ДОРОЖНИХ УМОВ Кишун В. А., к.е.н., доц.	35
✓ АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ Кравченко О.П., д.т. н., проф., Добровінський О.О., асп.	40
✓ РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПИЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОГО ШОРСТКОГО ПОКРИТТЯ НА ДЕТАЛІ МАШИН Лузан С.О., д.т.н., проф. Крахмальов О.В., к.т.н., доц. Швець М.С., Черкашин М.О.	49
✓ ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НАПЛАВЛЕННЯМ МАТЕРІАЛУ СИСТЕМИ NI-CR-B-SI ІЗ ВКЛЮЧЕННЯМИ ДИСПЕРСНИХ ФАЗ Лузан С.О., Лузан А.С.	55
✓ ВПЛИВ ШІТКОВОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗНОСОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН Лузан С.О., д.т.н., проф., Швець М.С., студент	61
✓ ДО ВИБОРУ ДВИГУНА ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БТР-70 Сахно В.П., д.т.н., проф., Диких О.В., асп.	67
✓ ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОПОЇЗДА З ПРИЧЕПОМ КАТЕГОРІЇ О1	73

Сахно В.П., д.т.н., проф., Човча І.В., асп.	
✓ ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ КОМПОЗИЦІЙНИМИ ПОКРИТТЯМИ	
Солових Є.К. д.т.н., проф., Катеринич С.Є. к.т.н., доц., Солових А.Є. к.т.н., доц., Грачов Т.А., Зайченко С.О.	78
✓ ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЛОГІСТИКИ НА ТРАНСПОРТІ.	
Савченко Л.А. , к.т.н., доц., Махмудов І. І., к.т.н.	88
✓ ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН	
Денисенко М.І. к.т.н., доц., Дев'ятко О.С. к.т.н., доц.	92
✓ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ	
Денисенко М.І. к.т.н., доц., Дев'ятко О.С. к.т.н., доц.	95
✓ УДОСКОНАЛЕННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ, СЕКЦІЇ ЯКОГО ШАРНІРНО З'ЄДНАНІ МІЖ СОБОЮ	
Троханяк О.М. к.т.н., доц.; Донченко О.С.; Могіленко В.А.	98
✓ АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ	
Шраменко Н.Ю. д.т.н., проф., Калюжна А.О.	101
✓ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА АВТОШЛЯХАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ	
Ляшук О.Л., д.т.н., проф., Цьонь О.П., к.т.н., доц., Дзюра В.О., к.т.н., доц., Бабій М.В., к.т.н., Мостова К.Б., Пона М.В., Кристопчук М.Є., к.т.н., доц., С.В. Лисенко, к.т.н., доц., Бодоряк Ю.Д.	105
✓ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ПРЕВЕЗЕНЬ	
Кравцов А.Г., к.т.н., доц., Савченко О.В.	110
✓ ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ	
Бистрий О.М., ст.викл., Новицький А. В., к.т.н., доц., Шуляк Я. М.	113
✓ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТЬ ГАЗОВОЙ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОМОБИЛЯ	
Бажинов А.В. к.т.н., доц., Мартыненко С.А., асп.	115
✓ ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СЛІДІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ	
Бодоряк Ю.Д., Мазур М. С., Сукенік І. П., Юсик А. В.,	118
✓ НАВЧАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ	
Малецький А. І., Ткачук В.С., Ящук М. А. В.Ф.	121
✓ СТЕНД ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ	
Сторожук О. Д., Сеньків О. Б., Рудак Н. М., Пона М.В., Волощук Я. В.	123

УДК 629

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АВТОСЕРВІСІ

Верещагіна А.І.

Розум Р.І. к.т.н., доц.

Буряк М.В. к.т.н., доц.

Шевчук О.С. к.т.н., доц.

Західноукраїнський національний університет

Abstract

The publication reveals the introduction of digital technologies in the field of car service and their impact. Low level of integration of online technologies complicates and slows down business. An assessment of the current state of technological development of car service was conducted. In summary, this material encourages the improvement of the quality of services of car service owners and their introduction of mass digitization.

Keywords: car service, car repair, digitalization, digital technology, car industry, business, automotive aftermarket, car service management, market

Вступ

Поширення онлайн простору і розвиток сфери онлайн-послуг спонукали до цифровізації бізнесу, в тому числі і автосервісів. Сьогодні, більшість автомобілів оснащені високотехнологічними системами й функціями та потребують відповідного обслуговування. Системи допомоги водієві, нові типи приводу, хмарні цифрові сервіси та автономне керування вивели досвід використання автомобілів на безпечніший і комфортніший рівень, що призвело до збільшення вимог до сервісних майстерень.

Аналіз попередніх досліджень

Багато тематичних зарубіжних та вітчизняних видань освітлювали дану тему. Доцільність використання цифрових технологій для розвитку бізнесу, хвилюють зацікавлених власників, які і вносять свій вклад у дане питання. Проблеми, що виникають при цифровізації автосервісу, способи їх вирішення та нові пропозиції освітлюються на спеціалізованих конференціях закордоном.

Постановка проблеми

Тема інтеграції цифрових технологій у сферу автосервісу є мало освітленою. Новітні тенденції є частиною кожної галузі, і вони впливають на процес прийняття рішень кожною людиною, пов'язаною з цією галуззю, тобто клієнтами, майстрами, дилерами, виробниками тощо. З кожним новим трендом в автомобільній промисловості, індустрія автосервісу також зазнає змін. Тому, у цю технологічну епоху автосервісам доведеться швидко засвоювати технологічні та сучасні способи виконання операційних робіт.

Мета та завдання

Метою є дослідження сучасного стану інтеграції цифрових технологій в роботу СТО, визначення рівня цифровізації та виявлення проблем, які при цьому виникали.

Завдання:

- аналіз функціонування сучасних автосервісів;

- дослідження післяпродажного ринку послуг;
- розгляд нагальних проблем та способів їх вирішення;
- дослідження зарубіжного досвіду.

Результати вирішення основних завдань проблеми

Галузь змінюється, провідні автосервіси постійно розширюють каталог своїх послуг відповідно до нових трендів, впроваджують новітні методи діагностики, обслуговування та ремонту автомобілів. Використання хмарних технологій стало важливим впровадженням у розвитку сервісного обслуговування. Стало безпечніше зберігати важливу інформацію про клієнтів і робочі процеси, можна проводити постійний аналіз ринкових пропозицій, а новітнє програмне забезпечення дозволить йти в ногу з останніми тенденціями.

Доступ до технічних даних являється серйозною проблемою, особливо для комерційних автосервісів. Постійне ускладнення технологій, оновлення моделей і недоступність спеціалізованих інструкцій – лише маленька кількість проблем з якими стикаються незалежні СТО, що впливає на їх конкурентоспроможність.

Зараз дуже важливо оперативно отримувати й обробляти нові знання та інформацію. Нормативи відстають від сучасних технологій, що призводить до сповільнення робочого процесу. Он-лайн платформи можуть стати цією важливою ланкою зв'язку між автовласниками, автомайстернями і постачальниками запчастин при обміні інформацією.

Сервісні та ремонтні майстерні можуть використовувати існуючі цифрові інструменти сторонніх розробників, які полегшують процеси реєстрації, заїзду та виїзду, оплати, що забезпечить більшу зручність для клієнтів.

Он-лайн технології дозволяють скоротити багато трудомістких процесів і перевести їх у цифровий простір. Дослідження показують, що 80% операцій, які зазвичай проводились при замовленні запчастини вручну, можна повністю виключити завдяки переходу до цифрових технологій. Такі інтеграції дозволяють співробітникам у секторі обслуговування автомобілів приділяти більше уваги клієнтам.

Зменшення обсягу даних для аналізу дозволило зберегти якість і швидкість обробки вхідних даних з бортових систем діагностом, а також приймати швидкі рішення. Автосервіси намагаються спростити прийом та огляд автомобіля, зробити ці процеси більш сучасними, для чого використовують електронну візуальну перевірку автомобіля.

Як не дивно, он-лайн-запис став однією з найістотніших змін, пов'язаних із цифровізацією. Його впровадження не було простим, тому що потрібно було організувати прямий обмін даними з дилерськими електронними системами. [5]

Деякі автовиробники перехопили лідерство в інтеграції інформаційних технологій у автосервісі. Наприклад, Hyundai Motors протягом кількох років впроваджує систему автоматизації автосервісу (Workshop Automation). Її завдання – не тільки позбавлення від великої кількості документації, а й відмова від роздрукованих наряд-замовлень та листів кругового огляду. Тисячі автомобілів цієї марки щодня проводять технічне обслуговування, гарантійний та післягарантійний ремонт. Усі результати зберігаються у хмарі, що створює

потік даних, який може обробити лише високопродуктивний процесор сервера і видати на запит аналітика запитану інформацію. Разом з статистичною інформацією видаються і дані рекомендаційного характеру. Якщо робот не зможе знайти правильного рішення, то питання буде перенаправлене до технічної підтримки, де його розглянуть інженери і дадуть необхідну автосервісу відповідь. [4]

Цифровізована автомайстерня використовує спеціалізоване програмне забезпечення для діагностики всіх несправностей автомобіля. Цех скорочує свої витрати завдяки модернізації ремонту за допомогою генерації даних у режимі реального часу та автоматизованих процедур діагностики. Підключення сучасного автомобіля до діагностичного програмного забезпечення може визначити, чи є в автомобілі якісь несправності. Він здатний точно визначити, чи є проблема в електронній системі транспортного засобу, циклі передачі або де-небудь ще, а потім виділити можливе місце несправності.

Механіки, майстри та начальники цеху оснащені робочими планшетами або використовуючи програму на мобільному телефоні, отримують замовлення, замовляють запчастини на складі, розписують роботи з автоматичним завантаженням нормо-годин, отримують доступ до історії конкретного автомобіля, що відкриває інформацію в рамках дилерської мережі для проведення аналізу. Інформація про стан автомобіля фіксується і підвантажується до звіту, завдяки чому клієнт може бачити в якому стані були старі компоненти не знаходячись в СТО. Це також спрощує етап узгодження додаткових робіт. Також, клієнт, маючи відкритий доступ до відгуків і оцінок користувачів спеціалізованих ресурсів отримує прозорий сервіс та може звернутися до майстерні з високим рейтингом.

Такі мережеві автосервіси, як Sears і Pep Boys, не тільки провели цифровізацію, але й розширили свої повноваження за допомогою швидших і дешевших цифрових маркетингових рішень. Перевага в тому, що окрім надання послуг з ремонту автомобілів, автосервіси почали пропонувати додаткові продукти та послуги. Це розширило ринкоспроможність і потенційну клієнтську базу.

Нажаль, он-лайн-технології часто насторожують як клієнтів так і власників СТО через незахищеність особистих даних при їх обробці, проте сервери, які використовують майстерні, повинні відповідати директивам ЄС щодо захисту інформації.

На початку цифровізації багато власників бізнесу боялись відмовлятися від звичних їм рутинних справ. Проте інтеграція хмарних технологій дозволила вивести обмін досвідом на новий рівень, інформація з одного ринку швидко передається на інші. Особливо це ефективно у мережевих майстернях.

Необхідність механіків не зникне з розвитком цифрових технологій. Хоча в майбутньому більшість робочих процесів буде перекладена на роботизовану техніку та штучний інтелект, на певному рівні завжди буде потреба в автомеханіках. Часто після того, як всі механізовані роботи були виконані, коди помилок все ще залишаються, і потребують очистки.

Висновки

Вся автомобільна промисловість адаптується до цифрової епохи, автомобільні технології розвиваються з величезною швидкістю, тому післяпродажний сервіс повинен розвиватись разом з ними. Сьогодні власник сам погоджує роботи та бачить розрахунки. Сервіс стає більш керованим. Те, що відбувається на діагностиці, перестало бути таємницею. Це все дозволяє вивести клієнтський сервіс і управління майстернею на новий рівень.

Література

1. Томас Вінтер: цифрова трансформація бізнесу // Carway.info: електрон. версія 2021. URL: <https://carway.info/uk> (дата звернення: 05.11.2021)
2. Vivek Sharma: Future trends in the auto-service industry // electronic resource 2021. URL: <https://yourstory.com/2021/06/future-trends-auto-service-industry/amp> (date of application: 04.11.2021)
3. Автосервіс без цифрових технологій не має майбутнього // Automechanika 2021 Frankfurt: електрон. ресурс 2021. №2. URL: <https://info-parts.com.ua/biznes/kejsy/item/4260-automechanika-2021-avtoservis-bez-tsifrovih-tehnologiy-ne-mae-maybutnogo.html>
4. Цифровой автосервис – уже реальность! // «АБС Авто»: електрон. ресурс 2019. URL: <https://abs-magazine.ru/article/tsifrovoj-avtoservis%C2%A0-uzhe-realnost> (дата обращения: 02.11.2021)
5. Сергей Скоробагатко: Каким должен быть автосервис сегодня // електрон. ресурс 2021. URL: <https://www.zr.ru/content/articles/928211-vse-na-ladoni-kakim-dolzhen-by/> (дата обращения: 05.11.2021)
6. The future of car service is contact free // Sharebox: electronic resource 2020. URL: https://www.mynewsdesk.com/sharebox-as/blog_posts/car-service-goes-contact-free-92295 (date of application: 04.11.2021)

УДК 621.891

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНОЇ РОЗДАЧІ ПОРШНЕВИХ
ПАЛЬЦІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ**

Гупка А.Б., кт.н., Грех В.О., Мазурок О.І.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Abstract

When the engine is running, the upper surface of the piston, perceiving the pressure created by the combustion of the fuel mixture, begins to move in the direction of increasing the volume of the combustion chamber. The chemical energy obtained from the flash of the working mixture is converted into mechanical energy, which is spent on overcoming the resistance forces of the machine and the moving bodies of the working bodies on the crankshaft. The transmission of force from the piston to the crankshaft is carried out by means of a connecting rod, which in the upper part is hinged to the piston by means of a piston pin, and in the lower part is connected to the connecting rod neck of the crankshaft. The speed of the piston reaches 15 m / s, the gas pressure in the cylinder during engine operation is about 9 МПа, and the temperature of the fuel mixture at the end of the piston stroke is in the range from 1473 to 1873 K. All these parameters cause increased requirements for parts crank mechanism.

Keywords: piston, car, friction, hardening.

Вступ

Дизельні двигуни СМД-60, СМД-62, ЯМЗ-236 та інші є основним силовим агрегатом ряду машин, таких як трактори, комбайни, навантажувачі, поливальні системи та інші. Відомо, що більшість з цих машин працює в умовах підвищених навантажень і наявності абразивного середовища. В процесі експлуатації деталі двигунів зазнають впливу сил змінних як за величиною, так і за знаком, а також підлягають інтенсивному абразивному зношуванню.

Однією з найбільш відповідальних складових частин двигуна є кривошипно-шатунний механізм (КШМ), елементи якого умовно поділяють на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих елементів відносяться циліндри, головка циліндрів, картер з підшипниками колінчатого валу і з'єднувальні деталі. До рухомих елементів КШМ відносяться: поршень з поршневыми кільцями, шатун з підшипниками, колінчатий вал з маховиком.

Аналіз попередніх досліджень

Для зміцнення робочих поверхонь поршнів та їх частин широко застосовують гальванічні, хіміко-термічні та газотермічні методи. Є приклади успішного застосування даних методів для поверхневого зміцнення даних деталей [1,2,3,4].

Особливо слід відмітити таких вчених як: Міхлін В.М., Ждановський Н.С., Бельских В.И., Аллілуєв В.А., Ніколаєнко А.В., Ульман И.А., Улитовский Б.А., Терських И.П., Скибневський К.Ю., Біргер И.А., Бухтіяров И.Д., Махоткін О.А., Гладков А.К., Керчер Б.М., Подщеколдін М.И., Оксень Г.Д., Соловійов В.И. та ін., які розробили методи та засоби ресурсного діагностування КШМ, та ЦПГ двигунів.

Постановка проблеми

Останнім часом в науці й практиці з'являються нові прийоми, що дозволяють інтенсифікувати деякі фізико-хімічні процеси в металах за рахунок використання їхньої природи та особливостей структурних перетворень. Поширення набули способи відновлення деталей, що поєднують термічний вплив на метал з його пластичною деформацією [5]. Серед них на увагу заслуговує спосіб, при якому нагрівання трубчастих тіл проводять струмами високої частоти (СВЧ) і використовують проточне охолодження внутрішньої поверхні. Але він має ряд недоліків, які можна подолати використавши електроконтактне нагрівання (ЕКН) і комбіноване спреєрне охолодження змінної інтенсивності охолодження.

Тому нами запропоновано термічну обробку яка дає можливість одержувати по перерізу деталі залишкові деформації достатні для компенсації величини спрацювання. При цьому фізико-механічні та експлуатаційні властивості відновлених деталей не тільки не поступаються новим, але й перевершують їх.

Мета та завдання

Проаналізувати умови роботи поршневих пальців дизельних двигунів, з'ясувати сутність способу відновлення деталей термічною обробкою й експериментально дослідити ефект зміцнення робочої поверхні деталі.

Результати вирішення основних завдань проблеми

Поршневим пальцем поршень шарнірно з'єднується із шатуном. Палець являє собою пустотілий циліндр розміром 45 x 25 x 110 (рис. 1). По характеру з'єднання з поршнем і шатуном поршневий палець плаваючого типу. Під час роботи він обертається й у бобишках поршня й у шатуні, завдяки чому він рівномірно зношується по всій поверхні.

Необхідний для обертання зазор між поршневим пальцем і бобишками (0,03—0,04 мм) виникає тільки при нагріванні поршня до 100—120° С. У холодному поршні палець установлений з невеликим натягом, і тому для полегшення збирання поршень попередньо нагрівають у маслі до 70 – 80° С.

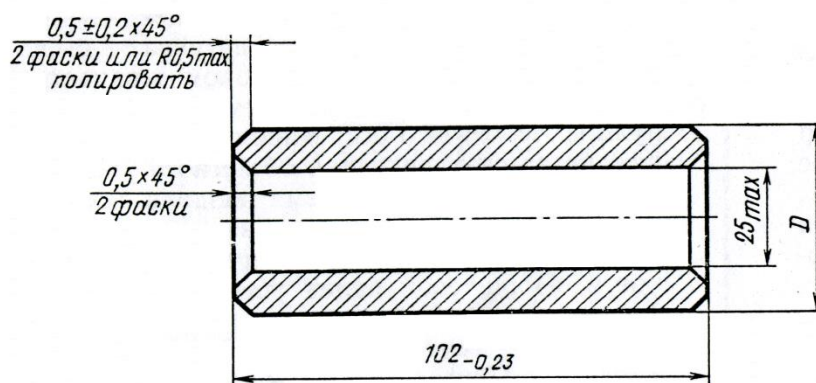


Рисунок 1 Поршневий палець

Від осевого переміщення в бобишках поршня палець утримується пружинними стопорними кільцями, у яких для полегшення монтажу є відігнуті усередину вусики.

Для високої зносостійкості, міцності й опору ударним навантаженням поршневі палець виготовляють із хромонікелевої сталі 12ХНЗА, піддають поверхневій цементації й загартуванню. Мікроструктура зовнішнього цементованого шару пальця являє собою мартенсит голчастої будови, серцевини - маловуглецевий мартенсит з окремими включеннями ферриту. Глибина цементованого шару 1,1-1,8 мм, твердість HRC 56-63. Після цементації й загартування поршневі палець шліфують і полірують або обробляють алмазним вигладжуванням. Шорсткість поверхні після обробки не нижче 9-го класу. Необхідне зміцнення внутрішньої поверхні пальця досягається дорнуванням. По зовнішньому діаметру поршневі пальці сортують на дві розмірні групи з таким же маркуванням, як і в поршня. Поршневі пальці підбирають по масі з точністю до 5 р. Якщо необхідно, їхню масу підганяють за рахунок збільшення фаски по внутрішньому діаметру до 3 мм.

Збільшення зовнішнього діаметру поршневого пальця при ЕКН та комбіноване спреїєрне охолодження залежить передусім від температури нагрівання, яка визначається величиною сили струму і тривалістю нагрівання, а також інтенсивністю і часом охолодження. Окрім цього впливають на величину деформації фізичні та механічні властивості матеріалу деталі та склад охолоджувача.

Графічні залежності, подані на рисунку 2, свідчать про нелінійну залежність деформації поршневого пальця від величини струму при певному проміжку часу нагрівання t_H .

Якість поршневого пальця формується під впливом комбінованого спреїєрного охолодження. Вплив тривалості охолодження внутрішнього спреїєра на деформацію поршневого пальця відображено в таблиці 1. Дані таблиці 1 свідчать про те, що величина максимальної деформації змінюється.

Слід зазначити, що робота внутрішнього спреїєра є основною умовою одержання залишкової деформації поршневого пальця. Це можна пояснити тим, що при охолодженні внутрішні шари намагаються скоротити свою довжину, чому заважають зовнішні більш нагріті шари електроконтактним способом.

Таблиця 1 – Залежність від тривалості внутрішнього спреїєрного охолодження величини деформації ПП (I = 35 кА, t_H = 12 с).

$t_{\text{внутр}}^{\text{ох}}$, с	1	2	3	4	5
ΔD , мкм	5...1 0	20...5 0	150...18 0	200...250	200...250

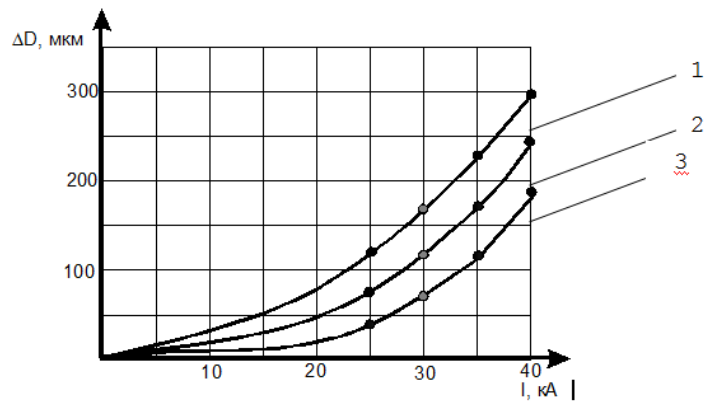


Рисунок 2 Залежність деформації поршневого пальця від величини струму при певному проміжку часу нагрівання :1–14с; 2–12с; 3–10 с.

При цьому шари з більш низькою температурою у певний момент часу створюють жорсткий каркас. Після чого спрямованість і швидкість подальшого охолодження практично не впливає на величину залишкової деформації. Дослідження показали, що охолодження зовнішнім спреєром суттєво впливає на твердість і вміст залишкового аустеніту.

Характеристики швидкості нагрівання і охолодження, а також характеристичні криві для швидкості охолодження за різних умов тиску охолоджуючої рідини подано на рисунку 3, 4.

На рисунку 3 відображено процес нагрівання і охолодження внутрішньої і зовнішньої поверхонь поршневого пальця.

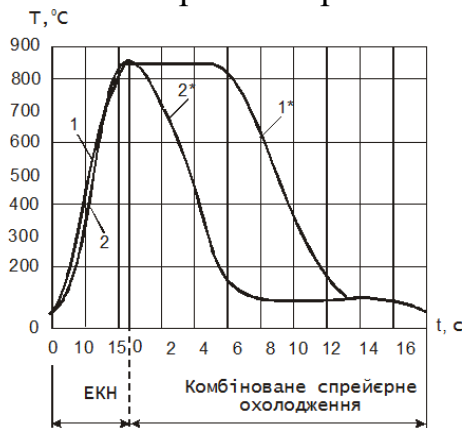


Рисунок 3 Експериментальні криві нагрівання і охолодження внутрішньої (1) і зовнішньої (2) поверхні поршневого пальця за товщиною.

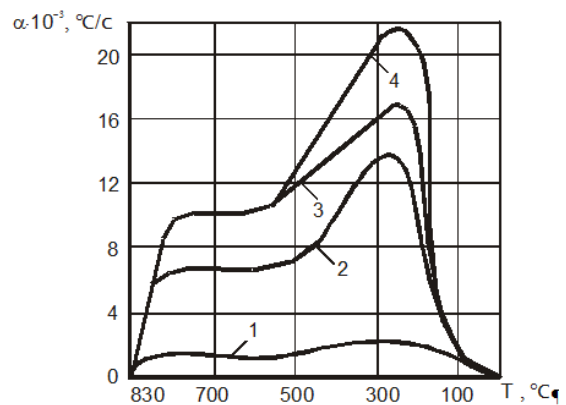


Рисунок 4 Характеристичні криві швидкостей спреєрного охолодження за різних умов у порівнянні з охолодженням в проточній воді (крива 1): 2 – 0,2 МПа; 3 – 0,4 МПа; 4 – 0,6 МПа.

Можна бачити, що характер охолодження зовнішньої і внутрішньої поверхонь поршневого пальця відрізняється в часі. З рисунка 4 видно, що швидкість охолодження залежить від тиску охолоджуючої рідини: чим більше тиск, тим більше швидкість охолодження.

Висновки

Підвищення рівномірності і інтенсивності охолодження внутрішньої поверхні поршневого пальця пояснюється тим, що струмені рідини попадають на

охолоджувану поверхню під кутом 90° , що також сприяє інтенсифікації охолодження внутрішньої циліндричної поверхні. При використанні спреєра середні значення коефіцієнта відносної інтенсивності охолодження γ досягають величини 0,7.

Література

1. Afonso, A. Development of fiber reinforced aluminium alloy for diesel piston application [Text] / A. Afonso, G. Ferran, F. Chi // SAE Techn. Pap. Ser. – 1991. – №910632. – P. 1-9. 11.
2. Пат. 5449421 США, МКИ C22C21/00. Aluminium alloy composite material with intermetallic compound finely dispersed in matrix among reinforcing elements. Опубл. 12.09.95. 12.
3. Заявка 4019983 ФРГ, МКИ P02P03/04. Leichtmetallkolben. Опубл. 02.01.92.
4. Yamaguchi Hiroshi. Technology of hard anodization and test of coating //Intern. Combust. Engine. – 1990. – 2009, №12. – p. 57-62.
5. Dudnikov, A., Dudnik, V., Bilovod, O., Ivankova, O., and Lapenko, T. (2019). Study of the process of the deformation of material of piston functions at their restraints. Engineering of nature management, 3(13), pp. 30 - 34.

УДК 631.65.05

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ
ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕЛЕМАТИЧНИХ СИСТЕМ**

Аулін В.В., д.т.н., проф.,

Центральноукраїнський національний технічний університет

Деркач О.Д., к.т.н., доц.,

Мельниченко В.І., к.т.н., доц.,

Субочев О.І., к.т.н., доц.,

Скочинський В.А.,

Ворона О.С.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Abstract

The analysis of increase of efficiency of vehicles by application of telematic systems is resulted. The main problems that are exacerbated in transport works in the agricultural sector are shown. The method of increase of efficiency of use of motor transport on an example of application of the telematic equipment of the Bitrek Keep Control company is offered.

Keywords: vehicle, telematics systems, GPS-trekker, GPS-control, efficiency.

Вступ

Сьогодні в Україні проблем із технічним забезпеченням в аграрному секторі немає. Практично всі технологічні операції в сільськогосподарському виробництві виконуються вчасно. Технологічний рівень більшості господарств різної форми власності і величини також є високим. Фермери збирають високі врожаї: пшениці озимої в межах 4,5...8 т/га; соняшник – 2,5...3,7 т/га; кукурудзи на зерно – 6...11 т/га і т.д. Увесь цей урожай має бути доставлений до місця зберігання вчасно і з оптимальними витратами. Автотранспортні засоби (АТЗ) забезпечують основні агрегати насінням, добривами, іншими технологічними матеріалами. Особливо важливе місце займає автотранспорт при перевезенні зерна від комбайнів до місце зберігання або переробки. Тому, роль автотранспорту в аграрному секторі зростає.

Аналіз попередніх досліджень

Наразі в аграрному секторі все більше використовується високопродуктивна техніка: посівні агрегати, комбайни, самохідні обприскувачі тощо. Відповідно, ця техніка потребує більш ефективного обслуговування: підвезення насіння та добрив, відвезення зерна тощо. Для задоволення цих потреб, повинна використовуватися така ж продуктивна автомобільна техніка. Наприклад, авторами досліджено, що шість зернозбиральних комбайнів CASE IH 9420, укомплектовані жатками MasDon FD 70/75 забезпечують потік зерна пшениці озимої протягом світлового дня (10...14 годин) у межах 800...1000 тонн. Звісно, що цей потік зерна повинен стабільно транспортуватися на тік автомобільним транспортом. За такого темпу робіт необхідно точно визначати кількість автомобілів. Крім того, необхідно підвищувати й ефективність використання автотранспорту. Адже, навіть

незначне відхилення від технологічного процесу автотранспорту (незапланована зупинка, недостатня транспортна швидкість, затримки на розвантаженні і т.д.) можуть призводити до необґрунтованого збільшення АТЗ, а отже, і затрат на транспортні операції. Одним із прикладів, ефективного використання АТЗ на відвезенні насіння соняшника можна побачити, скачавши QR-код, наведений нижче, де чітко видно, що відразу після закінчення перевантаження насіння з бункера-перевантажувача у автомобіль, агрегат і АТЗ від'їжджають з місця одночасно для продовження виконання своїх функцій (1:55 хв). Однак, у багатьох агропідприємствах організація і контроль виробництва не знаходяться на такому високому рівні. У переважній більшості для підвищення ефективності використання АТЗ необхідно застосовувати сучасні методи контролю за транспортними операціями.



Рисунок 1. Синхронна робота техніки при перевантаженні насіння соняшника.

Постановка проблеми

Сучасні великі агрохолдинги зустрічаються з наступними проблемами при збиранні зерна:

- крадіжка на полі: зерно може бути вивантажене в сторонній автомобіль;
- крадіжка/зсіпання в дорозі: АТЗ зупиняється і зерно частково зсіпається обабіч або в стороннє авто;
- обмолот полів чужими комбайнами.

Щоб ефективно здійснювати контроль і усунути вказані проблеми, методи контролю і моніторингу транспортних операцій повинні відповідати сучасним методам контролю:

- мати дистанційний характер;
- бути доступними до контролю в будь-який час доби;
- бути гнучкими у прийнятті рішень та їх коригування;
- інформація має зберігатися для подальшого аналізу виробничих процесів.

Таким критеріям відповідають методи контролю на основі телематики.

Мета та завдання

Метою роботи було розкрити суть сучасних методів і засобів контролю, що базуються на технологіях телематики. Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- висвітлити ефективні інструменти вже реалізованих телематичних систем контролю і моніторингу виробничих процесів;
- вказати на їх переваги і недоліки.

Результати вирішення основних завдань проблеми

Одним із таких методів контролю за роботою техніки є пакет телематичних програм, розроблені компанією «Bitrek Keep Control». До основних функцій таких програм входять:

- контроль роботи техніки (місце перебування, обсяг виконаної роботи, простої тощо);
- робота причіпного обладнання (налаштування, наробіток, тривалість використання та ким використовувалось тощо);
- система обліку і контролю за збором врожаю (кількість зібраного та перевантаженого врожаю, місце вивантаження, моніторинг за АТЗ тощо);
- контроль процесу зважування.

Особливо варто відзначити можливість вивантаження врожаю з комбайнів на автомобілі лише по визначених RFID-карткам. Тобто, система розпізнає автомобіль, що прибув до комбайна під вивантаження на «свій-чужий». У випадку, якщо автомобіль «чужий», функція вивантаження зерна з бункера комбайна буде заблоковано. GPS-трекери, встановлені на АТЗ також здійснюють автоматичний контроль маршруту та зупинок під час перевезення вантажу з поля на тік. Також, контролююча особа отримує інформацію з вагів на току і зможе співставити дані ваги зерна в бункері та доставленого на тік. Наприклад, в агрохолдигу UkrlandFarming система точно зафіксувала відхилення від маршруту АТЗ (рис.2), що перевозило зерно, час простоювання (з 20:04 до 20:31 хв).

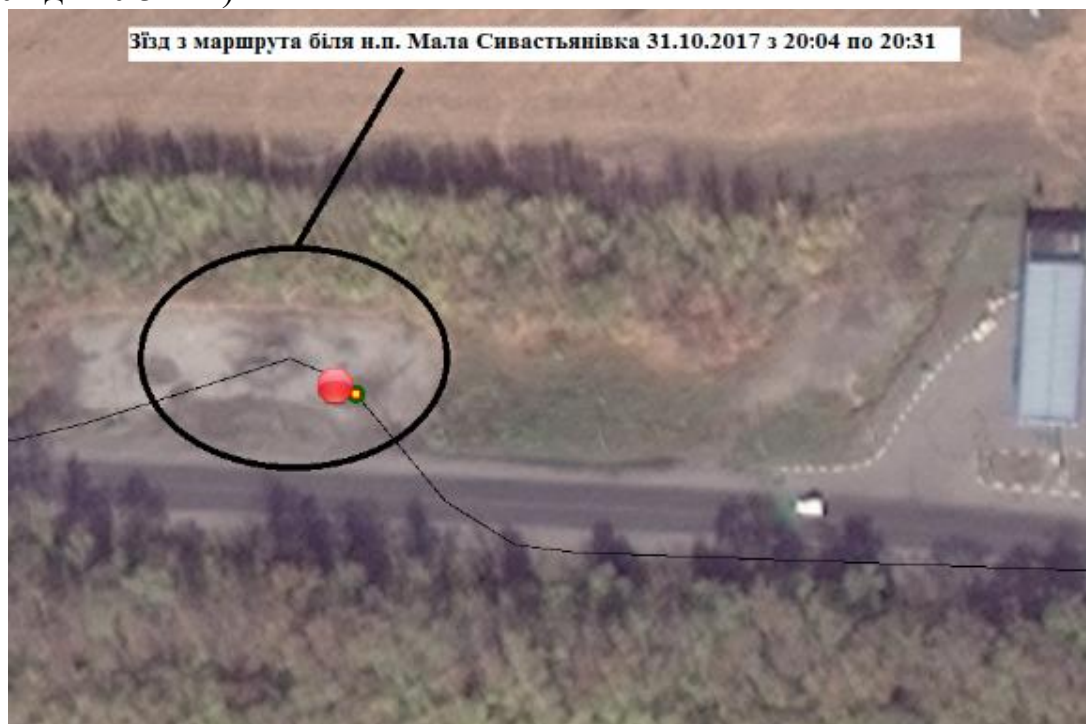


Рисунок 2. Частина інтерфейсу із зафіксованим порушенням транспортування зерна АТЗ.

На току АТЗ зважується з відміткою персональної RFID-картки водія (видається перед початком робіт). Потім здійснюється передача даних – зваженого зерна – на сервер інформації по картці та вазі брутто/нетто – після передачі даних їх змінити вже неможливо, відбувається фіксація результату. Після цього здійснюється автоматичне «закриття» електронних документів вивозу врожаю даним АТЗ на даній ходці. Для реалізації даної технології ваги оснащуються пристроєм для дистанційного зчитування даних RFID-картки, процесор фіксації ваги зерна, засобів передачі даних та серверу (рис.3).



Рисунок 3. Автомобільні ваги та обладнання для автоматичної фіксації кількості урожаю, обліку та закриття електронних документів.

Телематичні засоби обліку і контролю дозволяють підвищити ефективність використання АТЗ до 10% і більше.

Висновки

Показано, що з підвищенням продуктивності основних агрегатів у сільськогосподарському виробництві, виникає необхідність підвищувати ефективність автотранспорту.

Досягти суттєвого (до 10 %) підвищення ефективності автотранспорту можна застосуванням телематичних систем та засобів автоматичного контролю за виробничим процесом, таких як, наприклад, комплекс обладнання, розробленого компанією «Bitrek Keep Control».

Дані методи контролю доцільно впроваджувати для вивчення в освітній процес коледжів та університетів для здобувачів освіти за відповідним фахом.

УДК 621.512

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ
ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

**Диха О.В. д.т.н., проф.,
Свідерський В.П., к.т.н., доц.,
Бабак О.П., к.т.н., доц.,
Старий А.Л., асп.**

Хмельницький національний університет

Abstract

The paper proposes an installation for experimental study of the parameters of the cooling system of an internal combustion engine. The installation is offered for use in the automotive industry in the development and operation of engines, during their manufacture, improvement and repair, as well as in the educational process. To study the cooling system of an internal combustion engine, airflow simulation is used using a powerful fan installed in front of the radiator to simulate the mode of movement of a loaded car on the road.

Keywords: car engine, cooling, experimental stand, temperature calculation

Вступ

Автомобілі експлуатуються у складних кліматичних умовах, у тому числі в теплий період року при високій температурі атмосферного повітря та низькій відносній вологості. При цьому необхідні техніко-експлуатаційні показники автомобілів забезпечуються конструкцією вузлів, систем і агрегатів автомобіля, у тому числі двигуном внутрішнього згоряння (ДВЗ), тепловий режим якого, а значить його надійність і економічність, визначає охолоджуючий пристрій. Саме він повинен забезпечувати економічний тепловий режим ДВЗ і не допускати його перегріву, і в той же час охолоджуючий пристрій повинен бути малогабаритним, мати мінімальні витрати дороговартісних кольорових металів для виготовлення радіаторів та витрати потужності на привід вентиляторів [1]. Таким чином, задача підвищення техніко-експлуатаційних характеристик автомобіля удосконаленням основного елемента охолоджуючого пристрою двигуна – блоку «радіатор-вентилятор» є актуальною.

Аналіз попередніх досліджень

Експериментальному дослідженню теплових процесів ДВЗ приділяється достатньо уваги. Так авторами [2] розроблена і впроваджена установка для діагностування радіатора системи охолодження, який виконано у вигляді корпусу, радіатора, системи подачі води, водяної помпи з приводом, манометра, парового клапана та пульта керування. До недоліків цієї установки слід віднести обмеження її технологічних можливостей і мала продуктивність праці дослідних операцій.

Більш універсальною є установка для дослідження параметрів системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння, яка розглядається в статті [3]. До складу цієї установки входять: підставка, зверху якої жорстко встановлено вертикальну плиту. В лівому верхньому куті цієї плити жорстко закріплений розширювальний бачок, з'єднаний трубопроводами з манометром, радіатором, лічильником витрати води, термостатом для циркуляції рідини по двох колах –

малому та великому. Зверху в правому куті плити встановлено радіатор нагрівання приміщення відомої конструкції, який з'єднаний вхідним і вихідним трубопроводами з резервуаром рідини в який встановлено два електротени для підігріву рідини і приладом показчиком температури. Внизу під резервуаром рідини на плиті праворуч жорстко встановлена водяна помпа, яка трубопроводом з'єднана з системою охолодження. Крім цього резервуар рідини приєднаний до електронного показчика температури. Замір температури рідини здійснюють показчиком температури, в якому є мікропроцесорний блок, який забезпечує можливість зняття показників за точками встановлення п'яти датчиків. Зліва внизу вертикальної плити встановлено блок живлення системи, і вентилятор для охолодження рідини. Але цей стенд для дослідження параметрів системи охолодження двигунів внутрішнього згоряння має такі недоліки: а) при розрахунках охолоджуючого пристрою для автомобіля існує декілька розрахункових режимів руху. Найменш сприятливим є режим руху повністю завантаженого автомобіля на дорожньому підйомі зі швидкістю до 20 км/год, яка обмежується транспортним потоком. Цей режим зазвичай і приймається при розрахунках системи охолодження. Однак стенд вибраний за прототип не має можливостей виконати дослідження системи охолодження автомобіля в цьому режимі; б) в запропонованому стенді нагрів охолоджуючої рідини замість працюючого двигуна здійснюють два електротени потужністю 2 кВт кожний. Однак не приведені розрахунки: роботу яких двигунів внутрішнього згоряння можуть моделювати ці електротени; в) в якості охолоджуючої рідини у стенді використовується вода, теплофізичні властивості якої відрізняються від теплофізичних властивостей антифризів.

Постановка проблеми

Враховуючи зазначені недоліки існуючих стендів для дослідження системи охолодження ДВЗ необхідна розробка удосконаленої конструкції стенду для дослідження блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння, що дасть можливість використовувати отримані експериментальні результати для теплового конструктивного розрахунку радіатора з метою оцінки ефективності його роботи на різних режимах роботи ДВЗ.

Мета та завдання

Завданням роботи є розширення функціональних можливостей дослідження для підвищення техніко-експлуатаційних характеристик автомобіля шляхом удосконалення блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння.

Результати вирішення основних завдань

Поставлене в роботі завдання вирішується тим, що у стенді рекомендується застосування додаткового потужного вентилятора з регулюванням руху повітря за трьома швидкостями, розташованого перед радіатором автомобіля. Це дозволяє забезпечити дослідження блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження ДВЗ в режимі руху повністю завантаженого автомобіля на дорожньому підйомі зі швидкістю до 20 км/год, що обмежується

транспортним потоком. Крім того, нагрів охолоджуючої рідини, в якості якої використовується антифриз G11, а не вода відбувається не двома електротенами потужністю 2 кВт кожний, а за рахунок роботи реального ДВЗ автомобіля на різних режимах.

Авторами розроблений стенд на базі системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння автомобіля для дослідження блоку «радіатор-вентилятор» цієї системи.

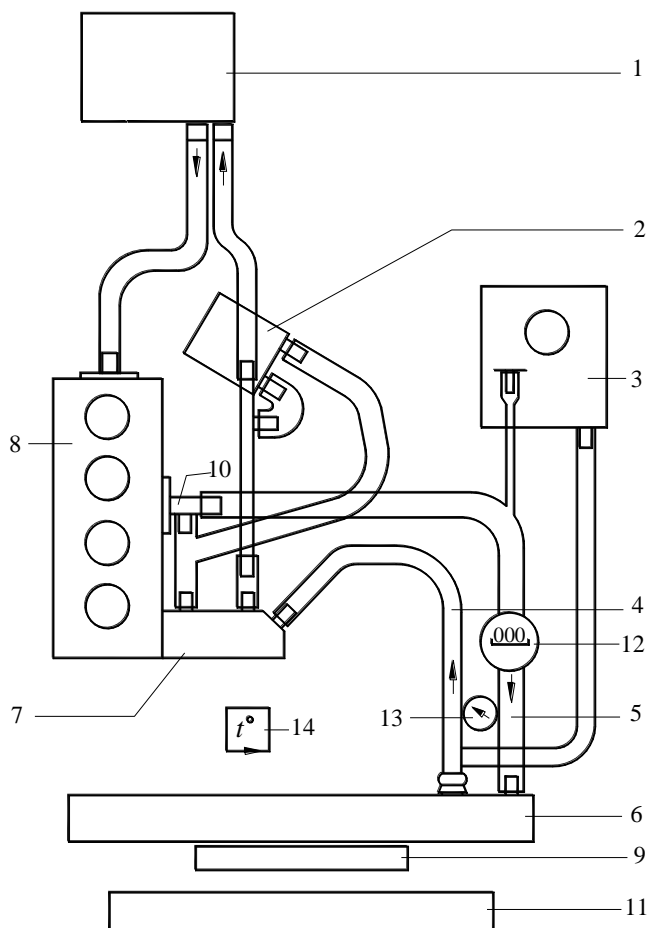


Рисунок 1. Конструкція стенду для дослідження системи охолодження ДВЗ

На рис. 1 зображена схема стенда для дослідження блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження двигуна внутрішнього згоряння, де 1-радіатор опалення; 2 – мастильний теплообмінник; 3 – розширювальний бачок; 4 – верхній трубопровід радіатора; 5 – нижній трубопровід радіатора; 6 – радіатор; 7 – водяний насос; 8 – блок циліндрів двигуна; 9 – вентилятор радіатора з віско-муфтою; 10 – термостат; 11 – додатковий високопродуктивний підлоговий трьох швидкісний вентилятор TURBO 451 N PLUS (11) потужністю 120 Вт з максимальною швидкістю на виході 4,5 м/с; 12 – водяний лічильник; 13 – манометр; 14 – чотирьохканальний термометр NKTECH MPR-9815.

На рис. 2 представлена схема встановлення температурних датчиків на стенді. Стенд для дослідження блоку «радіатор-вентилятор» системи

охолодження двигуна внутрішнього згорання герметичного типу на базі автомобіля містить водяний насос 7 з приводом від допоміжного привідного ремня, вентилятор радіатора з віско-муфтою 9, радіатор 6, розширювальний бачок 3, термостат 10, водяний лічильник 12, манометр 13, чотирьохканальний термометр 14 та радіатор опалення 1, а також трубопроводи 4,5 і перемикачі. Після увімкнення холодного двигуна охолоджуюча рідина циркулює навкруги головки і блоку циліндрів. Тепла охолоджуюча рідина подається водяним насосом 7 до радіатора опалення 1. Оскільки охолоджуюча рідина при нагріві розширюється, то підвищується її рівень в розширювальному бачку 3. Подача охолоджуючої рідини через радіатор не відбувається – це забезпечує закритий термостат 10.

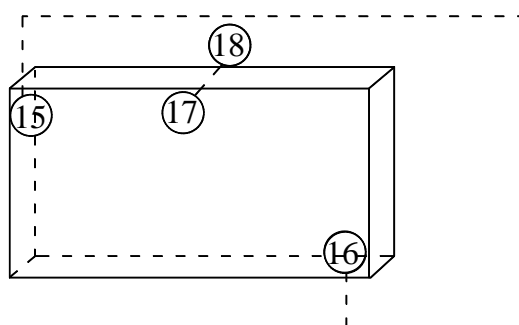


Рисунок 2. Схема встановлення температурних датчиків

Після того як охолоджуюча рідина досягне певної температури, термостат відкривається і гаряча охолоджуюча рідина проходить по трубопроводу до радіатора 6. При проходженні охолоджуючої рідини через радіатор відбувається її охолодження зовнішнім повітрям. Віско-муфта вентилятора радіатора вмикається в залежності від температури повітря за радіатором. При досягненні певної температури відкривається клапан у муфті і віско-муфта приводить в рух крильчатку вентилятора 9. Якщо температура охолоджуючої рідини знаходиться в межах від +92 0С до + 98 0С термодатчик вмикає першу ступінь вентилятора радіатора 9 і вентилятор обертається з меншим числом обертів. Після досягнення температури охолоджуючої рідини в межах від +99 0С до + 105 0С термодатчик вмикає вентилятор радіатора на другу ступінь і вентилятор обертається з максимальною кількістю обертів. На цьому режимі роботи ДВЗ з допомогою чотирьохканального термометра НКТЕСН MPR-9815 вимірюються температури в чотирьох точках на вході і на виході охолоджуючої рідини і потоку повітря через радіатор (рис.2). При цьому з допомогою манометра 13 вимірюється тиск охолоджуючої рідини на вході в радіатор.

Для моделювання режиму руху завантаженого автомобіля на дорожньому підйомі зі швидкістю до 20 км/год, що обмежується транспортним потоком вмикається додатковий високопродуктивний підлоговий трьохшвидкісний вентилятор TURBO 451 N PLUS (11) потужністю 120 Вт з максимальною швидкістю на виході 4,5 м/с і за різних швидкостей набігаючого потоку повітря з допомогою чотирьохканального термометра НКТЕСН MPR-9815 вимірюються температури в чотирьох точках на вході і на виході охолоджуючої

рідини і потоку повітря через радіатор (рис.2), а також тиск охолоджуючої рідини на вході в радіатор.

Удосконалений стенд для дослідження блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження двигуна внутрішнього згорання дає можливість використовувати отримані експериментальні результати для теплового конструктивного розрахунку радіатора з метою оцінки ефективності його роботи на різних режимах роботи ДВЗ [4,5]. При цьому точність таких розрахунків вища ніж розрахунків з застосуванням існуючих конструкцій стендів. Це пояснюється тим, що в цих конструкціях не передбачено вимірювання температури потоку повітря на вході і виході з радіатора, а це унеможливорює визначення поправки, необхідної для розрахунку середнього температурного напору при перехресному рухові теплоносіїв через радіатор. Тепловий конструктивний розрахунок радіатора з застосуванням таких стендів можна реалізувати лише з застосуванням методу послідовних наближень, що значно знижує точність таких розрахунків.

Висновки

В роботі запропонована установка для експериментального дослідження параметрів системи охолодження двигуна внутрішнього згорання. Установка пропонується для використання в автомобілебудуванні при розробленні і експлуатації двигунів, під час їх виготовлення, вдосконалення та ремонту, а також у навчальному процесі. Для дослідження системи охолодження двигуна внутрішнього згорання використовується моделювання повітряного потоку за допомогою потужного вентилятора, встановленого перед радіатором для моделювання режиму руху завантаженого автомобіля на дорожньому підйомі.

Література

1. Гончаров А. В. Підвищення техніко-експлуатаційних характеристик автомобіля удосконаленням блоку «радіатор-вентилятор» системи охолодження двигуна : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.02 «Автомобілі і трактори» / А. В. Гончаров. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, 2008. – 27 с.
2. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : [навчальний посібник] / Є.Ю. Формальчик, М.С. Оліскевич, О.Л. Мاستикаш, Р.А. Пельо. — Львів: Афіша, 2004. — 492 с.
3. Пат. № 69584 Україна, МПК (2006.01): F02C 7/12. Стенд для дослідження параметрів системи охолодження двигунів внутрішнього згорання / Б. М. Гевко, О. М. Марціяш, В. П. Калушка, І. М. Кучвара, І. Б. Гевко; заявники і патентовласники Б. М. Гевко, О. М. Марціяш, В. П. Калушка, І. М. Кучвара, І. Б. Гевко. - № u201109736; заявл. 05.08.2011; опубл. 10.5.2012, Бюл. № 19. – 3 с.
4. Чичиндаев А.В. Тепломасообмен влажного воздуха в компактных пластинчато-ребристых теплообменниках / А. В. Чичиндаев. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2009. — 298 с.
5. Константінов С. М. Теоретичні основи теплотехніки : підруч. для студ. нетеплотехн. спец. ВНЗ / С. М. Константінов, Є. М. Панов. – К. : Золоті ворота, 2012. – 591 с.

УДК 656.078

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ

Дорощук В.О., ст. викл.,
Голотюк М.В., к.т.н., доц.,
Чехович С.С.,
Яценюк М.С.

Національний університет водного господарства та природокористування

Abstract

Forecasting the development of transport and logistics systems depends on the correctly chosen method of modeling transport processes.

Keywords: transport complex, optimization of transport and logistics systems, моделювання.

Вступ

Розвиток транзитного потенціалу країни залежить від тенденцій розвитку її економічних показників, а також ступеня відповідності транспортного комплексу вимогам світової транспортної системи.

Аналіз попередніх досліджень

Дослідженням логістичних систем займалися українські і зарубіжні вчені: Адамов Н.А., Єлєтенко О.В., Ткачова А. В. Токманєва С.В., Кузьменко Ю.Г. та багато інших науковців.

Теоретичні та методологічні питання, які розкриті в працях українських і зарубіжних вчених, не дозволяють максимально використовувати весь потенціал організаційно-економічного механізму транспортно-логістичного обслуговування.

Постановка проблеми

Існує цілий ряд проблем у розвитку транспорту, які потребують невідкладного вирішення. До таких проблем можна віднести оптимізацію перевезень, раціональне розподілення транспортної мережі, оптимальну надійність транспортних систем, вибір основних параметрів транспортної мережі системи.

Раціональна організація та управління матеріальними потоками на сьогодні передбачають обов'язкове використання основних логістичних принципів: односпрямованості, гнучкості, синхронізації, оптимізації, інтеграції потокових процесів.

Важливе значення для оптимізації транспортної логістики має координування процесів закупівлі, виробництва розподілу і розробка єдиного виробничо-транспортно-складського технологічного процесу.

Мета та завдання

Основним завданням транспортної логістики, як і логістики промислових підприємств, є збільшення прибутку транспортних організацій. Цього можливо досягти за рахунок координації транспортного обслуговування споживачів за їх замовленнями, в яких містяться умови поставок, оптимізації транспортно-логістичних процесів.

Результати вирішення основних завдань

Рівень запасів продукції впливає на структуру складського господарства, його розміщення і товарну спеціалізацію. За участі транспортних підприємств і з урахуванням технічного стану транспортних засобів, умов їх експлуатації здійснюється розвиток механізації і автоматизації складських робіт. Складські операції з навантаження і розвантаження продукції ефективні лише за умови координації складських і транспортних робіт, які передують перевезенню продукції і завершують його.

Функціонування на транспорті перевалочних складських баз загального користування всіх суб'єктів складування (складів виробників, споживачів продукції, складських підприємств посередницьких організацій транспортних баз) дає змогу спростити та здешевити перевізний процес.

Простої обладнання, транспортних засобів та машин, незавершене виробництво призводять до підвищення тривалості виробничого циклу, зниження продуктивності роботи виробничих систем та підвищення грошових витрат підприємства.

Програмний продукт FlexSim забезпечений потужними засобами візуалізації, 2D і 3D графікою і призначений для оптимізації, візуалізації, моделювання та аналізу складних процесів та систем. Дане програмне забезпечення надає аналітикам виробничих систем без ризикове середовище для побудови та проведення експериментів над моделями (рис. 1).

Оскільки FlexSim підтримує всі методи моделювання: дискретне, неперервне, агентне та моделювання методом Монте Карло, то його можна застосувати для будь-яких систем, включаючи, всі сфери транспорту та логістики, дискретне та неперервне виробництво, будівництво, охорону здоров'я, сферу послуг. За допомогою даного програмного продукту користувачі мають можливість створювати робочі імітаційні моделі об'єктів та використовувати їх у якості інструмента для підтримки прийняття рішень.

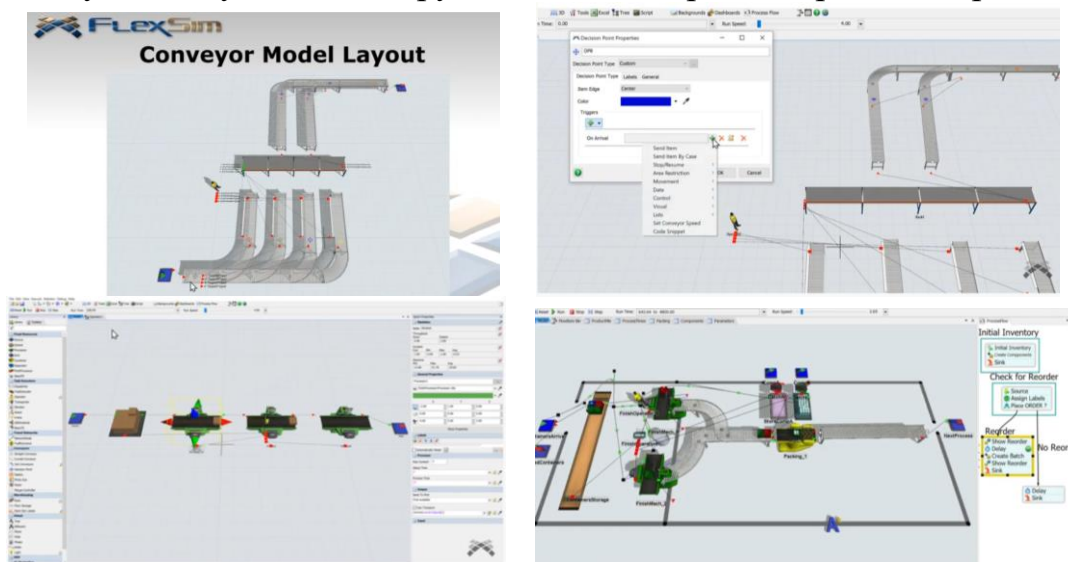


Рисунок 1 Моделювання транспортно-логістичних процесів за допомогою програмного продукту FlexSim

На рис. 2 подано моделювання технологічного процесу розвантаження автомобілів та обробки вантажів на складських лініях за допомогою програмного забезпечення FlexSim.



Рисунок 2 Моделювання транспортно-логістичних процесів на складах за допомогою програмного продукту FlexSim

На сьогоднішній день виробничі системи України переживають складний період падіння продуктивності, організації потребують удосконалення та оптимізації виробничих процесів. У таких умовах велике значення має практичне впровадження сучасних комп'ютерних технологій, які дозволять оптимізувати транспортно-логістичні системи за допомогою моделювання.

Висновки

Програмне забезпечення FlexSim є потужним середовищем для моделювання транспортно-логістичних процесів, особливістю якого є наявність бібліотеки об'єктів моделювання, потужна візуалізація, управління маршрутизацією елементів, різні способи представлення даних та налаштування поведінки об'єктів.

Література

1. Колесніков В. П., Чуприна Н. М., Гаркуша В. В., Кучкова О. В. Міжнародний досвід побудови транспортно-логістичних центрів і перспективи для України. Системи та технології. 2019. № 2 (58). С.200-211.
2. Козлов В. С. Діагностика і оцінка сегментів транспортного потенціалу регіону / В. С. Козлов // Економіка розвитку – 2013 - № 4 (68) – С. 27- 32.
3. Кравченко. О. П. Методика діагностики функціонування регіональної транспортно-логістичної системи / О. П. Кравченко, Є. П. Медведєв // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології – 2013 - № 4 – С. 48-52..
4. Кузьменко А. В. Досвід та закономірності формування світової транспортно-логістичної інфраструктури. Науковий огляд. 2015. № 7 (17). С. 5 – 18.
5. Лотиш В.В. Моделювання транспортних систем [Текст]: конспект лекцій для студентів спеціальності 8.05020203 - Автоматика та автоматизація на транспорті (за видами транспорту) денної форми навчання/уклад. В.В. Лотиш. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015. – 28 с.
6. Мандра В. В. Аналіз світового досвіду управління транспортно-логістичним центром. Економічний аналіз. 2016. № 2. С. 92–97

УДК 656.078-048.34

ОПТИМІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ В «ЗЕЛЕНИХ» ЛАНЦЮГАХ ПОСТАЧАНЬ

Загурський О. М д.е.н., проф.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Abstract.

The paper deals with the problem of increasing the level of environmental friendliness of transportation in supply chains. With the modern requirements in the integrated green supply chain, the reduction of the harmful impact of production and logistics activities on nature should be considered at all stages of the technological cycle of product development and its promotion through the supply chain.

Keywords: environmental friendliness, supply chain, routing, optimization, harmful emissions.

Вступ

Сьогодні кількість організацій, які планують інтегрувати екологічну практику в свої стратегічні плани та щоденні операції, постійно зростає. Нормативні вимоги та споживчий тиск просувають вперед розвиток «зелених» ланцюгів постачання (GrSCM). Тепер сфера їх застосування варіюється від моніторингу загальних програм управління навколишнім середовищем до більш упередженої практики, що здійснюється за допомогою різних «зелених» процесів у виробництві (повторне використання, переробка, відновлення, зворотна логістика тощо).

Аналіз попередніх досліджень.

Науковці різних країн проводять досить широкий спектр досліджень щодо різних аспектів і проблем застосування GrSCM: Загурський О., Рогач С., Титова Л., Роговський І., Покуса Т. (2019), Журавська М. (2016), Картер К., Роджерс Д. (2008), Крістоф Д, Ерхарт Е. (2012), Маргіта Н., Білоніжка У. (2014).

Постановка проблеми

Сьогодні «зеленим» ланцюгом постачання вважається ланцюг, в якому хоча б кілька ланок використовують «зелені» (екологічно чисті) технології. В основному, мова йдеться про «зелене» виробництво або закупівлю, і практично не враховується «зелене» транспортування. Можливо, при розташуванні постачальників, виробників і клієнтів, пов'язаних в ланцюзі постачань, на невеликих відстанях один від одного екологічно шкідливим транспортуванням можна знехтувати. Однак якщо процес транспортування буде займати значну частку в загальному обсязі логістичних операцій ланцюга постачань, навіть за наявності «зеленого» виробництва, закупівлі і збуту, орієнтованого на екологічний маркетинг, то такий ланцюг вважати «зеленим», з нашої точки зору, не зовсім коректно.

Мета та завдання

Обґрунтування основних підходів моделі перевезень консолідованих вантажів, що збалансовує екологічні й економічні проблеми в ланцюзі постачань

Результати вирішення основних завдань

За оцінками фахівців, на транспорт припадає приблизно до 14% загальних викидів двоокису вуглецю CO₂ на планеті, на складські приміщення ще 3% [2]. Транспортування також є основним джерелом появи окису азоту NO_x, окису сірки SO_x та викидів твердих частинок або тонкого пилу [3]. У зв'язку з цим впровадження «зелених» технологій в логістичній діяльності дозволить зробити істотний внесок в збереження клімату на планеті, придатного для життєдіяльності людини. Розв'язання визначених завдань безпосередньо пов'язано із значними фінансовими витратами, які не завжди готові компенсувати споживачі.

Отже одним з найважливіших питань в зеленій логістиці є збалансування екологічних і ділових (економічних) проблем. Поліпшення навколишнього середовища коштує дорого, тому питання в тому, які компроміси виникають між наслідками економічної діяльності та її вартістю, а також які рішення можуть врівноважувати екологічні та економічні проблеми? Тобто основне завдання у цій сфері полягає в тому, щоб визначити рішення, в яких за постійних витрат збиток навколишньому середовищу тільки зменшується. Такі рішення називаються екологічними.

Серед них важливою транспортною концепцією з точки зору підвищення екологічності є «маршрутизація і планування транспортного засобу (VRSP)», тобто пошук найбільш оптимальних маршрутів та транспортних засобів перевезення вантажів. За цієї концепції процес оптимізації ланцюгів постачань може бути представлений, як знаходження найкращого варіанту функціонування ланцюга постачань з безлічі можливих. Для того, щоб процес оптимізації ланцюга постачань відбувся, необхідно чітко розуміти, чого і як слід домогтися в кінцевому результаті, тобто повинна бути задана "ідеальна" модель, колись уже створена і апробована в управлінні іншими ланцюгами постачань (методика використання кращої практики) або спроектована в "лабораторних" умовах, до досягнення параметрів якої необхідно прагнути. Така модель ланцюга постачань передбачає наявність єдиної інформаційної системи, що здійснює управління замовленнями в розрахунку на те, що:

- час циклу виконання замовлення має бути мінімальним за відхиленнями від заявлених замовником термінів (в ідеальному варіанті нульовим);
- кількість запасів в ланцюгу постачань бути мінімальним (в ідеальному варіанті нульовим);
- вплив людського фактора має бути мінімальним;
- застосування екологічно-ефективних технологій перевезення має бути максимальним [5].

Іншим вирішенням проблеми підвищення екологічності транспортних перевезень є консолідація, особливо за транспортування вантажів дрібними партіями («Less-Than-Truckload» (LTL)). У цьому випадку при перевезеннях на великі відстані дрібні партії об'єднуються з більш великими для досягнення і економічної і екологічної ефективності. Включення у цю систему проміжних пунктів перевалки в яких буде здійснюватися переміщення вантажів з великих вантажівок на екологічно чисті міські вантажівки ще більше підвищить якість

екологічного менеджменту на транспорті. Крім того, підвищення ефективності консолідації також може бути досягнуто шляхом об'єднуючи перевезення від різних постачальників в сусідні магазини тобто застосування систем спільного використання автомобілів. Такі підходи до транспортування змінюють мислення бізнесу та полегшують бачення економічних вигід від створення інтегрованого «зеленого» ланцюга постачань.

За поєднання визначених підходів завдання побудови моделі перевезень полягає в оптимальній маршрутизації парку транспортних засобів фіксованої місткості для постачання консолідованих вантажів у певний період часу. Оптимізація визначається пошуком рішення, яке мінімізує кількість використовуваних автомобілів і загальний час в дорозі. Час в дорозі розраховується, знаючи час відправки і точну оцінку середньої швидкості автомобіля при руху по визначеному маршруті (дузі). Мінімізуючи таким чином загальний час у дорозі, отримані рішення будуть направляти транспортні засоби на дороги, по яким вони можуть швидко пересуватися замість того, щоб стояти у заторах.

Висновки

У «зеленому» ланцюзі постачань зменшення шкідливого впливу виробничо-логістичної діяльності на природу має розглядатися на усіх етапах технологічного циклу вироблення продукту та його просування по ланках постачання. Ключовими технологіями для зниження антропогенного впливу транспорту на навколишнє середовище є оптимізація транспортних процесів та мереж, а саме:

- зниження відстані при перевезенні вантажів на всіх стадіях ланцюга постачань;
- збільшення використання локальних ресурсів (скорочення витрат на паливо і шкідливі викиди в атмосферу);
- застосування екологічних енергозберігаючих транспортних засобів.

Література

1. Маргіта Н. О., Білоніжка У. З. Сучасні тенденції впровадження «зеленої» логістики». Маркетинг і менеджмент інновацій. 2014. 1. 279-286.
2. Carter C.R and Rogers D.S. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory”, International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2008. 39(5), 360-387.
3. Palanivelu P. and Dhawan M. Green Logistics. TCS. 2010. URL: http://www.tcs.com/SiteCollectionDocuments/White%20Papers/CPG_WhitePaper_Green_Logistics_08_2010.pdf.
4. Piecyk M. and McKinnon A. Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020, International Journal of Production Economics, 2010. 128, 31-42.
5. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. «Green» supply chain as a path to sustainable development // Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019. 199-213.

УДК 629.113

МЕТОД ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ

Захарчук В.І., д.т.н., проф.,

Захарчук О.В., к.т.н., доц.

Чепельов В.В., магістрант

Луцький національний технічний університет

Abstract

The method of estimation of ecological indicators of cars which consists in calculation and grouping of equivalent operating modes is offered. Based on this, mileage emissions are determined.

Key words: car, driving cycle, harmful emissions, mileage emissions.

Вступ

На стадії виробництва екологічні показники легкових автомобілів оцінюють випробуванням на стендах тягових якостей при імітації руху автомобіля за їздовим циклом. Для реалізації цих режимів можуть використовуватися навантажувальні стенди з біговими барабанами. Такі стенди використовуються в даний час для перевірки тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності автотранспортних засобів (АТЗ) після проведення технічного обслуговування та ремонту. Основною відмінністю цих стендів від динамометричних (використовуваних при сертифікаційних випробуваннях) є відсутність інерційних мас, що дозволяють імітувати розгін і сповільнення автомобіля. Таким чином, на тяговому стенді можна імітувати тільки усталений рух автомобіля. Однак число і параметри режимів часткових навантажень можуть (і повинні) вибиратися таким чином, щоб відображати картину реального розподілу режимів роботи двигуна в процесі руху АТЗ по сертифікаційно-їздовому циклу. В якості сертифікаційних режимів руху використовуються їздові цикли відповідно до вимог Правил № 83 ЄЕК ООН - документа, що містить норми і методи випробувань на рівень викидів легкових автомобілів в Європі.

Аналіз попередніх досліджень

Випробування транспортних засобів за випробувальними циклами є достатньо трудомісткими і потребують значних коштів і складного матеріального забезпечення. Тому часто для визначення показників автомобілів в їздових циклах використовується математичне моделювання. Для цього створено математичні моделі, які імітують рух автомобіля за випробувальними циклами [1].

Щоб отримати вихідні дані для розрахунків на математичній моделі необхідно провести експериментальні дослідження на конкретному двигуні внутрішнього згоряння. Передбачено проведення експерименту по визначенню серії характеристик двигунів з заміром їх енергетичних, паливо-економічних та екологічних показників, які характеризують роботу двигуна при випробуванні автомобіля за їздовими циклами. Для використання в математичній моделі вищенаведені показники двигуна описуються поліноміальними залежностями (в більшості випадків другого порядку).

Постановка проблеми

Даний метод є досить складним. Для порівняльних досліджень, які виконуються, зокрема, в магістерських роботах доцільним є розробка простішого методу. Такий метод можна умовно назвати методом еквівалентних режимів.

Мета та завдання

Метою роботи є розробка порівняно нескладного методу оцінки екологічних показників автомобіля. Відповідно у цьому ж і полягає також основне завдання роботи.

Результати вирішення основних завдань

Після визначення набору стаціонарних режимів часткових навантажень, умовно еквівалентних сертифікаційним умовам випробувань АТЗ (еквівалентних режимів), проводяться виміри концентрацій забруднювачів в ВГ на кожному з цих режимів. Крім концентрацій, вимірюються параметри, необхідні для визначення об'ємної витрати відпрацьованих газів.. На останньому етапі проводиться розрахунок середніх пробігових викидів АТЗ. Визначення пробігових викидів за результатами вимірювань концентрацій та об'ємної витрати ВГ на еквівалентних режимах стає можливим завдяки наявності зв'язку цих режимів з сертифікаційними умовами випробувань. Спочатку, використовуючи коефіцієнти вагомості (зв'язку), розраховуються масові викиди забруднювачів за весь період випробувань, а потім вони діляться на шлях сертифікаційного їздового циклу. Отримані величини і є пробіговими викидами. Послідовність виконання роботи:

1. Вибір за довідниками необхідних параметрів АТЗ. Підготовка вихідних даних для розрахунку.
2. Розрахунок еквівалентних режимів випробувань АТЗ; визначення коефіцієнтів вагомості цих режимів. Групування еквівалентних режимів.
3. Вибір за характеристиками конкретного двигуна «експериментальних» даних. Розрахунок середніх концентрацій ШР в ВГ. Розрахунок об'ємних витрат .
4. Розрахунок сумарних масових викидів ШР. Визначення пробігових викидів ШР.

Висновки

Запропонований метод дозволяє значно спростити визначення пробігових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами двигунів легкових автомобілів з метою застосування його в студентських наукових дослідженнях, зокрема, при виконанні магістерських робіт.

Література

1. Гутаревич Ю.Ф. Уточнена модель руху вантажного автомобіля з дизелем в режимах їздового циклу / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, О.О. Левківський // Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал. – 2012. – С.46-51.

УДК 629.331:339.138

**АДАПТАЦІЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ДО ВІТЧИЗНЯНИХ
ДОРОЖНІХ УМОВ**

Кищун В. А., к.е.н., доц.

Луцький національний технічний університет

Abstract

Adaptation of the design of a passenger car to domestic operating conditions increases the efficiency of its use. The measures outlined in the work to adapt the car to bad road conditions are carried out in several areas united, mainly under the general name «package bad roads».

Key words: passenger car, road conditions, adaptation, ground clearance, bad road package.

Вступ

Ефективність використання автомобіля значною мірою залежить від пристосування його конструкції до дорожніх умов, у яких він експлуатується. Останні визначаються технічною категорією дороги (п'ять категорій) або характером бездоріжжя, типом, якістю і станом дорожнього покриття, елементами плану і профілю дороги (рельєфом місцевості), геометричною видимістю, режимом руху (швидкість, інтенсивність, щільність тощо).

Адаптація до дорожніх умов передбачає чималу кількість технічних рішень у конструкції легкових автомобілів зарубіжного виробництва за виключенням, хіба що, позадорожників та окремих моделей кросоверів. Власне, і вітчизняні автовиробники вносять також певні зміни у конструкцію, якщо на конвеєрі відбувається крупновузлове складання авто з імпортованих вузлів і агрегатів. Подібна ситуація обумовлена нинішнім станом українських доріг.

Аналіз попередніх досліджень

На початку 2014 року сумарна довжина доріг загального користування з твердим покриттям в Україні складала 169,6 тис. км. Із цієї кількості на дороги I-ї категорії припадало лише 1,63 %, II-ї – 7,68 %, III-ї – 16,25 %, IV-ї – 63,60 % і на дороги V-ї категорії – 8,75 % [1].

У структурній мережі доріг державного значення нараховувалося 52,0 тис. км, місцевого значення – 117,6 тис. км, а міжнародному рівню в Україні відповідає лише 8,6 тис. км [2]. З регламентованих п'яти категорій, що мають тверде покриття, найбільше у країні доріг четвертої категорії (63,60 %), а середньозважене значення показника категорійності вже кілька років знаходиться у межах 3,71...3,72 [1]. Покриття такої «проміжної» категорії перехідне – щебінка, гравій, місцеві кам'яні матеріали, оброблені в'язучими речовинами.

Через недостатнє фінансування, за винятком останніх 2–3 років, майже 90 % автомобільних доріг загального користування не ремонтували понад 30 років. Тому вітчизняні автомобільні дороги не відповідають сучасним вимогам як за міцністю (39,2 %), так і за рівністю (51,1 %) [2]. Сьогодні пріоритетним завданням автодорожнього господарства України є не збільшення

довжини доріг, а покращення якості їх покриття. Зрештою такий висновок підтверджує інтерактивна мапа стану автодоріг, показана на рисунку 1.

Коментарі до мапи (див. рис. 1):

- дороги «зеленого» кольору з хорошим, рівним покриттям і більш ніж двома смугами, в основному, для руху транспортних засобів; їм немає, можлива середня швидкість більше 100 км/год;
- дороги «жовтого» кольору з нормальним покриттям, комфортним рухом; їм небагато, середня швидкість руху менше 100 км/год;
- дороги «червоного» кольору з пошкодженим покриттям і щільним рухом; їм багато, середня швидкість руху менше 60 км/год [3].

Недоглянута дорога – це передчасний вихід із ладу техніки, перевитрати пального, величезні збитки, не кажучи вже про зростання аварійності. За різними джерелами, у незадовільних дорожніх умовах витрати на обслуговування автомобілів зростають, у середньому, у три рази, витрати пального – на 20...30 %, термін служби автомобільних шин скорочується у 1,15...1,8 рази, а автомобіля загалом на 30 %. Через несвоєчасний ремонт і пов'язане з цим погіршення технічного стану доріг, відбувається зменшення середньої швидкості руху транспортних засобів, що, у свою чергу, призводить до втрат часу та зниження ефективності перевезень.



Рисунок 1 – Інтерактивна мапа стану автомобільних доріг України: зелений колір – дороги з хорошим, рівним покриттям; жовтий – дороги з нормальним покриттям; червоний колір – дороги з пошкодженим покриттям [3]

Постановка проблеми

Нинішній незадовільний стан вітчизняного дорожнього господарства виявився загальнонаціональною проблемою, що постійно висвітлюється українськими засобами масової інформації. Відомий також факт, що протягом останніх кількох десятиріч років, витрати на ремонт і будівництво автомобільних доріг в Україні були суттєво меншими від суми, необхідної для відновлення їх належного стану. І хоча, відповідно до державної програми «Велике будівництво», тепер щорічно виділяється 40,0...60,0 мільярдів гривень, зрозуміло, що за такої ситуації у дорожньому господарстві пристосування автомобілів до українських доріг залишається актуальним не лише сьогодні, але й у недалекому майбутньому.

Мета та завдання

Метою роботи є оцінка вітчизняних дорожніх умов та встановлення заходів, що необхідно запровадити у конструкції легкового автомобіля для його ефективної експлуатації на українських дорогах.

Результати вирішення основних завдань

Роботи з пристосування легковика до поганих дорожніх умов можна розділити за кількома напрямками:

- заходи, спрямовані на збільшення дорожнього просвіту (кліренсу);
- заходи із зміни характеристик підвісок;
- заходи, що передбачають збільшення міцності кузова, підвісок та інших елементів авто;
- заходи щодо захисту вузлів і агрегатів від механічних пошкоджень;
- заходи, що запобігають негативному впливу на системи автомобіля дорожнього пилу, снігу тощо [4].

Реалізація вищезазначених заходів проходить, переважно, шляхом застосування, так званого «пакету для поганих доріг» (ППД). Він дозволяє використовувати їздові якості автомобіля на дорогах із неякісним покриттям без суттєвої втрати керованості.

Аналіз легкових автомобілів світових виробників свідчить, що величина кліренсу для них може змінюватися у діапазоні від 90 мм (дорожні спортивні авто) до 150 мм; далі йдуть кросовери і позадорожники. Невеликим дорожнім просвітом (105...110 мм) наділені німецькі марки: AUDI, BMW, VOLKSWAGEN, французькі: PEUGEOT, RENAULT (100...120 мм), шведсько-китайська VOLVO (110...125 мм). Деяко більший кліренс в автомобілів: OPEL (135...140 мм) і MERCEDES-BENZ (140-150 мм); FIAT, HONDA, TOYOTA – по 150 мм. Дорожнім просвітом 160 мм забезпечені окремі моделі: CITROEN, NISSAN, ROVER [4].

Тому, західні виробники, постачаючи в Україну продукцію, намагаються збільшити на 15...25 мм дорожній просвіт своїх авто, убезпечивши їх таким чином від місцевих доріг. Роблять це не лише AUDI, BMW чи PEUGEOT, але навіть ті автовиробники, що задають цей параметр більшим ще на етапі проектування автомобіля.

Досягається зміна розміру кліренсу різними шляхами, зокрема, збільшуються на 0,5...1,0 виток пружини підвісок та подовжуються штоки

амортизаторів або встановлюється їх новий комплект, інколи додаються тільки спеціальні прокладки під пружини або автобафери між її витки.

Збільшення дорожнього просвіту можна також отримати, застосувавши колеса більших розмірів за умови, що встановлені на них шини будуть мати відношення висоти профілю до ширини не нижче 0,6. У протилежному випадку розміри коліс зменшують. Це дозволяє використовувати звичайні (не низькопрофільні) шини, що, у свою чергу, усуває небезпеку деформації дисків коліс під час їзди поганою дорогою. Деякі фірми, наприклад, BMW ввели навіть обмеження у гамі шин під час комплектації своїх автомобілів для східного ринку, визначивши, що висота профілю в них має складати не менше 60 % від ширини.

Через зміни кліренсу за рахунок елементів підвіски часто відбувається зміна її пружної характеристики. Надмірно «жорсткі» чи надто «м'які» підвіски не підходять для українських доріг. Тому, у першому випадку намагаються збільшити хід підвіски, а в другому – навпаки, зробити його меншим, внаслідок чого вступають у протиріччя такі споживчі властивості автомобіля як плавність ходу (комфорт), стійкість і керованість. Відповідно, результати регулювання підвіски у такому випадку – це своєрідний компроміс між зазначеними властивостями легковика.

Підсилена підвіска може мати пружини не лише з додатковими витками, але і збільшеною товщиною дроту, з якого вони виготовляються, амортизатори з товстішими штоками, модернізовані шарніри і вузли з метою зміцнення, у тому числі – сайлент-блоки, розраховані на підвищені навантаження. Підсилені амортизатори «ходять» на 30...40 тисяч кілометрів, більше ніж звичайні на неадаптованій моделі.

Збільшення жорсткості кузова автомобіля досягається за допомогою введення у конструкцію додаткових підсилюючих елементів, збільшення січення найбільш навантажених деталей чи використання для них металу з кращими механічними властивостями. Підсилені можуть бути також підшипники коліс, кульові опори, основні елементи ходової частини, в тому числі, колеса легковика.

Найпопулярнішим захистом від механічних пошкоджень агрегатів автомобілів, що експлуатуються на території східноєвропейських країн, є захист піддона картера двигуна чи повністю нижньої частини моторного відсіку металевим або рідше пластмасовим кожухом. Окремому захисту піддаються паливний бак і паливопроводи як це роблять на своїх моделях, наприклад, OPEL і RENAULT. Можливий також гравіційний захист днища кузова, крил і радіатора, зокрема від дрібних камінців із проїжджої частини та узбіччя дороги. З цієї ж причини нижній повітрязбірник для повітря, що направляється до радіатора перекривається спеціальною сіткою.

Захист від дорожнього пилу, а зимою – снігу, включає наступні конструкційні рішення:

- перенесення патрубків забирання повітря у місце, де концентрується менше куряви, в тому числі, снігової;
- встановлення додаткових фільтрів очищення повітря для двигуна,

клімат-контролю, кондиціонера, системи вентиляції;

– застосування «протипилового» пакета – додаткових ущільнень і заглушок, здатних перешкоджати проникненню в салон пилу чи снігу.

Низька якість східноєвропейських доріг спонукає зарубіжних виробників задавати комплектацію автомобіля, відмінну від західноєвропейської. Так, у пакеті для важких дорожніх умов може бути обов'язковими підсилювач керма для легковиків особливо малого класу чи механізм блокування заднього міжколісного диференціала для позадорожників. Замість традиційної «докатки» – повноцінне запасне колесо з ідентичною решти, шиною звичайного профілю та більш зручним для діставання розміщенням.

Розширений штатний перелік водійських інструментів включає, у тому числі, спеціальний домкрат із хитною «п'ятою» для безпечного виважування автомобіля на похилій опорній поверхні, а розтягнуті передатні числа коробки переміни передач надають можливість здійснювати плавний набір швидкості (що важливо на поганій дорозі) та позитивно позначається на економії пального.

Висновки

Ефективність використання транспортних засобів значною мірою залежить від пристосування їх конструкції до умов експлуатації. Тому адаптація автомобілів – це важливий етап виходу автовиробника із своєю продукцією на український ринок.

Адаптація до дорожніх умов передбачає значну кількість технічних рішень у конструкції легкових автомобілів особливо зарубіжного виробництва. Така ситуація обумовлена незадовільним станом українських доріг, суттєве покращення яких найближчим часом не відбудеться.

Роботи з пристосування легковика до поганих дорожніх умов проводяться за кількома напрямками, найбільш поширеними серед яких вважаються заходи, направлені на збільшення дорожнього просвіту, а також заходи із захисту вузлів і агрегатів від механічних пошкоджень.

Література

1. Вознюк А. Б. Мережа доріг України та сучасні транспортні потоки. Збірник «Дороги і мости». Вип. 14. 2014. С. 111–124.
2. Технічний стан автомобільних доріг загального використання. URL: <https://mtu.gov.ua/content> (дата звернення: 01.11.2021).
3. Карта стану доріг України 2021. URL: <https://www.google.com/search?q> (дата звернення: 01.11.2021).
4. Кищун В. А. Інфраструктура та ринок дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2015. 224 с.

УДК 629.113

**АНАЛІЗ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
АВТОМОБІЛІВ-ТЯГАЧІВ**

**Кравченко О.П., д.т. н., проф.,
Добровінський О.О., асп.**

Державний університет «Житомирська політехніка»

Abstract

The results of the study survey of a control group of Mercedes-Benz 1844 Actros LS truck tractors in the structure of road trains with semitrailers Schmitz and Krone during warranty and post-warranty periods of operation are presented. The initial data were obtained as result of monitoring the technical condition of one hundred and sixty vehicles of truck tractors for ten years of operation on the roads of the I-st and II-st categories of operating conditions. Disturbances in the performance of cars have been identified and the reasons for their idle time have been determined, the patterns of deterioration in the technical condition and the least reliable units, units and parts under operating conditions have been determined. The results of calculating the expediency of storing spare parts for enterprises are presented.

Keywords: tractor-car, inoperability, regularities, spare parts.

Вступ

Інтеграційні процеси економіки держави формують автотранспортну структуру, яка набуває якості відповідних стандартів, прийнятих країнами ЄС. Рухомий склад, що здійснює перевізний процес, є автопоїзди відомих європейських виробників. Це провідний виробник Mercedes-Benz з причіпним складом Schmitz, Kögel, Krone [1, 2, 3]. Технічні характеристики цих транспортних засобів відповідають найвищим вимогам та довели щодо можливості зниження витрат на експлуатацію рухомого складу, зменшення витрати палива та шкідливого впливу на навколишнє середовище. Проте за даними федеральних органів Німеччини у реальній експлуатації більшість вантажівок не підтверджують заявлених характеристик [4]. Таким чином, реалізація високих техніко-економічних показників рухомого складу можлива лише за високого потенціалу експлуатаційної надійності. Його зниження суттєво впливає на ефективність використання автопоїздів. У зв'язку з цим стає актуальним питання аналізу надійності транспортних засобів, визначення основних відмов та несправностей, що впливають на простій автопоїздів, витрат часу на усунення порушень працездатності.

Мета роботи

Обстеження контрольної групи автомобілів-тягачів Mercedes-Benz 1844 Actros LS у складі автопоїздів з напівпричепами Schmitz та Krone у гарантійний та післягарантійний періоди експлуатації, виявлення причин зміни технічного стану автомобілів та встановлення закономірностей погіршення технічного стану автомобілів за умови експлуатації.

Гарантійний період експлуатації

Вихідні дані отримані в результаті моніторингу технічного стану ста шістдесяті одиниць автомобілів-тягачів протягом першого року експлуатації із

середнім пробігом 89.4 тис. км. Технічне обслуговування тягачів проводилося на фірмових сервісних центрах Німеччини, Франції, Італії. Для збирання точної та оперативної інформації використовувався алгоритм [5]. За цей період для усунення порушень працездатності понад 50% тягачів відвідали сервісні центри по одному разу, понад 25% – по 3-4 рази, близько 20% – 5–10 разів. Характеристика витрат часу усунення несправностей на інтервалах пробігу наведено у таблиці 1.

Таблиця 1. Статистична характеристика часу усунення порушення працездатності

Найменування показників	Інтервали пробігу, тис. км				
	0-25	25-50	50-75	75-100	100-125
Математичне очікування, год.	13,0	8,9	12,3	14,1	20,2
Середнеквадратичне очікування, год.	9,64	12,87	9,73	25,61	27,02

Проведений аналіз усунення порушень працездатності дозволив розподілити їх за видами робіт на чотири групи (таблиця 2) [6, 7].

Таблиця 2. Розподіл порушень працездатності за видами робіт

Види робіт	До загальної кількості, %
Заміна деталей, вузлів, агрегатів	57,5
Регулювальні роботи	22,9
Кріпильні роботи	10,1
Діагностичні роботи	9,5

До найбільш характерних робіт першої групи належать: заміна рульових тяг, заміна сальника провідної шестерні головної передачі, заміна паливного бака, заміна торсіону кабіни, ремонт або заміна автономного обігрівача, заміна тахографу. Заміни форсунок, електронних блоків керування агрегатів та вузлів, дисплея, повітряних та масляних трубопроводів, датчиків, кабелю ABS, генератора, амортизаторів, гальмівних механізмів, акумуляторної батареї, магнітофона, холодильника склали 29,0% від загальної кількості.

Друга група пов'язана з регулювальними роботами: крана керування підвіскою (61,1%), кутів встановлення коліс та зчіпного пристрою (17,4%), фар (16,8%), двигуна на токсичність (4,7%).

Третя група пов'язана з виконанням кріпильних робіт: обтічників та спойлерів (56,4%), крана рівня підвіски (16,6%), паливного бака, холодильника, автономного обігрівача та ін. (27,0%).

До діагностичних робіт належать: діагностика комп'ютерної системи (35,7%), діагностика паливної системи (11,9%), діагностика гальм, турбокомпресора, електрообладнання та холодильника становила 13,1%.

Простій автопоїздів за часом усунення несправностей до 2 год. та від 2 до 4 год. склав відповідно 7,8% та 7,6%; від 4 до 8 год. – 22,2%; більше 8 год. – 62,4%. Заміни коробки передач, заднього моста та блоків керування агрегатів зажадали відповідно 72, 114 та 216 год. Загалом поява порушень працездатності в автомобілях у період гарантійного терміну експлуатації описуються

нормальним законом розподілу: $f(t) = 0.0325e^{-\frac{(t-45)^2}{302.18}}$.

Виявлені порушення працездатності автомобілів за своїм виглядом, характером, причинами виникнення та часом усунення значно різняться між собою. Дослідження законів розподілу відповідних напрацювань на відмову показують, що мають місце симетричні та, у більшій кількості, асиметричні розподіли. Асиметричні закони розподілу за часом вказують на наявні у конструкції чи технології складання недоробок [8]. Вивчення цих законів дозволило глибше пізнати природу відмов, їх фізичну сутність, виробити стратегію їх попередження, моделювати та прогнозувати порушення технічного стану автомобілів.

Перевірка гіпотез про те, що несправності мають нормальний, подвійний експоненційний або Вейбулла-Гнеденко розподіл за критеріями χ^2 та Колмогорова-Смирнова привели до суперечливих висновків і тому були відкинуті. Підбір закону розподілу для частот всіх типів несправностей був виконаний методом Пірсона [9]. Наприклад, несправності підвіски були оброблені за значеннями початкових та центральних моментів, а також відповідних функцій моментів: $m_1' = 43,66$; $D = -24450,53$; $\lambda = -0,158$; $m_2' = 2384,92$; $m_2 = 478,33$; $\sqrt{b_1} = 0,3517$; $m_3' = 142230,03$; $m_3 = -3679,62$; $b_1 = 0,1237$; $m_4' = 8895334,04$; $m_4 = 430946,53$; $b_2 = 1,8834$.

Оскільки $D < 0$, $\lambda < 0$, маємо перший тип кривої Пірсона, тобто дані про несправність, з прикладу підвіски, можна апроксимувати бета-розподілом (рис. 1). Аналогічні обчислення було проведено всіх порушень працездатності. Формальне застосування методу Пірсона показало, що розглянуті порушення працездатності описуються кривою Пірсона першого типу, тобто бета-розподілом.

Для перевірки гіпотези про те, що потік подій є пуассонівським, знайшли залежність кількості звернень на автосервісні центри (СТО) по днях, починаючи з першого звернення (рис. 2), з якого видно, що кількість подій задовільно апроксимується лінійною залежністю з коефіцієнтом 0,8717 звернень за добу. Отримане за експериментальними даними значення критерію $F_{1,293} = 1,0$ менше критичного значення 3,84 при 5%-ному рівні. Отже, коефіцієнт регресії значимий.

За наявними даними побудовані гістограми та відповідні їм розподіли Пуассона для кількості звернень на СТО з розрахунку на один день та на один тиждень. У кожному випадку розподіл Пуассона нормували на загальну кількість подій $N = 292$ за період, що розглядається.

Таким чином, встановлено, що частота виникнення несправностей за інтервалами пробігу може бути апроксимована кривою Пірсона I типу, що є бета-розподілом. Отримана апроксимація дозволяє обчислювати ймовірність фіксованих порядкових статистик для довільного пробігу з інтервалу. Виникнення несправностей під час експлуатації автопоїздів розподілено згідно із законом Пуассона. Це означає, що проміжки часу між виникненням двох послідовних несправностей розподілені за експоненційним законом, а моменти звернення на СТО розподілені рівномірно на всьому розглянутому інтервалі часу моніторингу.

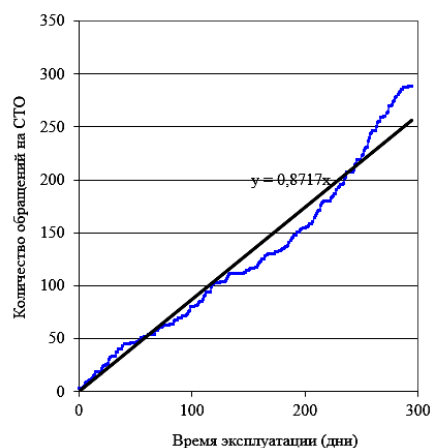
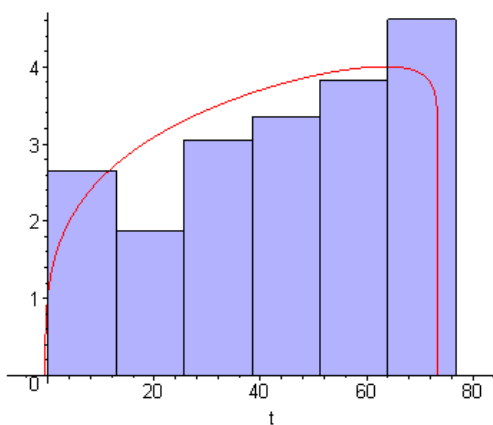


Рисунок 1 - Апроксимація кривої Пірсона частотних даних несправностей підвіски

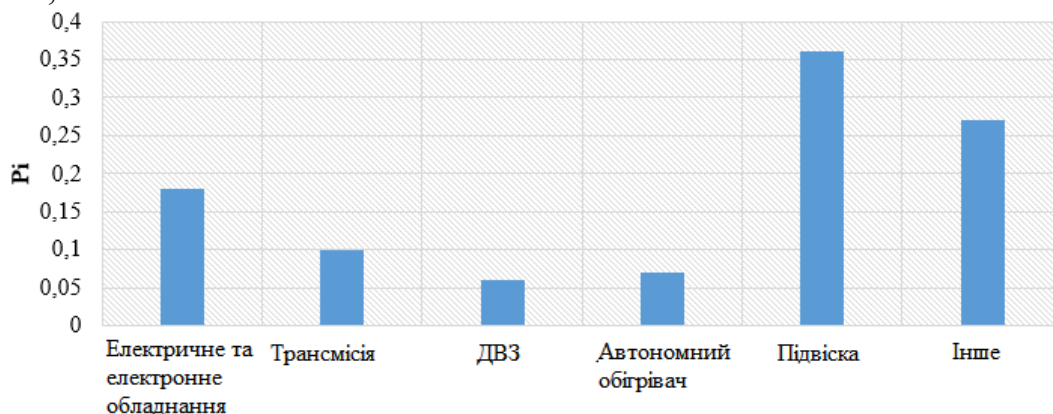
Рисунок 2 - Кількість звернень на СТО

Післягарантійний період експлуатації

Виявлені порушення працездатності автомобілів у гарантійний та післягарантійний періоди за своїм виглядом, характером, причинами виникнення та часом усунення значно різняться між собою (рис. 3) [10].

Класифікуючи порушення технічного стану автомобілів у гарантійний період, слід зазначити, що більша їх частина відноситься до поломки, ослаблення затягування кріплення, перетирання, передчасного зносу. Питома вага відмов із зносу становить близько 20%, а ослаблення затягування кріплення – понад 60%. Характерно, що кількість останніх з пробігом зменшується і під час післягарантійного пробігу не перевищує 15%.

Аналіз порушень працездатності агрегатів показав пікову кількість появ відмов на пробігу 350-500 тис. км. Якщо на перших 80 тис. км пробігу мали місце по одному випадку заміни коробки передач та заднього моста, то на післягарантійному пробігу несправності агрегатів представлені замінами витискного підшипника (41,5%) і диска зчеплення (24,1%) від усіх відмов трансмісії. Вихід з ладу джойстика коробки перемикачів передач складає 9,1%. За весь час експлуатації виконано дві заміни редукторів заднього моста та однієї – коробки перемикачів передач у зборі. Порушення працездатності пневмо-гідропідсилювача зчеплення серед інших несправностей трансмісії склали 10,5%.



a

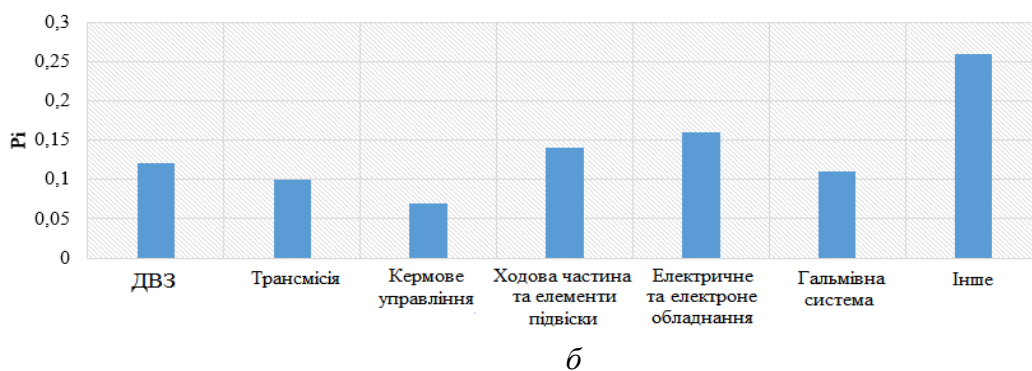


Рисунок 3. Розподіл порушень працездатності механізмів і систем: а - гарантійний період; б - післягарантійний період

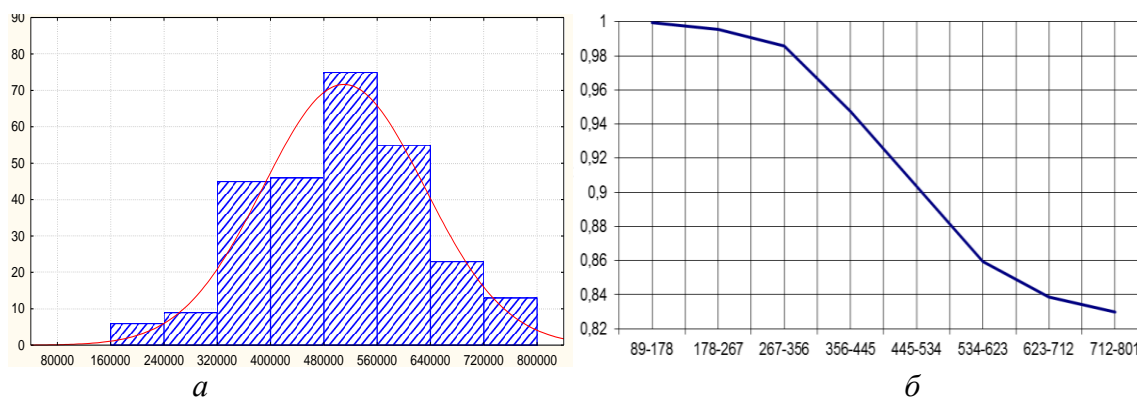
Аналізуючи порушення працездатності механізмів та систем двигуна встановлено, що агрегат є надійною системою автомобіля, що відповідає вимогам економічних та екологічних показників.

Можна помітити, що більшість порушень працездатності посідає розпилювач форсунки та інтеркулер (20,2%); значна частина несправностей посідає термостат, турбокомпресор і прокладки (відповідно 2,8%, 5,9% і 13,0%).

При виконанні ремонтних робіт мали місце заміни: двигуна у зборі, задній плити двигуна та кришки клапанів – по одному випадку, паливного насоса та радіатора – по два випадки, вентилятора з приводом, гільзи двигуна, комплекту циліндро-поршневої групи та маховика – по чотири випадки.

На післягарантійному пробігу 17% відмов відноситься до електроустаткування; більшість посідає заміну ролика натягувача ремня генератора, заміну підшипника генератора, заміну ремня генератора. За весь час експлуатації автомобілів було замінено 58 генераторів, зафіксовано 105 ремонтів тахографів, з них – 10 замінено. Порушення працездатності підпорядковані нормальному закону розподілу.

Потік відмов елементів кермового управління підпорядковується нормальному закону розподілу. Основні порушення: кермовий вал, наконечники тяг (у сумі 45%), кермові тяги, елементи гідروпідсилювача (сальники) – 10,6%, шланги (21,7%); змінювалися насоси гідропідсилювача – 4 одиниці. Середнє напрацювання до першої відмови рульового управління в цей період склало 493987,7 км. Середнє значення потоку відмов становило 0,34 однією тис. км. Статистичні показники роботи кермового управління в залежності від пробігу представлені на (рис. 4).



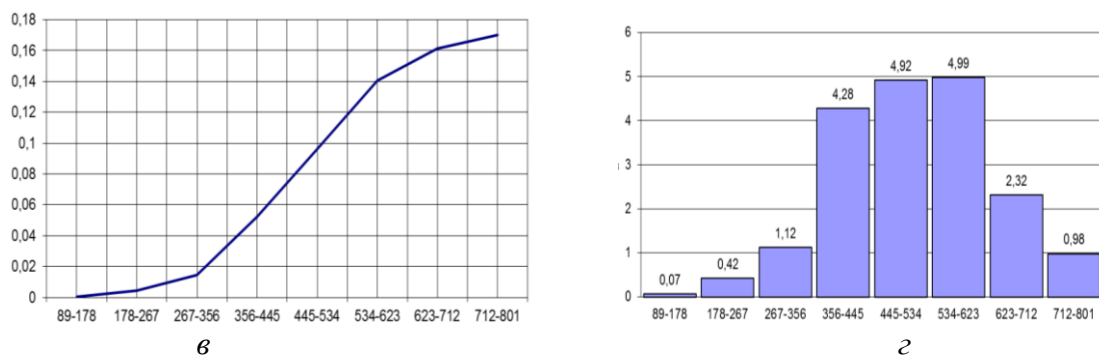


Рисунок 4. Показники надійності кермового управління:

а – післягарантійний пробіг; б - можливість безвідмовної роботи; в - можливість відмови; г - частота відмов

Несправності гальмівної системи на гарантійному пробігу були поодинокими випадками. Аналіз надійності гальмівної системи на післягарантійному пробігу автомобілів виявив такі порушення працездатності: гальмівні диски – 78,2%, датчики ABS – 6,2%, модулятори EBS – 6,2%, кабель EBS – 2,9%, блок EBS – 1,7%. Відбулися відмови енергоакумуляторів – 1,8%, операції заміни гальмівних шлангів та розеток ABS, модуля управління гальмами становлять у сумі близько 1% випадків [11]. Середнє напрацювання до першого відмови становила 465200,2 км, а середнє значення параметра потоку відмов 0,82 однією тис. км. Показники безвідмовності роботи гальмівної системи наведено на рисунку 5.

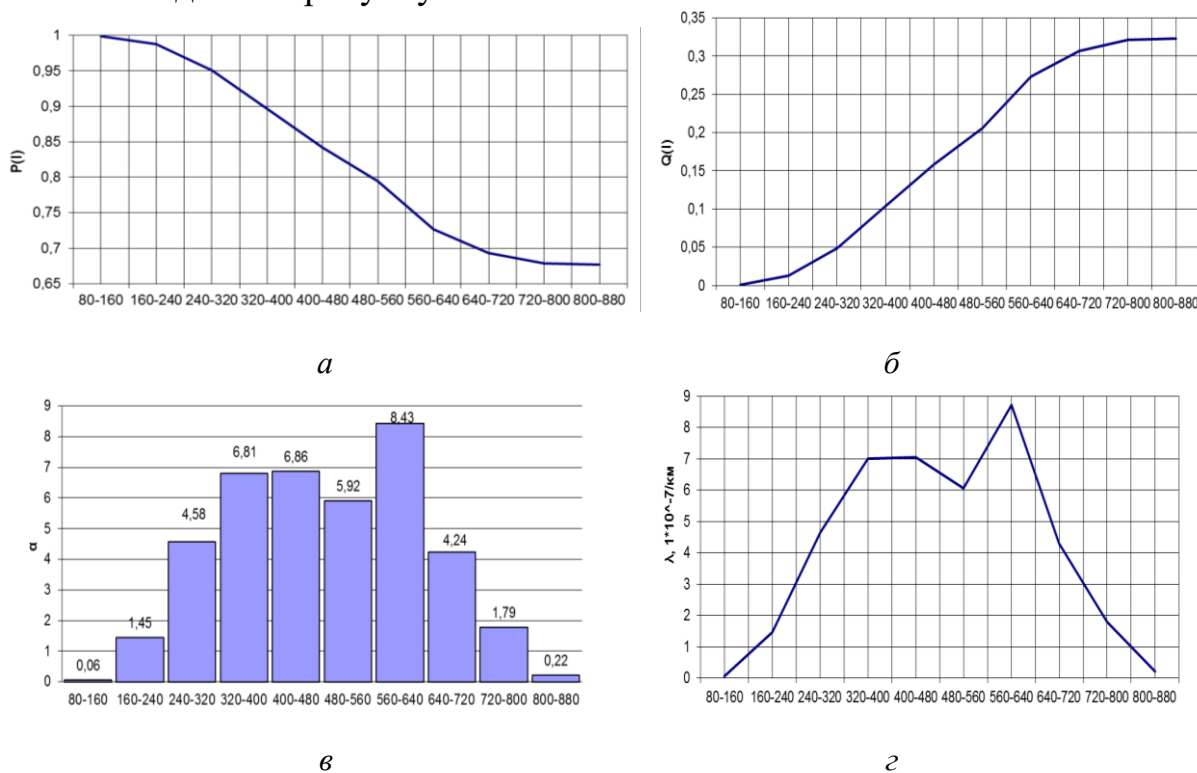


Рисунок 5. Показники надійності гальмівної системи: а - можливість безвідмовної роботи, б - можливість відмови, в - частота відмов, г - інтенсивність відмов

Недостатньо виявилися підготовлені автомобілі до експлуатації за знижених температурних умов. Основною причиною стали слабка теплоізоляція і не надійний автономний обігрівач кабін. З різних причин відновлювалися та замінювалися автономні обігрівачі; було виконано 372 ремонтні дії.

Для вдосконалення процесу планування необхідності зберігання запасних частин розглянуто витрати на них. Встановлено, що витрати на забезпечення рухомого складу запасними частинами можуть сягати 30% від усіх витрат підприємства.

Найбільшу частку витрат (25%) склала група деталей, до якої увійшли елементи системи обігріву салону та підйому кабіни, сумарна вартість яких становила 34%. Аналіз часу доставки запасних частин показав, що 66% деталей доставляються протягом дня. Час заміни більшості деталей становить близько години; це менше 61% запасних частин, третина всіх заміन виконувалося протягом одного до трьох годин. Таким чином, 90% усіх замін проводилося протягом 3-х годин за наявності деталі у ремонтному фонді підприємства.

Важливим фактором є час доставки деталей з урахуванням часу, що витрачається на проведення робіт із їхньої заміни. Близько 44% найменувань деталей доставляється протягом однієї доби і близько 39% деталей доставляється протягом двох тижнів (рис. 6). Деталі, заміну яких можна здійснити протягом однієї години, доставляються протягом такого самого проміжку часу лише для 14% деталей (рис. 7). Доставку 72% таких деталей здійснюється протягом доби.



Рисунок 6. Доставка деталей за часом заміни більше трьох годин

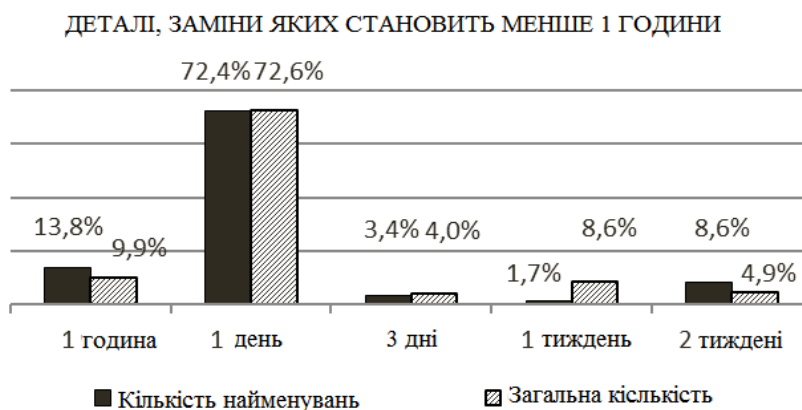


Рисунок 7. Доставка деталей за часом заміни менше однієї години

Незважаючи на те, що більша частина запасних частин автомобілів доставляється на автотранспортне підприємство протягом доби, час, необхідний на виконання ремонту, зазвичай набагато менше часу доставки деталі. Існують такі деталі, заміна яких провадиться швидко, але час доставки, яких може досягати двох тижнів. Тому потрібна оптимізація складу запасних частин з урахуванням отриманої інформації.

За результатами виконаних досліджень розроблено методику [12] та отримано дані про доцільність зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства. Приклади деяких даних наведено у (таблиці 3).

Висновки

Отримані результати проведеного аналізу дозволяють зробити висновки щодо надійності автомобілів-тягачів Mercedes-Benz Actros 1844 LS. Встановлено, що автомобіль відповідає вимогам економічних та екологічних показників, однак у якому мають місце порушення працездатності. Проведені дослідження дозволили раціонально організувати технічне обслуговування автомобілів та оптимізувати кількість запасних частин, які мають бути в наявності на підприємстві для зменшення простою рухомого складу та підвищення ефективності його робіт.

Таблиця 4. Результати розрахунків визначення доцільності зберігання запасних частин

Найменування	Час доставки, год.	Ціна, грн.	Вірогідність відмови	Доцільність збереження
Паливний бак	168	25969,8	0,0000079	не зберігати
Гільзи ДВЗ	24	8131,26	0,0000319	не зберігати
Термостат	1	276,72	0,0000536	не зберігати
Енергоакумулятор	1	8891,52	0,0000551	не зберігати
Диск гальмівний	24	3482,46	0,0000645	не зберігати
Підшипник ступиці	1	2363,28	0,0000646	не зберігати
Пневморессора	24	5243,04	0,0000666	не зберігати
Супорт	336	30235,56	0,0000531	зберігати
Форсунка	336	16458,72	0,0000587	зберігати
Диск зчеплення	24	2599,00	0,0000634	зберігати
Стартер	24	22010,16	0,0000671	зберігати
Тяга продольна	24	3067,14	0,0000689	зберігати
Блок управління КПП	336	15754,08	0,0000786	зберігати
Блок EBS	336	20744,70	0,0000873	зберігати
Інтеркулер	336	16076,10	0,0001044	зберігати

Література

1. Кравченко О.П. Аналіз транспортної інфраструктури на міжнародній автотранспортній магістралі М06 (Е40) / О.П. Кравченко, Є.М. Рафальський, О.О. Добровінський // Матеріали X міжнародної науково-практичної

конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2017 р.: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 51-54

2. Сегментирование парка подвижного состава действительных членов АСМАП по маркам АТС / МАП, №6, 2003. – С. 6.

3. Верительник Е.А. Исследование транспортного потока на третьем автотранспортном коридоре в районе пограничного перехода / Е.А. Верительник, Д.В. Дуда, А.П. Кравченко // Вісник СНУ ім. В. Даля, №6(88). – Луганськ: СНУ ім. В. Даля, 2005. – С. 158–161.

4. Фомин А. В тисках стандартов. За рулем. – М. 2004. – С. 148–154.

5. Алпаидзе Г.Е., Романов Л.Г., Червонный А.А., Шахтарин Ф.И. Гарантийный надзор за сложными техническими системами. – Москва: Машиностроение, 1988. – 232 с.

6. Кравченко А.П. Исследование надежности автомобилей-тягачей MERCEDES - BENZ в гарантийный период эксплуатации / А.П. Кравченко, О.И. Шкварок, Р.Г. Мухин и др. // Материалы международной научно-технической конференции «Транспорт, экология - устойчивое развитие». – Варна: ТУ, 2005. – С. 42 – 49.

7. Бажинов А.В., Кравченко А.П. Надежность автомобильных поездов. Монография. – Луганск: Изд-во Ноулидж, 2009. – 412 с.

8. Высоцкий М.С., Гальбурт А.Е., Гилелес Л.Х., Кузнецов Е.С. Обеспечение надёжности автомобилей МАЗ в эксплуатации. Под ред. Е.С. Кузнецова. М.: Транспорт, 1977. – 183 с.

9. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. Пер. с англ. В. С. Занадворова. Под ред. и с предисл. Е.М. Четыркина. Финансы и статистика. – Москва, 1982. – 344 с.

10. Кравченко А.П. Исследования нарушений работоспособности автомобилей-тягачей в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХП», 2013. – № 29 (1002). – С. 106-113.

11. Кравченко А.П. Верительник Е.А. Статистический анализ надежности автомобилей-тягачей MERSEDES-BENZ 1844 ACTROS LS / А.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Материалы VII международной научно-технической конференции «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств». – Пенза: ПГУАС, 2012. – С. 188-192.

12. Кравченко О.П. Верительник Е.А. Визначення необхідності зберігання запасних частин на складі автотранспортного підприємства / О.П. Кравченко, Е.А. Верительник // Вісник СНУ ім. В. Даля. Науковий журнал. – Северодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2015. №2(219). – С. 77-82.

УДК 621.793.7

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НАПИЛЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОГО ШОРСТКОГО ПОКРИТТЯ НА ДЕТАЛІ МАШИН

Лузан С.О., д.т.н., проф.
Крахмальов О.В., к.т.н., доц.
Швець М.С.,
Черкашин М.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Abstract

The object of study is a method of gas-flame coating. The aim of the work is to develop the technology of gas-flame spraying of a wear-resistant rough coating on a part of the paper industry - a shaft.

To achieve this goal, the following problems were solved: the mathematical dependence of the roughness of the sprayed surface on the size of the sprayed particles; the dependence of the surface roughness on the spraying distance is determined; the particle size distribution of the sprayed powder PS-12NVK-01 and the spraying distance, which provides a surface roughness $R_z = 70-75 \mu\text{m}$. The strength of the adhesion of the coating PS-12NVK-01 with the base, sprayed on the surface prepared by cutting a torn thread and abrasive blasting. The tribological characteristics of PS-12NVK-01 coating were investigated.

The technology of gas-flame spraying of a wear-resistant rough coating on a detail of the paper industry - a shaft is developed.

Keywords: shaft, protective coating, gas-flame coating, surface roughness.

Вступ

Проблема підвищення терміну служби деталей паперової промисловості ставить задачу освоєння нових технологічних процесів і матеріалів, що забезпечують високу продуктивність праці при значному економічному ефекті.

Одним з ефективних методів рішення цієї проблеми є нанесення газотермічних покриттів. Важливість цієї проблеми визначається тим, що в нашій країні щорічно через передчасний вихід з ладу деталей машин і споруд втрати оцінюються мільярдами гривень. Достатньо сказати, що витрати металу на виробництво запасних частин в автотракторній промисловості вже перевищує витрату на виготовлення нових машин. Ремонт коштовного устаткування за допомогою напилення або наплавлення – часто єдиний спосіб повернення такого устаткування до життя з розумними витратами.

Відомі традиційні методи зміцнення: термічна, хіміко-термічна, поверхнева пластична деформація не завжди, як свідчить досвід експлуатації деталей, забезпечують вимоги, що пред'являються до них, і, крім того, відсутня можливість їх ремонту цими ж методами. Відомі способи наплавлення забезпечують отримання необхідних властивостей у робочих поверхнях, в той же час, великі тепловкладення в матеріал деталі приводять до великих термічних залишкових напруг і деформацій. Також при наплавленні

відбувається перемішування зносостійкого матеріалу з матеріалом деталі, що впливає на властивості покриття.

Робота присвячена розробці технології газополум'яного напилення зносостійкого шорсткого покриття на деталь паперової промисловості – вал.

Застосування технологій нанесення захисних покриттів, серед яких газотермічні процеси займають значне місце, є одним з кардинальних шляхів рішення даного питання. З використанням існуючих в даний час устаткування, матеріалів і технологій газотермічного напилення стало можливим значно понизити або виключити вплив на зношування деталей таких чинників, як ерозія, корозія (зокрема високотемпературна), кавітація і ін. Захисні покриття можуть бути також призначені, наприклад, для створення термобар'єрного шару, забезпечення електроізоляційних властивостей, поглинання випромінювання продуктів радіоактивного розпаду, забезпечення певних оптичних властивостей, реалізації селективного змочування, створення біологічно активних поверхневих властивостей для різних штучних органів і багато чого іншого. Потрібно замість гальванічних методів використовувати новітні технології термічного напилення.

Метод газотермічного напилення характеризується широтою технологічних можливостей:

- захисні покриття можна наносити на об'єкти будь-яких розмірів: мости, судна, трубопроводи, будівельні конструкції, казани, колінчасті вали, лопатки турбін і др.;

- товщина покриття може складати від 0,01 до 10 і більше мм; покриття можуть мати задану пористість (від 0 до 30 і більше відсотків);

- захисні покриття можуть бути виготовлені з будь-яких матеріалів, що мають точку плавлення або інтервал розм'якшення;

- як підкладка можна використовувати дерево, скло, пластмаси, кераміку, композиційні матеріали, метали;

- нанесення захисних покриттів може вироблятися в широкому діапазоні складу покриття, температури і тиску - в низькому вакуумі в спеціальній камері з контрольованою інертною атмосферою, в повітрі за нормальних умов, під водою;

- нанесення металевих і керамічних покриттів не викликає значного нагріву напилюваної поверхні, отже, забезпечується збереження геометричних розмірів деталей.

Газотермічні покриття застосовують при ремонті устаткування і зміцненні робочих поверхонь нових деталей. Залежно від призначення покриття і умов його роботи міняються вимоги до точності дотримання основних параметрів покриття - його складу, товщини, густини і міцності зчеплення з підкладкою. Основні технологічні процеси, які сьогодні використовуються в світовій практиці, - це високоскоростное напыление, плазменное напыление на повітрі з використанням таких плазмообразующих газів, як аргон, азот, гелій, повітря; детонационное і газопламенное напыление, а також электродуговая металлизация і наплавка. За непрямою оцінкою (число устаткування, що продається, для газотермічного нанесення покриттів),

насиченість європейської промисловості вища насиченості українських підприємств приблизно в 350-400 разів. За рубежом 75% замочної арматури (кульові крани великого діаметру) виробляється з покриттям з карбїду вольфраму на зв'язці кобальт-хром, а решта частини - з гальванічним нанесенням хрому або нікелю. У нас же 100% кульових кранів такого ж типорозмера мають гальванічні покриття. Такий стан справ можна пояснити великою кількістю негативних результатів, одержаних при використуванні покриттів в колишні роки.

Постановка проблеми

Аналіз досвіду упровадження техніки і технології газотермічних покриттів у виробництво показує, що отримання негативних результатів можна пояснити низькою якістю і недосконалістю технологічного устаткування і засобів контролю процесів нанесення покриттів, відсутністю підходу, що визначає обґрунтованість вибраної технологічної схеми, і критеріїв, що дозволяють оцінити застосовність методів напилення для вирішення тієї або іншої задачі. В даний час вітчизняні підприємства все частіше починають упроваджувати сучасні методи газотермічного нанесення покриттів для підвищення якості продукції, що випускається.

Мета роботи

Метою роботи є розробка технології газополуменевого напилення зносостійкого шорсткого покриття на деталь паперової промисловості – вал.

Результати вирішення основних завдань

Задачею будь-якого способу відновлення деталей машин є забезпечення первинної посадки сполучення, регламентованої технічними умовами. При цьому важливим чинником є збереження або підвищення початкових механічних властивостей деталі.

Основний чинник, що визначає практичну можливість застосування газополуменевого напилення при відновленні, є міцність зчеплення напиленого шару з основою. На міцність зчеплення впливають багато чинників: температура оброблюваної поверхні; режим роботи апарату; тиск газу; відстань від зони подачі порошку до напилюваної поверхні; швидкість подачі порошку і переміщення пальника щодо поверхні, що покривається; вигляд і якість підготовки поверхні. Останній чинник має найбільше, а у деяких випадках і вирішальне значення. При виборі методики визначення міцності зчеплення керувалися можливостями методів і роботами ряду авторів [1].

Окрім механічного зчеплення, міцність з'єднання забезпечується за рахунок ряду інших чинників, включаючи дифузію компонентів покриття в основний матеріал, сплав і хімічне з'єднання. Оскільки частинки напиленого матеріалу мають звичайно оксидну плівку, те їх зчеплення з поверхнею основного матеріалу на деяких мікроділянках відбувається через неї.

Підвищення міцності зчеплення покриття досягається також за рахунок фізичних зв'язків під дією вандерваальсових сил. Ці сили, як зв'язки міжатомної взаємодії можуть виникати тільки при зближенні частинок покриття з поверхнею металу на відстань, близьку до параметра кристалічних ґрат.

Попередня обробка поверхні основи є важливим чинником для забезпечення міцності зчеплення нанесеного покриття з деталлю, оскільки в більшості випадків з'єднання напиленого покриття з основою відбувається в результаті механічного зчеплення. Отже, для того, щоб напилювані частинки, які ударяються і деформуються при взаємодії з основою, міцно зчіплювалися з нерівностями поверхні, деталь повинна бути достатньо шорсткою Rz-20-80. Крім розглянутих видів зчеплення напиленого покриття з основою можливі і інші з'єднання, наприклад, сплав напиленого матеріалу з матеріалом основи [2].

Збільшення міцності механічного зчеплення пов'язане із збільшенням площі поверхні основи і створення більшої її активності, що важливе і для інших видів з'єднання. Тому створення розвиненої шорсткості на поверхні основи є найважливішою вимогою. Проте, забезпечення шорсткості поверхні ще недосить для отримання міцного з'єднання покриття з основою. Перед попередньою обробкою поверхні необхідно провести промивку і, наскільки це можливо, видалити вологу, масло і інші забруднення, а також окисні плівки.

Існують наступні способи підготовки поверхні перед напиленням: дробеструминний [1] (піскоструминна обробка, дробом, гранітною крихтою); механічний (нарізка "рваного" різьблення, фрезерування канавок, насічка поверхні, накатка роликком); у ряді випадків використовують напилення тонкого підшару молібдену, що міцно зчіплюється з основою; електроіскровою обробкою, при якій на поверхні залишаються наварені частинки присадного матеріалу; хімічний (труїть). При дробеструминній обробці використовують два типи пристроїв: пневматичні і відцентрові. У пристроях з пневматичною подачею абразивні частинки розганяються стислим повітрям і, витікаючи з сопла у вигляді струменя, ударяються з великою швидкістю об оброблювану поверхню. У відцентрових пристроях абразивні частинки безперервно подаються в колесо лопатки, що обертається з великою швидкістю, де вони розганяються і під дією відцентрових сил спрямовуються на оброблювану поверхню.

У кварцовому піску не допускається зміст легко руйнованих мінералів, які після обдування залишаються на поверхні деталі. За даними досліджень найбільш раціональний наступний режим роботи при піскоструминному очищенні:

Для матеріалів, твердість яких перевищує 40HRC, рекомендується корунд з розміром зерен 430-1400 мкм. При обдуванні після обробки корундом використовують стисле повітря під тиском 2,8-3,5 кг/см². Недоліком способу є те, що зерна корунду швидко руйнуються. Це невигідно з економічної точки зору. При повторному використуванні корунду його необхідно просівати і відділяти дрібні зерна. Час між обдуванням і напиленням повинен бути по можливості мінімальним, оскільки шорстка основа, маючи розвинену поверхню, є активною і легко окислюється. В процесі обробки необхідно звертати увагу на те, щоб стисле повітря не містило вологу і масло.

При механічній обробці основи перед напиленням покриття на такі деталі машин, як вали, циліндри попередню обробку поверхні можна виробляти нарізуванням різьблення, проточкою канавок, обкаткою і іншими прийомами.

Така підготовка поверхні особливо ефективна, коли необхідно напилити товсте покриття або коли покриття призначене для роботи в умовах великих навантажень. Підготовку поверхні механічною обробкою не виробляють при застосуванні твердих і крихких матеріалів або коли необхідно одержати тонке покриття. Крім того, така попередня обробка не підходить для великих поверхонь і неправильної форми [3].

Механічну попередню обробку застосовують в тих випадках, коли основа легко піддається обробці різанням і є достатньо м'якою. В роботі проводили дослідження впливу розміру частинок напилюваного порошку і дистанції напилення на шорсткість поверхні покриття.

Зразки готували шляхом газополуменевого напилення порошку марці ПС-12НВК-01 на сталю пластину. Напилення проводили пальником «Іскра 1» при дистанції напилення 100–150 мм, тиску ацетилену 0,12 МПа, тиску кисню 0,6 МПа, витраті порошку 40 г/хв, величині кута атаки $-90^{\circ}+10^{\circ}$ і підготовки поверхні абразивноструменевої обробкою електрокорундом зернистістю 0,8 мм. Визначення шорсткості поверхні покриття проводили на профілографі.

Результати дослідження показали, що із збільшенням розміру напилюваних частинок шорсткість покриття збільшується, рис. 1.

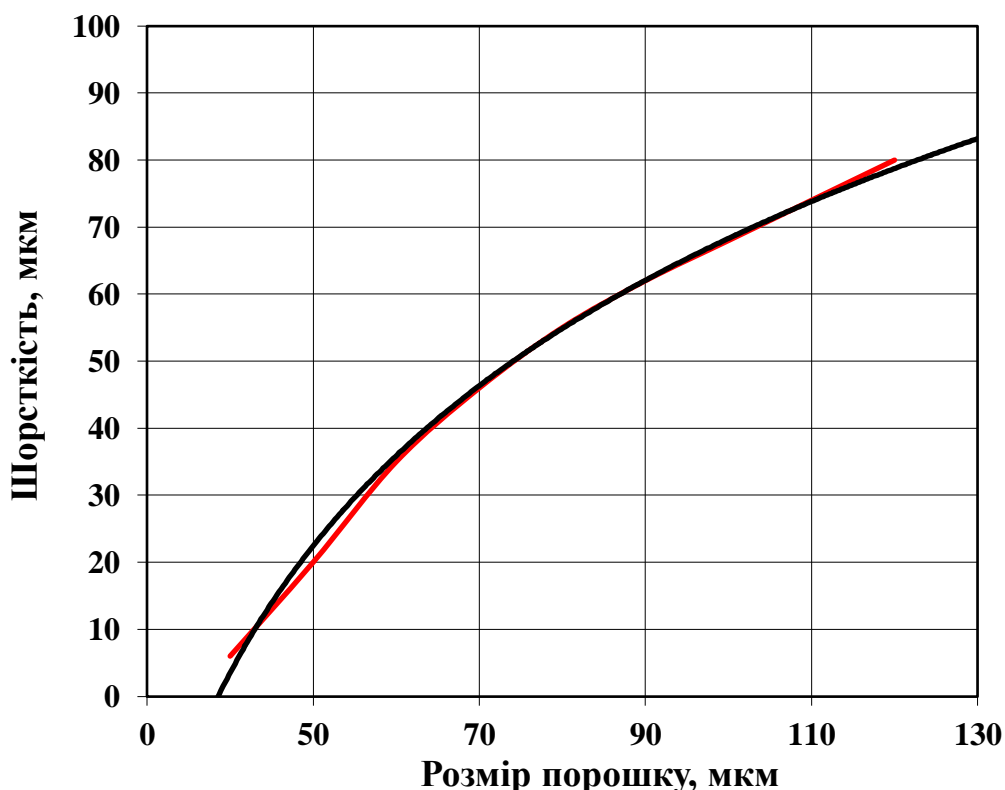


Рисунок 1 - Зміна шорсткості покриття залежно від розміру порошків: червоним кольором відображено результати, а чорним їх апроксимацію

Апроксимуючи експериментальну криву одержуємо формулу, що встановлює залежність шорсткості напиленої поверхні від розміру напилюваних частинок:

$$y = 46,751 \ln(x) - 28,906, \quad (1)$$

де $R^2 = 0,997$ – коефіцієнт кореляції.

Результати дослідження залежності шорсткості напиленої поверхні від дистанції напилення приведені на рис. 1. Для напилення застосовувався порошок розміром частинок 60-80 мкм.

Висновки

Результати досліджень показали, що із збільшенням розміру напилюваних частинок шорсткість покриття збільшується.

При збільшенні дистанції напилення від 100 до 150 мм шорсткість поверхні збільшується, причому досягши Rz 75 мкм настає насичення.

На підставі проведених досліджень і, враховуючи умови роботи деталі паперової промисловості, вибираємо гранулометричний склад напилюваного порошку ПС-12НВК-01 80-100 мкм і дистанцію напилення 140-150 мм, що забезпечить отримання шорсткості поверхні Rz =70-75 мкм.

Література

1. Ющенко К.А. та ін. Інженерія поверхні: Підручник / К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
2. Лузан С.А. Критерии выбора способа восстановления деталей машин и определение рационального маршрута технологии / С.А. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2017. – Вип. 183. – С. 45-56.
3. Luzan, S.A., Sidashenko, A.I., Luzan, A.S. Composite material for hardening of tillage machines working bodies containing titanium and chromium borides synthesized using shs-process (2020) *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*, 42 (4), pp. 541-552. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.42.04.0541>

УДК 621.793.7

**ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН
НАПЛАВЛЕННЯМ МАТЕРІАЛУ СИСТЕМИ NI-CR-B-SI ІЗ
ВКЛЮЧЕННЯМИ ДИСПЕРСНИХ ФАЗ**

Лузан С.О., д.т.н., проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Лузан А.С.

Abstract

To restore machine parts used quite a large range of materials in the form of wire, powders, flexible cords, etc. However, it is not always possible to provide the required resource for the restoration of parts working in abrasive and corrosive environments. One of the modern directions of increasing the wear resistance and other properties of reducing coatings is the use of composite materials. This paper presents the results of research on the development of a composite modifying material to control the properties of reducing coatings based on commercially available powder material PG-10N-01. It is shown that the developed composite material obtained using the SHS process from a powder mixture of Ti+C+SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Al+PT-NA-01 provides a higher (1,65 times) abrasive resistance of the deposited alloy coating PG-10N-01 when modifying its composite material in the amount of 20%.

Keywords: composite material, tribological properties, wear resistance

Вступ

Причина низького ресурсу деталей машин пов'язана переважно з зносом і корозійним пошкодженням їх поверхневих шарів. Абразивний знос превалює над усіма іншими: близько 40% деталей засобів транспорту машин мають чисто абразивний знос і більш 50% – абразивний знос в комбінації з іншими видами зносу і руйнувань поверхневого шару.

До 80 % зношених деталей вибраковується при зносі до 0,6 мм, причому більшість з них – при зносі до 0,3 мм [1, 2].

Експлуатаційні властивості деталей – зносостійкість, корозійна стійкість, стійкість до втоми та ін. – залежать від якості поверхневого шару. Поверхневий шар характеризується макро- і мікрогеометричними параметрами і фізико-механічними властивостями. До геометричних параметрів відносять шорсткість, хвилястість, відхилення від заданої геометричної форми. Набір фізико-хімічних параметрів включає структуру, фазовий склад, хімічний склад, механічні властивості, деформацію (наклеп), залишкові напруги.

Найбільш поширеними способами відновлення зношених деталей машин є газотермічні методи наплення і електродугове наплавлення [3, 4]. Для відновлення деталей машин промисловістю випускається досить велика номенклатура матеріалів у вигляді дроту, порошоків, гнучких шнурів і т.д. Однак не завжди вдається забезпечити необхідний ресурс при відновленні деталей, що працюють в абразивному і корозійному середовищах. Тому залишається актуальним створення нових більш стійких матеріалів. Одним з напрямків є розробка модифікуючих композиційних матеріалів для керування

властивостями відновлювальних покриттів на основі матеріалів, які випускаються серійно.

Аналіз попередніх досліджень

В монографії [5] на основі аналізу впливу ряду факторів: навантаження, частоти обертання, ступеня забруднення мастильного середовища, конструктивних особливостей вузлів, сполучень на інтенсивність зношування та динаміку накопичення втомних пошкоджень, а також з урахуванням накопиченого досвіду підвищення працездатності деталей та вузлів на Харківському тракторному заводі була визначена номенклатура деталей шасі колісних тракторів типу Т-150К які вимагають підвищення довговічності. Номенклатура містить 36 деталей. Переважаючі види пошкоджень: знос – 33 деталі, питтинг зубів – 2 деталі, спікання втулки з валом – 1 деталь. Якщо проаналізувати вибрані можливі шляхи підвищення довговічності, то на частку зміцнюючих технологій припадає 9 деталей (плазмове напилення – 3 дет., хіміко-термічне зміцнення – 3 дет., лазерне зміцнення – 3 дет.), що становить понад 27%, а серед них плазмове напилення і лазерне зміцнення займають обсяг 67%.

Ресурс більшості машин залежить від відносно невеликої кількості деталей. Це дозволяє планувати обсяги їх відновлення, розробляти, випускати і впроваджувати спеціальне обладнання, створювати і розвивати спеціалізовані виробництва, нарощувати обсяги і розширювати номенклатуру відновлення зношених деталей.

Агрегати і вузли автомобілів, тракторів і сільськогосподарських машин являють собою сукупність безлічі деталей типу вал, втулка, важіль, корпус, шестерня, що піддаються в процесі експлуатації дії різного роду навантажень і середовищ, що призводять до незворотних процесів, зносу їх робочих поверхонь.

При обробці статистичних даних по відмовам деталей автомобілів встановлено наступний їх розподіл: знос – 53,4%; руйнування (тріщини, полонка, обрив частини деталі) – 18,9%; деформація (розтягування, скручування, вигин) – 10,4%, інші види дефектів – 17,3%.

Необхідно відмітити, що абразивне зношування превалює над усіма іншими: близько 40% деталей мають чисто абразивне зношування і 50% – абразивне зношування в комбінації з іншими видами зношування й руйнувань поверхневого шару [6].

Вирішення цієї проблеми може бути досягнуто шляхом застосування нових методів управління структурою металу шва, які використовують ефекти впливу на показники міцності та пластичності основних зміцнювальних факторів, таких як розміри зерна, морфологія, дисперсність та об'ємна частка вторинних фаз, щільність та розподіл неметалевих включень.

Аналіз публікацій останніх років показував, що одним з основних структурних елементів формуючих будову сплавів є нанорозмірні складові, введення яких у незначних кількостях дозволяє суттєво впливати на структуроутворення та механічні властивості наплавленого металу.

Так, наприклад, у роботі [7] розглянуто методи використання

наночастинок тугоплавких сполук у процесі модифікування зварних з'єднань великогабаритних конструкцій, виконаних автоматичним зварюванням під шаром флюсу.

Таким чином, для формування дрібнодисперсної мікроструктури наплавленого покриття з підвищеними фізико-механічними властивостями необхідно забезпечити утворення в металі включень прогнозованих за складом, розмірами та об'ємною часткою.

Постановка проблеми

Аналіз літератури вказує на використання нанодобавок для формування структур із підвищеними механічними властивостями.

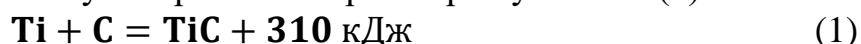
Тому застосування для підвищення зносостійкості відновлених деталей машин наплавлених покриттів, модифікованих композиційними матеріалами, з метою підвищення їх зносостійкості, є актуальною [8].

Мета та завдання

Метою даної роботи є розробка пропозицій щодо підвищення довговічності деталей машин під час їх відновного ремонту шляхом наплавлення покриттів, модифікованих композиційним матеріалом із включеннями дисперсних фаз.

Результати вирішення основних завдань

Одним з найбільш ефективних шляхів створення таких композиційних матеріалів є застосування технології високотемпературного синтезу (СВС). Найбільш популярними є склади композиційних матеріалів на основі титану. Це пов'язано з високим екзотермічним ефектом реакції утворення карбіду титану з елементів, що забезпечує широкий вибір матеріалу зв'язки (1).



В якості вихідних матеріалів для отримання композиційного матеріалу використовували порошки титану марки ВТ1-0, вуглецю марки ПМ-15 і оксиди алюмінію і кремнію з метою синтезування карбіду і дибориду титану. Необхідно відзначити, що в якості оксидів використовувалася глина мелена вогнетривка по ТУ У 08.1-35007607-005:2012, що містить 55% SiO_2 , 31,5% Al_2O_3 , оскільки вогнетривкі глини є високодисперсними, вміст їх в складі фракцій менше 0,001 мм становить 60-80%. Крім того, для збільшення теплового ефекту в процесі синтезу карбіду і диборида титану в механічну суміш вводиться термореагуючий порошок алюмініда нікелю ПТ-НА-01, алюмінієва пудра (порошок) ПАП-1 ГОСТ 5494-95 і оксид заліза Fe_2O_3 .

Обрані компоненти змішувалися, і отримана порошкова суміш піддавалася механічній активації. Вибір цього способу впливу на матеріали обумовлений необхідністю створення композитів, в мікрооб'ємах яких повинна відбуватися реакція СВС. Для отримання механоактивованих порошкових сумішей застосовувався метод механічної активації в кульових млинах. Час процесу механоактивації становив 15 хвилин (рис. 1, а). На рис. 1, а видно, що в результаті механоактиваційної обробки відбулася коагуляція частинок компонентів порошкової суміші, що полегшує протікання СВС-процесу. СВС-процес отримання композиційного матеріалу здійснювали на циліндричних зразках в умовах фронтального підпалювання реагуючого складу,

яке здійснювалося електричною дугою.

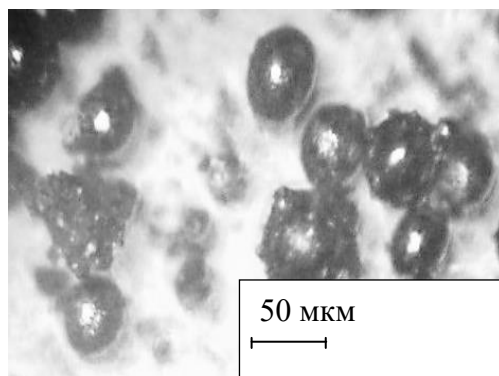


Рисунок 1 – Композиційний матеріал з компонентів $Ti+C+SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Al+ПТ-НА-01$

Після отримання композиційного матеріалу у вигляді спіка, морфологія якого свідчить про його складний склад, провели його дроблення, додали матричний матеріал ПГ-10Н-01 у кількості 80% і здійснили вібраційну обробку в циліндричному контейнері об'ємом $0,35 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$, діаметр куль – 4,5 мм, амплітуда коливань 2 мм, частота 4000 хв^{-1} , час обробки – 2 хв.

Мікроструктура наплавлених покриттів порошком ПГ-10Н-01 має дендритний характер (рис. 2, а), композиційним матеріалом – дрібнодисперсну структуру (рис. 2, б).

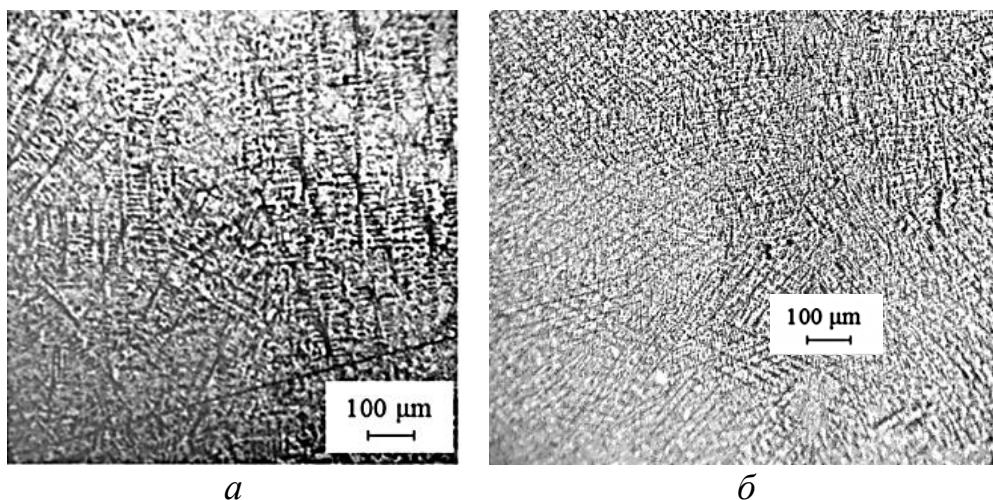


Рисунок 2 – Мікроструктура наплавлених покриттів: а – ПГ-10Н-01; б – Композиційний матеріал ($Ti+C+SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Al+ПТ-НА-01$).

Зносостійкість наплавлених покриттів оцінювали за результатами випробувань на тертя о закріплені абразивні частинки згідно ГОСТ 17367-71. Сплав ПГ-10Н-01 приймався в якості контрольного матеріалу, його зносостійкість була прийнята за одиницю. Другий пропонований матеріал – синтезований із застосуванням СВС-процесу з компонентів $Ti + C + SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 + Al + ПТ-НА-01$, додавався в сплав ПГ-10Н-01 в кількості 20% і після змішування піддавався вібраційній обробці на вищевказаному режимі. Отримані результати представлені на рис. 3.

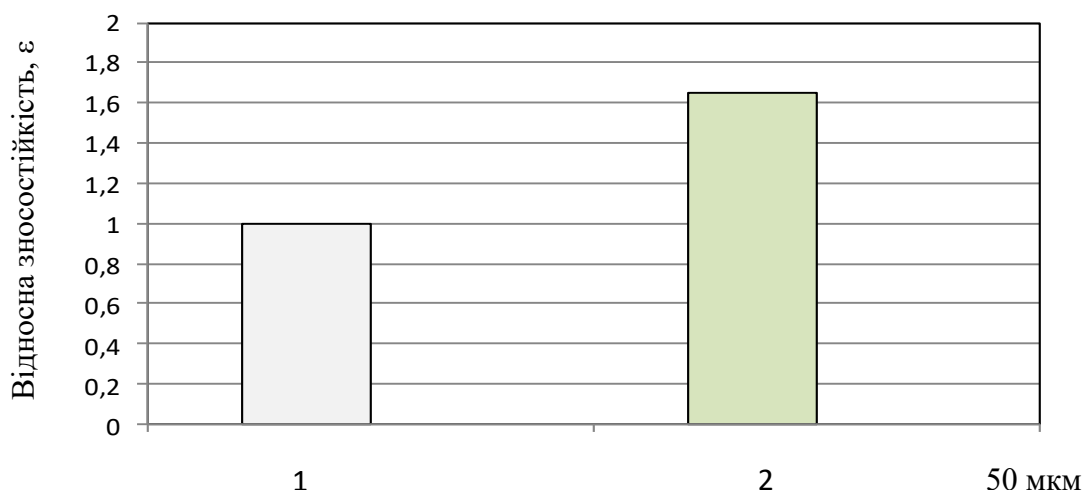


Рисунок 3 – Відносна зносостійкість наплавлених покриттів в умовах впливу закріплених частинок абразиву: 1 – сплав ПГ-10Н-01; 2 – покриття {20% КМ + 80% ПГ-10Н-01}

З аналізу рис. 3 видно, що зносостійкість наплавленого покриття з композиційного матеріалу {20% КМ + 80% ПГ-10Н-01} в 1,65 разів перевищує зносостійкість покриття з самофлюсуючого сплаву ПГ-10Н-01.

Висновки

1. Розроблено композиційний матеріал, одержаний із застосуванням СВС-процесу з порошкової суміші компонентів $Ti+C+SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Al+ПГ-НА-01$, який забезпечує більш високу абразивну стійкість (1,65 разів) наплавленого покриття сплавом ПГ-10Н-01 при модифікуванні його композиційним матеріалом в кількості 20%.

2. Застосування розробленого композиційного матеріалу для модифікування наплавлювального покриття на основі сплаву ПГ-10Н-01 дуговим методом забезпечить підвищення ресурсу деталей машин, що працюють в умовах абразивного середовища.

Література

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): [учебник] / Гаркунов Д. Н. – М. : МСХА, 2002. – 632 с.
2. Иванов, В.П. Технология и оборудование восстановления деталей машин / В.П. Иванов. – М.: Техноперспектива, 2007. – 458 с.
3. Kolasa, A. Regeneration of worn out machine parts surfaces by automatic welding / A. Kolasa, T. Sarnowski, P. Cegielski // Przegląd spawalnictwa. – 2015. – Vol. 87, no. 1. – P. 50–57.
4. Voynash, S.A. Rational Route Choosing Methodology for Machine Parts Restoration and Repair / S.A. Voynash, P.A. Gaydukova, A.N. Markov // Procedia Engineering. – 2017. – Vol. 206. – P. 1747–1752. DOI: 0.1016/j.proeng.2017.10.708.
5. Кухтов В. Г. Долговечность деталей шасси колёсных тракторов / Кухтов В. Г. – Харьков : ХНАДУ, 2004. – 292 с.
6. Лузан С.О. Комплексна оцінка номенклатури деталей, які визначають ресурс мобільної техніки та її безпеку / С.О. Лузан // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: 2014. – Вип. 148. – С. 478-485.

7. Гущин Д. А. Анализ и поиск перспективных направлений комплексного модифицирования металла сварных швов при автоматической сварке под флюсом мостовых металлоконструкций / Д. А. Гущин, В. Г. Гребенчук, И. В. Гребенчук // Научные труды ОАО ЦНИИС: Современные решения обеспечения безопасности мостов. – М., 2011. – Вып. 261. – С. 18-25.

8. Luzan, S.A., Sidashenko, A.I., Luzan, A.S. Composite material for hardening of tillage machines working bodies containing titanium and chromium borides synthesized using shs-process (2020) *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*, 42 (4), pp. 541-552. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.42.04.0541>

УДК 621.793.7

ВПЛИВ ЩІТКОВОЇ ОБРОБКИ НА ВЛАСТИВОСТІ ЗНОСОСТІЙКОГО ПОКРИТТЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Лузан С.О., д.т.н., проф.

Швец М.С., студент

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Abstract

It is set, that a brush treatment promotes coupling durability gasoflaming coating of PG-10N-01, reduces porosity and level of remaining tensions of tension, promotes his wearproofness. Dependence of speed of wear of coating ПГ-10Н-01 is certain on speed rotation of metallic brush.

Keywords: metallic brush, tribological properties, wear resistance

Вступ

Практика експлуатації машин та обладнання підтверджує, що найбільш поширеною причиною їх виходу з ладу, у 80 випадках зі 100, є не поломка, а знос та пошкодження робочих поверхонь.

Розвиток конструкцій машин відбувається при постійному прагненні до збільшення їхньої продуктивності, що майже завжди супроводжується підвищенням механічної та теплової напруженості рухомих сполучень деталей. При цьому ставляться завдання досягнення високої надійності та довговічності машини, зниження її маси, скорочення витрати дефіцитних матеріалів. Відомо, що підвищення довговічності машини навіть у невеликій мірі веде до значної економії металу, зменшення витрат за виробництво запасних деталей; скорочується кількість та обсяг ремонтів, а отже, збільшується кількість фактично працюючих машин.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є застосування сучасних технологій нанесення захисних покриттів, таких як газополуменеве та плазмове напилення.

Аналіз попередніх досліджень

Аналіз існуючих методів газотермічного нанесення покриттів показав, що всі вони мають як переваги, так і недоліки [1]. Одним із найбільш ефективних методів нанесення зносостійких металевих покриттів на деталі машин є газополуменеве напилення. Основними його перевагами є компактність, простота і мобільність використовуваного обладнання, що дозволяє виконувати роботи з відновлення або зміцнення деталей безпосередньо у замовника. Однак, поряд з перевагами, спосіб має й недоліки: невисоку міцність зчеплення покриття з основою, досить високий рівень залишкової напруги, пористість, які суттєво обмежують сферу його застосування.

Зменшити або усунути зазначені недоліки можливо шляхом удосконалення технології нанесення покриттів, підготовки поверхні, що напилюється, і додатковим впливом на напилюване покриття, як у процесі напилення, так і після нього.

Удосконаленню методів газотермічного напилення присвячені роботи В.М. Коржа, С.В. Петрова, А.Ф. Пузрякова, Ю.А. Харламова, К.А. Ющенко та

інших авторів [2].

За даними досліджень [3], знос поверхонь деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин розподіляється приблизно таким чином: циліндричні – 52%; конічні та сферичні – 3%; шліци – 3%; пази, канавки, лиски – 5%; різьблення – 10%; плоскі поверхні – 1%; зуби шестерень – 2%; профільні, фасонні поверхні – 1%; тріщини та злами – 9%; порушення геометричної форми – 13%.

Слід зазначити, що найбільша кількість деталей (близько 83%) має знос до 0,6 мм. З них знос до 0,1 мм – 52%, до 0,2 – 12%, до 0,3 – 10%, до 0,4 – 1%, до 0,5 – 5% і до 0,6 – 3%, що відповідає технологічним можливостям газополуменевого способу нанесення покриттів.

Постановка проблеми

Аналіз результатів дослідження зносу поверхонь деталей тракторів, автомобілів та сільськогосподарських машин свідчить про необхідність підвищення якості покриттів, що напильюються, у тому числі міцності зчеплення та його зносостійкості.

Мета та завдання

Встановити вплив параметрів щіткової обробки поверхні деталі, що напильюється, і покриття на його властивості: міцність зчеплення покриття з основою, пористість, рівень залишкових напруг і зносостійкість.

Результати вирішення основних завдань

Результати дослідження розподілу залишкових напруг у газополуменовому покритті та сталевій основі при використанні щіткової обробки ($n=2100$ об/хв, $N=3$ мм, $d_f=0,8$ мм та $l_r=40$ мм) показали, що рівень розтягуючих залишкових напруг у покритті знизився. Наприклад, у шарі розташованому на відстані від поверхні основи 0,5 мм з 20 до 10 МПа (рис. 1).

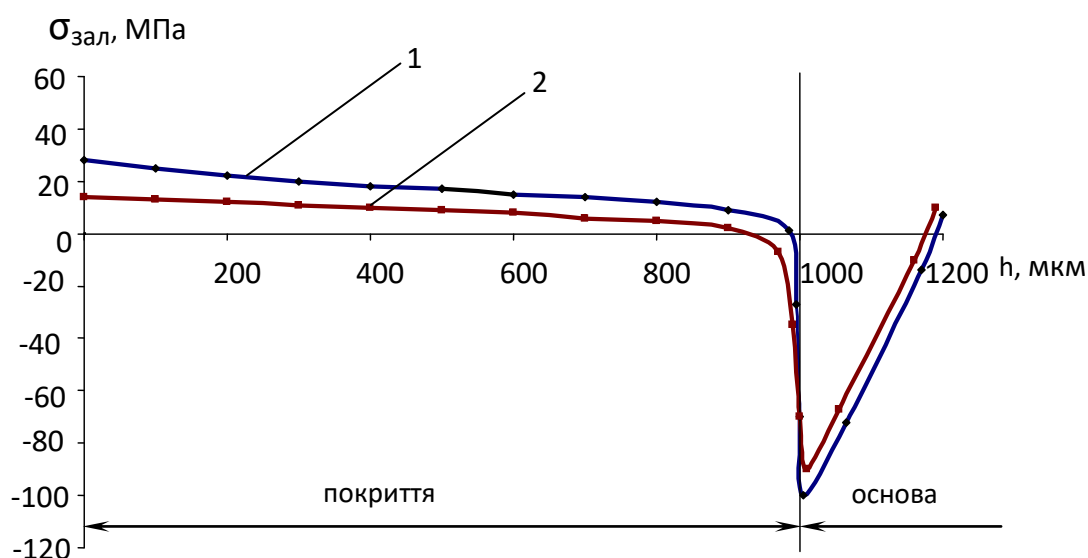


Рисунок 1 – Розподіл залишкових напруг у покритті ПГ-10Н-01 та основі – сталь 45: 1 – струменево-абразивна обробка; 2 – щіткова обробка

Крім того, вплив такої обробки поширюється на перехідну зону покриття-підкладка. У покритті з боку підкладки величина напруги стиснення знижується зі 110 до 80 МПа, що пояснюється пластичною деформацією при

обробці. Перерозподіл та зниження напруг призводить до суттєвого підвищення міцності газотермічного покриття з 50 до 75 МПа. Підвищення швидкості обробки до 2100 об/хв сприяє зниженню максимальної напруги розтягування в покритті на 20-40 % (рис. 2).

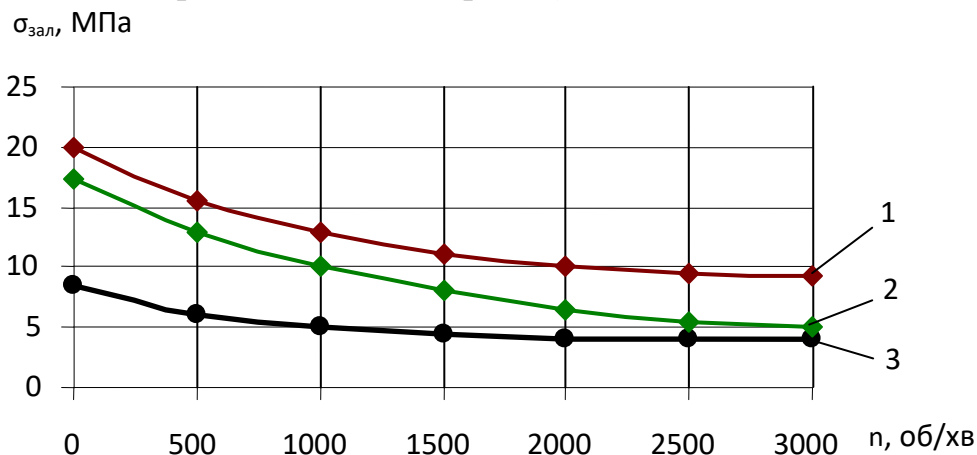


Рисунок 2 – Зміна залишкових напруг у покритті ПГ-10Н-01 в залежності від швидкості обертання щітки при натязі 3 мм: 1 – 0,1 мм; 2 – 0,4 мм; 3 – 0,7 мм від поверхні основи

Раніше проведеними дослідженнями було встановлено залежності міцності зчеплення покриття від швидкості обертання щітки та вільної довжини голок (рис. 3) [4].

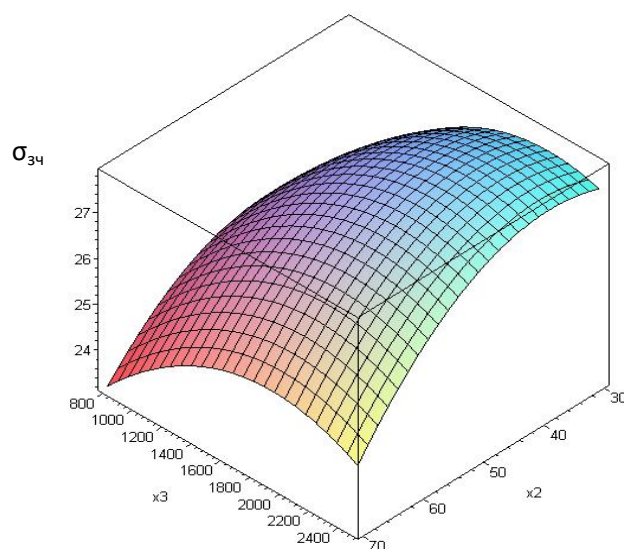


Рисунок 3 – Залежність міцності зчеплення покриття з основою від швидкості обертання щітки x_3 та вільної довжини голок x_2 при оптимальних значеннях діаметра $x_1 = 0,78$ мм та щільності розташування голок $x_4 = 32$ шт/см²

З аналізу рисунку видно, що є точка максимуму міцності зчеплення покриття з основою, яка залежить від швидкості обертання щітки і вільної довжини голок, яка становить 28 МПа.

Результати досліджень впливу швидкості обробки та натягу на пористість представлені на рис. 4.

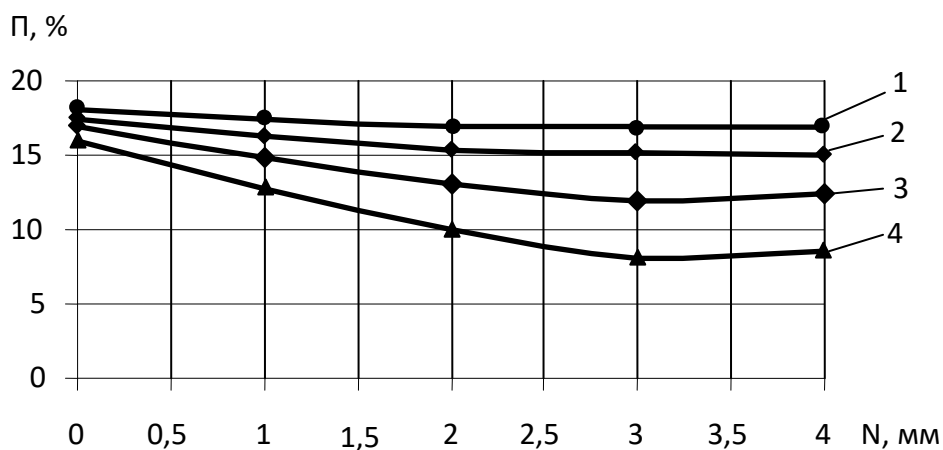


Рисунок 4 – Вплив натягу та швидкості обертання щітки на пористість газополуменевого покриття: 1 – при $n=400$ об/хв; 2 – при $n=1000$ об/хв; 3 – при $n=1500$ об/хв; 4 – при $n=2100$ об/хв

Зі збільшенням натягу до 3 мм та швидкості обертання щітки до 2100 об/хв пористість знижується, подальше збільшення натягу призводить до вигину голок, а збільшення швидкості обертання призводить до зализування шарів. Максимальне зменшення пористості покриттів з 18% до 8% спостерігається при $N=3$ мм та $n=2100$ об/хв (рис. 4).

У монографії Кухтова В.Г. наведено результати роботи з нормування швидкостей зношування типових деталей колісних шасі колісних тракторів класу 30 кН. Однак, використовувати наявні відомості про швидкості зношування деталей, встановлені на основі статистичних даних з напрацювання, для оцінки зносостійкості напилюваних покриттів, не є можливим, оскільки вони не прив'язані до певного напрацювання машин, а являють собою узагальнену характеристику, отриману на основі вибірок з напрацюванням від 3,0 до 10,0 тис. год.

Слід також відзначити, що частина деталей машин працює під навантаженням з перервами і тому напрацювання цих деталей під навантаженням значно менше напрацювання машини загалом. Оцінка швидкостей зношування, обчислена за напрацюванням машини, є умовною і для таких деталей не може розглядатися як характеристика фактичної зносостійкості робочої поверхні деталі.

Тому порівняльну оцінку зносостійкості поверхні, напиленої газополуменевим методом, здійснювали за середньою швидкістю зношування покриття ПГ-10Н-01 і сталі 45.

Для визначення середньої швидкості зношування напиленого покриття були виконані дослідження з визначення величини зносу від напрацювання сполучення. Порівняльні випробування із зношування газополумневих покриттів проводили на машині тертя типу МІ за схемою диск-колодка в середовищі індустриального мастила марки І-20 при наступних режимах: середня окружна швидкість ковзання 0,42 м/с, питомий тиск на колодку при нормальному механохімічному процесі зношування 8,0 МПа, площа поверхні тертя 1,8 см². Диски та колодки виготовляли зі сталі 45, покриття напилювалося

на диск, колодки піддавалися термообробці (гартування та відпуск) до твердості HRC 52. Оцінку величини лінійного зносу проводили за формулою:

$$I = \frac{\Delta G}{\gamma \cdot F}, \quad (1)$$

де ΔG – зміна маси зразка під час випробування, кг; γ – щільність зношеного матеріалу, кг м³; F – площа контакту зразків, м²

На рис. 5 представлена залежність швидкості зношування газополуменевого покриття ПГ-10Н-01 від швидкості обертання металевої щітки.

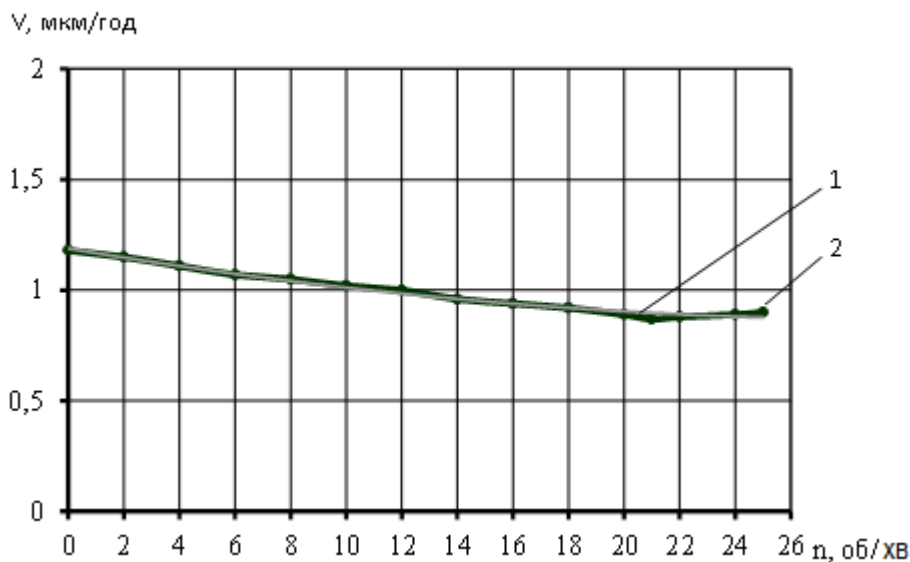


Рисунок 5 – Швидкість зношування газополуменевого покриття ПГ-10Н-01 в залежності від швидкості обертання металевої щітки: 1 – апроксимуюча крива, 2 – експериментальна крива

З аналізу залежності, що представлена на рис. 5, видно, що щіткова обробка зменшує швидкість зношування покриття ПГ-10Н-01 в 1,35 в порівнянні з покриттям, напиленим за традиційною технологією. Максимальне зниження швидкості зношування досягається при швидкості обертання щітки 2100 об/хв. Підвищення зносостійкості газополумених покриттів, напилених із застосуванням щіткової обробки, пояснюється збільшенням міцності зчеплення, зниженням його пористості та рівня напружень розтягування.

В результаті апроксимації експериментальної кривої, отримали теоретичну залежність швидкості зношування (V) покриття ПГ-10Н-01 від швидкості обертання металевої щітки (n), яка представляє поліноміальну функцію другого ступеня:

$$V_1 = 0,0003n^2 - 0,0211n + 1,1887, \quad (2)$$

Отримане рівняння дозволяє прогнозувати швидкість зношування газополумених покриттів ПГ-10Н-01, напилених газополуменим способом із застосуванням щіткової обробки та відповідно визначати товщину покриття, що забезпечує заданий ресурс деталі [5].

Висновки

На основі досліджень впливу параметрів щіткової обробки напилюваної поверхні деталі та покриття на його властивості визначено, що щіткова обробка підвищує міцність зчеплення газополуменевого покриття ПГ-10Н-01, знижує пористість та рівень залишкової напруги розтягування, підвищує його зносостійкість..

Встановлено теоретичну залежність швидкості зношування покриття ПГ-10Н-01 від швидкості щіткової обробки, що дозволяє визначити необхідну товщину покриття, яка забезпечує заданий ресурс.

Література

1. Лузан С.А. Совершенствование метода газопламенного нанесения покрытий // Сборник докладов 7-ой Международной конференции ОТТОМ-7. Оборудование и технологии термической обработки металлов и сплавов. Том III. - Харьков: ННЦ ХФТИ, ИПЦ "Контраст", 2006. – С. 182-183.
2. Інженерія поверхні: підручник / К. А. Ющенко, Ю. С. Борисов, В. Д. Кузнецов, В. М. Корж. - Київ: Наукова думка, 2007. – 559 с.
3. Luzan, S.A., Sidashenko, A.I., Luzan, A.S. Composite material for hardening of tillage machines working bodies containing titanium and chromium borides synthesized using shs-process (2020) *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii*, 42 (4), pp. 541-552. DOI: <https://doi.org/10.15407/mfint.42.04.0541>
4. Полянский А.С., Лузан С.А., Дерябкина Е.С. Определение оптимальной скорости обработки поверхности и параметров иглофрезы, обеспечивающих максимальную прочность сцепления газопламенных покрытий // Зб. наук. праць "Праці Таврійського державного агротехнологічного університету". Вип. 10: Том 5. - 2010. - С. 111-118.
5. Лузан С.О. Нормування швидкості зношування і методика визначення товщини відновлювального покриття деталей засобів транспорту / С.О. Лузан // Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2013. – Вип. 139. – С. 51-57.

УДК 629.113

ДО ВИБОРУ ДВИГУНА ПРИ МОДЕРНІЗАЦІЇ БТР-70

Сахно В.П., д.т.н., проф.,

Диких О.В., асп.

Національний транспортний університет

Abstract

Various options for modernization of special vehicles are considered. It is shown that one of the possible options for replacing regular GAZ engines is the option of installing two DEUTZ diesels of different power. The power (161 kW) from the main engine DEUTZ TCD 2013 L4 4V is transmitted only to the first and third axles, increasing the efficiency of the transmission to 0.837, which provides the mode of movement at maximum speed. The second engine D 914L3 with a capacity of 43 kW, along with the first engine provides the movement of armored personnel carriers in difficult road conditions with significant values of drag and relatively low coefficients of adhesion ($\psi = 0.3$; $\varphi = 0.4$ - dirt roads during off-road). Despite the fact that the total power of the two engines is 204 kW, which is 26 kW less than the power of the two engines D245.30E2, but the specified indicators of traction and speed properties are provided.

Keywords: special vehicles, modernization, engines, DEUTZ diesels, efficiency of the transmission

Вступ

На виставці "Зброя і безпека-2018" крім абсолютно нових моделей і прототипів перспективних зразків озброєнь представлено і досить велика кількість варіантів модернізації старої радянської техніки. Це перш за все лінійка БМП (як БМП-1, так і БМП-2), а також бронетранспортери БТР-60 і БТР-70. Всі представлені зразки модернізації в тій чи іншій мірі унікальні, проте деякі варто виділити. Так, вельми радикальним видається варіант модернізації БТР-70 від Житомирського бронетанкового заводу. Нова бойова машина отримала назву БТР-70Д (GM). Щодо інформації по двигунам, то штатні бензинові двигуни ГАЗ 4905 були замінені на дизелі виробництва General Motors потужністю 103 кВт [1].

Сама ідея подібної модернізації техніки в Україні не нова і до початку бойових дій на Донбасі вже були вдало реалізовані проекти на ДП "Миколаївський бронетанковий завод" під назвою БТР-7(БТР-70Ді) тоді штатні силові установки замінили двома двигунами FPT IVECO Tector P4 потужністю 150 к.с. кожний, що на 30 к.с. більше ніж в рідного двигуна марки ГАЗ. Також були і інші варіації ремоторизації машини, зокрема, вітчизняний ХБКМ ім. Морозова у середині 2000-х років представив БТР-70 з встановленим двигуном вітчизняного виробництва УТД-20 на бронетранспортер [2].

Досвід виконання Національною гвардією України (НГУ) та іншими силовими структурами держави завдань за призначенням, особливо в зоні проведення операцій об'єднаних сил (ООС), показав на ефективність використання броньованих колісних машин в умовах безпосереднього зіткнення з противником, а також для швидкого перевезення особового складу,

знищення живої сили противника, супроводження військових автомобільних колон [1]. Тому при розробці нової техніки, а також модернізації існуючої одним із основних питань є вибір силової установки і роботи у цьому напрямку слід вважати актуальними.

Аналіз літературних джерел

Виготовлення та модернізація спеціальної колісної техніки (СКТ) повинні проводитися з додержанням затверджених вимог, зокрема, до наступних показників [3]:

- максимальна швидкість руху по шосе – не менше 85-100 км/год;
- мінімальна стійка швидкість – 2-3 км/год;
- максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у КПП та РК – 0,7-0,9, а на прямій передачі – 0,06-0,15;
- вага буксируемого причепа до 70 % від повної маси автомобіля;
- середня швидкість руху по дорогам з твердим покриттям – 40-50 км/г, по ґрунтовим – 30-40 км/год;
- середня швидкість руху по дорогам, які розмокли та засніжені або колонним шляхам – 15-20 км/год;
- впевнено подолання труднопрохідних ділянок місцевості;
- подолання крутих підйомів до 35⁰, зтяжних спусків, косогорів до 25⁰, порогових перешкод висотою 0,8-1,0 та ровів шириною 1,0-1,3 радіуса колеса.

Перелічені вимоги повинні виконуватися як при модернізації спеціальної колісної техніки, так і при її переобладнанні. Модернізація включає заміну двигун-трансмсія існуючої моделі на більш сучасну і прогресивну. Переобладнання стосується лише заміни двигунів або трансмісії.

При переобладнанні СКТ заміні підлягають, як правило, тільки двигуни базової машини. Сама ідея подібної модернізації техніки в Україні не нова і до початку бойових дій на Донбасі вже було реалізовано ряд проектів по заміні двох бензинових двигунів дизелями. Проте як при модернізації, так і при переобладнанні СКТ не до кінця вирішеним є питання потужності силової установки, яка задовольнила б усім вимогам, що висуваються до подібної техніки.

Мета та завдання дослідження

Мета дослідження полягає у виборі типу двигуна при переобладнанні БТР-70 за показниками тягово-швидкісних властивостей. Для досягнення мети дослідження вирішувалися такі задачі:

- вибір типу двигуна та побудова його швидкісної зовнішньої характеристики;
- вибір, обґрунтування та визначення показників тягово-швидкісних властивостей;
- рекомендації щодо вибору двигуна для БТР-70 за показниками тягово-швидкісних властивостей.

Результати дослідження

Як відомо, показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля визначаються типом та потужністю двигуна, типом та передаточними відношеннями трансмісії і її ККД, а також параметрами рушія.

Потрібну ефективну потужність двигуна автомобіля визначають за вказаними величинами максимальної швидкості руху V_{max} і коефіцієнта опору кочення f_v із рівняння потужнісного балансу при русі автомобіля з максимальною швидкістю [4]:

$$N_v \eta_m = \frac{f_v G_a V_{max} + K_B F V_{max}^3}{1000}, \text{ кВт} \quad (1)$$

де f_v - коефіцієнт опору дороги за максимальної швидкості V_{max} автомобіля; G_a - сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н; K_B - коефіцієнт опору повітря, $\text{Н} \times \text{с}^2 / \text{м}^4$; F - площа Міделя (для автомобілів приймається рівною площі проекції автомобіля на площину, що перпендикулярна його поздовжній осі).

$$F = B \times H, \text{ м}^2$$

де B - колія, H - висота автомобіля; η_m - коефіцієнт корисної дії трансмісії автомобіля.

Сила опору кочення P_f , що визначає потужність опору кочення N_f , визначається за відомим виразом

$$P_f = G_a f_v = G_a \times [a_f + b_f (0,01V)^{2,5}], \quad (2)$$

де a_f, b_f - коефіцієнти, значення яких визначають для кожного типу і розміру шини в залежності від внутрішнього тиску в шині; для шин повнопрводних автомобілів $a_f=0,015$; $b_f=0,012$;

V - швидкість автомобіля, $\text{км} / \text{год}$ /

Сила опору повітря P_n , що визначає собою потужність опору повітря N_n руху автомобіля, виникає внаслідок його взаємодії з навколишнім середовищем і визначається як

$$P_n = k_v F V^2 \quad (3)$$

У роботі [5] наведені значення коефіцієнта опору повітря $k_n = 0,65 \text{ Н} \times \text{с}^2 / \text{м}^4$, висоти машини $H=2,36$ м, колії $B=2,4$ м.

Механічний коефіцієнт корисної дії (ККД) залежить від кількості і властивостей кінематичних пар, що передають механічну енергію від колінчастого валу двигуна до ведучих коліс автомобіля:

$$\eta_m = \eta_{kn} \times \eta_{pk} \times \eta_{kpn} \times \eta_{zn} \times \eta_{kp}, \quad (4)$$

де $\eta_m, \eta_{kn}, \eta_{pk}, \eta_{kpn}, \eta_{zn}, \eta_{kp}$ - відповідно ККД трансмісії, коробки передач, роздавальної коробки, карданного шарніру, головної передачі, колісного редуктора.

У роботі [4] пропонується ККД трансмісії визначати за виразом

$$\eta_m = 0,98^k 0,97^l 0,995^m 0,999^n, \quad (5)$$

де k - кількість пар циліндричних шестерень, через які передається в трансмісії крутний момент, коли автомобіль рухається на певній передачі; l - кількість пар конічних (гіпоідних) шестерень у трансмісії; m - кількість карданних шарнірів у трансмісії; n - кількість шліцевих з'єднань у трансмісії.

Для трансмісії БРТ при роботі одного двигуна $\eta_m=0,837$, а при роботі двох двигунів $\eta_m=0,701$.

З урахуванням вихідних даних щодо СКМ БТР-70 на рис. 1 наведена залежність необхідної потужності двигуна при русі із заданою швидкістю.

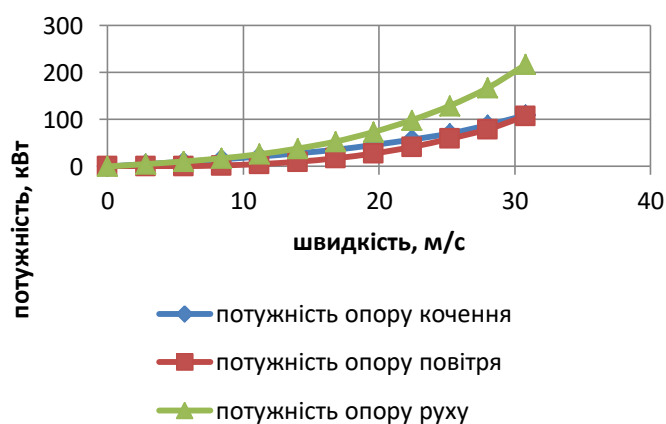


Рисунок 1 – Залежність потужностей опору кочення, повітря і сумарної потужності опору руху від швидкості автомобіля

Таким чином, при роботі двох двигунів сумарна їх потужність повинна бути не меншою N_{Σ} за швидкості 25 м/с – 184 кВт, а за швидкості 30 м/с – 285 кВт. Разом з тим, при роботі тільки одного двигуна з приводом тільки на два мости необхідна потужність складе: за швидкості 25 м/с – 154 кВт, а за швидкості 30 м/с – 240 кВт.

Отримане значення потужності необхідно перевірити за умови подолання автомобілем максимального підйому (трансмсія автомобіля залишається незмінною). За технічних вимог величина максимального підйому складає 30° . При цьому сила опору підйому визначиться як

$$P_h = G_a \times \sin \alpha, \quad (6)$$

а сила опору дороги $P_{\psi} = Ph + Pf = Ga \times \sin \alpha + Ga \times \cos \alpha \times f$.

За кута підйому 30° реальна дорога може бути тільки ґрунтовою, для якої опір кочення можна прийняти рівним $f=0,03...0,035$ (коефіцієнт зчеплення 0,4...0,5) [4]. Тоді сила опору дороги складе $P_{\psi}=61804$ Н, а необхідна потужність при русі зі швидкістю 5 км/год $N_{\psi}=85,84$ кВт, тобто визначальною є потужність, що визначена за умови руху автомобіля з максимальною швидкістю.

На сьогодні основним варіантом модернізації СКМ є заміна двох бензинових двигунів білоруськими дизелями Д245.30Е2 потужністю 115 кВт.

Розглянемо більш детально цей варіант. При роботі обох двигунів Д245.30Е2 потужність на ведучих колесах складе 161,23 кВт, що забезпечить максимальну швидкість машини на рівні 27,8 м/с (100 км/год), що задовольняє вимогам, наведеним раніше.

Основним недоліком такої конструкції силової установки, що включає два двигуни і дві паралельні трансмісії у всіх режимах роботи, є відносно низький ККД трансмісії 0,701 у порівнянні з силовою установкою з одним двигуном і однією трансмісією на два ведучі мости, за яких забезпечується рух з максимальною швидкістю. При цьому втрачається 30 кВт потужності при русі

зі швидкістю 25 м/с і 45 кВт – при 30 м/с. Тому розглянемо можливість заміни двох двигунів однакової потужності на два двигуни різної потужності, один з яких забезпечує рух з максимальною швидкістю, а два – при русі машини у складних дорожніх умовах.

При роботі одного двигуна необхідна потужність для руху зі швидкістю 27,8 м/с (100 км/год) складе 161,23 кВт або із існуючого ряду двигунів, наприклад, фірми DEUTZ- двигун TCD 2013 L4 4V Truck потужністю 161 кВт при частоті 2300 хв⁻¹, максимальним крутним моментом 816 Нм при частоті обертання 1700 хв⁻¹, нормі викидів EU III, EU IV, V EEV.

Окрім руху з максимальною швидкістю силова установка автомобіля повинна забезпечити і можливість руху в складних дорожніх умовах, для руху в яких максимальний динамічний фактор на нижчій передачі у КПП та РК повинен бути в межах $D_{\max}=0,7-0,9$. За незмінної трансмісії БТР максимальний динамічний фактор при роботі одного двигуна TCD складе 0,922, тобто умова руху за динамічним фактором забезпечується.

При русі в складних дорожніх умовах при значних величинах опору руху і відносно низьких коефіцієнтів зчеплення ($\psi=0,3$; $\varphi=0,4$ – ґрунтові дороги у період бездоріжжя [4]) автомобіль повинен бути повнопривідним. Зважаючи на те, що для повнопривідного автомобіля у даних умовах сила опору руху менше за силу зчеплення, то необхідний крутний момент на колесах складе $M_k=9349,2$ Нм.

За умови установки на автомобілі двигунів однієї фірми з однаковими частотними параметрами як для потужності, так і крутного моменту для основного двигуна $M_k=816$ Нм. Тоді у якості додаткового можна прийняти двигун D 914L3 потужністю 43 кВт за частоти обертання 2300 хв⁻¹ і максимального крутного моменту 204 Нм за частоти обертання 1700 хв⁻¹.

Сумарна потужність двох двигунів складе 204 кВт, тобто на 26 кВт менше за потужність двох двигунів D245.30E2, проте задані показники тягово-швидкісних властивостей забезпечуються.

Для остаточного прийняття рішення стосовно заміни двигунів необхідно визначити і інші показники тягово-швидкісних властивостей і паливної економічності БТР-70 при установці різних типів двигунів.

Висновки

1. Показано, що одним із можливих варіантів заміни штатних двигунів ГАЗ є варіант установки двох дизелів фірми DEUTZ різної потужності. При цьому потужність (161 кВт) від основного двигуна DEUTZ TCD 2013 L4 4V передається тільки на першу і третю вісь, збільшуючи ККД трансмісії до 0,837, що забезпечує режим руху з максимальною швидкістю. Другий двигун D 914L3 потужністю 43 кВт поряд з першим двигуном забезпечує рух БТР в складних дорожніх умовах при значних величинах опору руху і відносно низьких коефіцієнтів зчеплення ($\psi=0,3$; $\varphi=0,4$ – ґрунтові дороги у період бездоріжжя).

2. Сумарна потужність двох двигунів складе 204 кВт, що на 26 кВт менше за потужність двох двигунів D245.30E2, проте задані показники тягово-швидкісних властивостей забезпечуються.

Література

1. Топчій Р.І. Формування підходів до системи оцінювання умов експлуатації бронетехніки шляхом впровадження енергетичних характеристик транспортного потоку/Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. 2013. Вип. 1 (21). – С. 67-333.

2. Мазін С.П., Маренко Г.М., Скиба А.Г., Франков В.М. Пропозиції щодо вдосконалення конструкцій бронетранспортерів Національної гвардії України /Міжвузівський збірник «НАУКОВІ НОТАТКИ». Луцьк, 2017, Випуск №60. С. 156-160

3. Літвінов О.В. Експериментальне оцінювання показників динаміки та опору руху спеціалізованої колісної техніки/Механіка та машинобудування, 2017, №1, с.278-288.

4. Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів: [навчальний посібник] /В.П.Сахно, А.П.Костенко, М.І.Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.

5. Волонцевич Д. О., Веретенников Є. О., Мормило Я. М., Яремченко А. С., Карпов В. О. Тяговий баланс перспективного колесного бронетранспортера с электромеханической трансмиссией// Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – № 5 (1227). – С. 168–172.

УДК 629.113

**ДО ВИЗНАЧЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОПОЇЗДА З
ПРИЧЕПОМ КАТЕГОРІЇ О1**

Сахно В.П., д.т.н., проф.,

Човча І.В., асп.,

Національний транспортний університет

Abstract

A spatial mathematical model of a road train in the transverse plane has been developed. This model was used to study the stability of the road train with a trailer category O1. The critical speed of rectilinear movement of such a road train was 33.97 m / s, the speed of oscillation instability was 31.5 m / s, which is much higher than the normalized value of the maximum speed for road trains with trailers of category O1 (25 m / s). The maximum lateral accelerations when performing such maneuvers as the jerk of the steering wheel and the "shift" did not exceed the maximum allowable 0.45g, ie the stability of the considered train is provided.

Keywords: road train, car, trailer category O1, model, stability, critical speed.

Вступ

Розвиток малого і середнього бізнесу в Україні призвів до збільшення потреби в причепах, що використовуються в зчипці з легковими автомобілями. Це, перш за все, причепи категорій О1 і О2. Відповідно категорія причепів О1 – це, так звані, «легкі» причепи. Крім цього з автомобілями категорії М1 можуть використовуватися причепи категорії О2, які часто називають «важкими». Для цих причепів, що експлуатуються, як правило, приватними підприємцями і аматорами, дуже важливими є параметри щодо навантаження на тяговий автомобіль і причіп, зокрема розташування вантажу в причепі. Завантажувати причіп необхідно рівномірно по всій площі підлоги вантажного причепа або фургона, а поодинокі вантажі повинні бути розташовані і закріплені над віссю або спареними осями. Розташування центру мас над віссю причепа забезпечує нормальне навантаження на зчипну кулю [1].

Цілком очевидно, що підвищення ефективності роботи автопоїздів шляхом збільшення швидкості руху не повинно завдавати шкоди безпеці руху. Тому дослідження стійкості руху автопоїздів з причепами категорії М1 є актуальною задачею.

Аналіз попередніх досліджень

Питанню удосконалення експлуатаційних властивостей вантажних автопоїздів присвячена велика кількість робіт. Проте малотоннажні автопоїзди практично випали з поля зору вчених як у нашій країні, так і за її межами. Роботи в цій галузі малочисельні і направлені на вивчення і удосконалення конкретних експлуатаційних властивостей, зокрема тягових і гальмівних, а також в деякій мірі маневреності і стійкості у всьому спектрі режимів руху. За рубежом накоплений відповідний досвід у проектуванні і виробництві причепів для легкових автомобілів. Проте конкретних даних по методиці вибору

параметрів, які використовують іноземні виробники при проектуванні і виробництві причепів, у відкритому доступі майже відсутні.

У ряді експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів (АТЗ) при тенденції збільшення швидкостей руху найважливішими показниками якості, що зберігається, на будь-яких режимах, є стійкість і керованість [2]. Вибір конструктивних параметрів АТЗ, що забезпечують саме ці властивості, підвищує активну безпеку експлуатації і знижує вірогідність дорожньо-транспортних пригод (ДТП) на транспортних операціях. Стійкість і керованість АТЗ в сукупності повинні забезпечити упевненість водія в реалізації режиму руху, що задається, виключити мимовільне виникнення небезпечного відхилення від нього і зберегти можливість швидкого коректування з подальшою стабілізацією того ж режиму. Управління АТЗ з недостатньою стійкістю ускладнюється, оскільки автопоїзд "рискає" або ухиляється вбік. Для підтримки необхідного напрямку руху необхідне постійне коректування напрямку руху [2].

Шкідлива і надмірна стійкість, оскільки обмежуються маневрені можливості АТЗ, зменшується чутливість рульового управління, а також притупляється так зване "відчуття дороги", що також приводить до підвищеної напруженості уваги водія.

З погляду практичних цілей при розробці нових АТЗ, а також модернізації існуючих важливим стає не тільки причина порушення стійкості, а реакція АТЗ на неї і управляючі дії водія, що є неоднозначними і нестабільними. Тому передбачається, що стійкість і керованість руху АТЗ повинні забезпечуватися конструктивними параметрами самої машини.

Підсумком аналізу курсової стійкості і вписуваності для найбільш загальної лінійної моделі автопоїзда з'явилися вираз критичної швидкості прямолінійного руху і значення рівноважних фазових змінних, що відповідають круговому руху по колу достатньо великого радіусу [4]. Подальшим розвитком в області досліджень керованості та стійкості руху було застосування нелінійних моделей взаємодії колеса з опорною поверхнею у бічному напрямку і застосування просторових моделей транспортних засобів..

Аналіз нелінійних моделей має характерні особливості в порівнянні з лінійними - реалізація одного з можливих стійких режимів залежить від початкових значень всіх фазових змінних системи. При цьому важливе не тільки знання факту стійкості стаціонарного режиму в малому, а і оцінка області тяжіння, і топологічна структура розбиття фазового простору системи

Якісна оцінка стійкості виконується на основі загальної теорії стійкості руху А. М. Ляпунова . При цьому встановлюється лише факт збільшення чи зменшення отриманих випадкових відхилень від заданого руху. Для кількісної оцінки стійкості в математичній теорії стійкості руху розроблені спеціальні методи. З цією метою також визначаються характеристики власних рухів АТЗ і зовнішніх збурень, граничні умови, що визначають можливість руху за умовами перекидання, заносу тощо [2] . Тому оціночними параметрами стійкості звичайно служать критичні параметри (наприклад, швидкість руху), що визначають граничні умови переходу від стійкого руху до нестійкого, а

також характеристики, що визначають реакції АТЗ після припинення дії зовнішніх збурень.

Постановка проблеми

Успішне розв'язання питання про курсову стійкість руху автопоїзда з причепом категорії О1 залежить від правильного вибору розрахункової схеми, яка б найбільш повно відображала найважливіші фактори, що впливають на цю експлуатаційну властивість, і від точності оцінки сил взаємодії пневматичної шини з дорогою [3].

Мета та завдання дослідження

Мета роботи - визначення показників стійкості автомобільного поїзда з причепом категорії О1. Для досягнення мети дослідження вирішувалися такі задачі:

- розробка математичної моделі просторового руху автопоїзда;
- визначення кутів крену автомобіля і причепа у поперечній площині;
- визначення кутів відведення коліс автомобіля і причепа;
- визначення показників стійкості автомобільного поїзда.

Результати вирішення основних завдань

При дослідженні стійкості руху автопоїзда розглядають, як правило, плоскопаралельний рух його ланок. При цьому вважають, що нормальні реакції опорної поверхні на колеса правого і лівого борту однакові. За такої умови стійкість руху розглядають для плоскої моделі автопоїзда. Проте при високому розташуванні центра мас причепа можлива суттєва зміна реакцій опорної поверхні на його колеса. Тому необхідно розглянути рух автопоїзда як в горизонтальній, так і в поздовжній вертикальній і поперечній площинах.

У роботі [4] записана система рівнянь плоскопаралельного руху автопоїзда з одновісним причепом, що використана у даній роботі.

При дослідженні стійкості руху автопоїзда з причепом категорії О1 система рівнянь плоскопаралельного руху повинна бути доповнена рівняннями автопоїзда у поперечній площині.

Розрахункова модель кожної ланки автопоїзда складається з невіднесеної і віднесеної маси. Вісь крену проходить паралельно опорній поверхні, центр мас кожної ланки автопоїзда лежить на вертикальній осі, з цією ж віссю перетинається вісь крену, яка співпадає з поздовжньою віссю автомобіля і причепа. У такому випадку маси віднесеної маси автомобіля і причепа розташовуються відносно центру мас автомобіля таким чином, що сума їх моментів відносно центру мас дорівнює нулю [5]. Це дало можливість записати рівняння руху автопоїзда у поперечній площині. При цьому у виразі бічних сил, що діють на колеса автомобіля і причепа було враховано крен кузова автомобіля і причепа і нахил їх коліс у поперечній площині.

У якості основного оціночного параметра стійкості прямолінійного руху прийнята критична швидкість, яка визначена як

$$V_{кр}^2 = \frac{k_1 k_2 k_3 L_1 l_1^2}{kk_1 \{mL_1(k_1 a - k_2 b) - m_1 L_1 k_2 l_1 + m_2 b [k_1(a+c) + k_2(c-b) - k_1 \lambda]\} - mL_1 k_1 k_2 b \lambda + m_2 b k_1 k_2 (c-b) \lambda} \quad (1)$$

де $k_1 k_2 k_3$ - коефіцієнти опору відведення передніх, задніх коліс автомобіля і причепа; kk_1 - коефіцієнт жорсткості керуючого колісного модуля автомобіля;

m , m_1 , m_2 – маса керуючого колісного модуля, автомобіля і причепа; λ – винос керованих коліс автомобіля; L_1 , l_1 – база автомобіля і причепа; a , b – координати центру мас автомобіля; c – відстань від центру мас автомобіля до точки зчипки з причепом.

За рівнянням (1) визначена критична швидкість автопоїзда у складі автомобіля ВАЗ-2109 і причепа ПГМФ 83022, яка склала 33,97 м/с, швидкість появи коливальної нестійкості 31,5 м/с, що значно більше нормованого значення максимальної швидкості для автопоїздів з причепами категорії О1 (25 м/с).

Інтегрування системи рівнянь, що описує автопоїзд у вертикальній площині, поряд з рівняннями, що описують плоскопаралельний рух, дозволяє дослідити характер поведінки змінних – кутів складання і крену кузова автомобіля і причепа, а також бічного прискорення і кутової швидкості ристання при виконанні типових маневрів, таких „рух по колу”, „ривок рульового колеса” та „переставка, $S_p = 24$ м”. У якості прикладу на рис. 1, наведені результати розрахунку кутової швидкості ристання і бічного прискорення, що діє в центрі мас автомобіля і причепа.

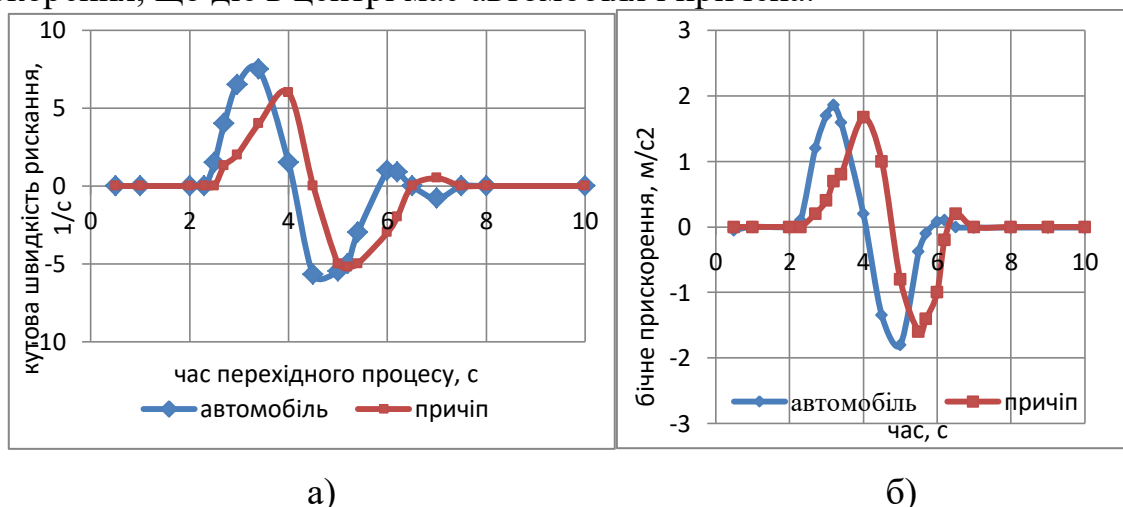


Рисунок 1 – Кутова швидкість (а) та бічне прискорення (б) ланок автопоїзда за швидкості 15 м/с

Як слідує з отриманих результатів розрахунку, більше значення кутової швидкості ристання і бічного прискорення ланок автопоїзда притаманні автомобілю, який і є обмежуючим фактором при виконанні різних маневрів. Разом з тим, про стійкий характер руху ланок автопоїзда при виконанні маневру «переставка» свідчить загасаючий характер коливань швидкості ристання ланок автопоїзда, рис. 1а. Про стійкість руху у більшому ступені можна судити по величині бічних прискорень, що діють у центрі мас окремих ланок, рис. 1.б. Стійкість руху можна вважати задовільною, якщо поперечні прискорення у центрі мас ланки не перевищують 0,45g. Цій умові відповідає автопоїзд, що розглядається.

Висновки

Удосконалена система рівнянь плоскопаралельного руху автопоїзда з одновісним причепом категорії О1, визначені бічні реакції на колесах автомобіля і причепа при крені кузова, визначені кути відведення їх коліс, що

обумовлені креном кузова, а також розроблено просторову математичну модель автомобільного поїзда у поперечній площині. Така модель використана для дослідження курсової стійкості руху автомобільного поїзда з причепом категорії О1, за допомогою якої встановлено, що для автопоїзда, що розглядається, за номінальних параметрів навантаження, тиску повітря в шинах усіх коліс, симетричного завантаження причепа стійкість руху забезпечується. При цьому критична швидкість прямолінійного руху склала 33,97 м/с, (швидкість появи коливальної нестійкості 31,5 м/с), що значно більше нормованого значення максимальної швидкості для автопоїздів з причепами категорії О1 (25 м/с), а максимальні бічні прискорення при виконанні таких маневрів як ривок рульового колеса і «переставка» не перевищили максимально допустимих 0,45g..

Література

1. Езда с прицепом на легковом автомобиле по ПДД. <https://авторазбор.Пб.рф>avto>
2. Стельмащук В.В. До питання комплектації автопоїзда з причепом категорії О₂ /В.В.Стельмащук, Р.В.Пазін //Науковий журнал //Вісник Машинобудування та транспорту. Вінниця, 2016 - № 2. – С. 97-105.
- 3.Сахно В.П. та ін. Ш 25 Шарнірно-зчленовані автобуси. Маневреність та стійкість: монографія/ В.П. Сахно, В.М. Поляков, С.М. Шарай, І.С. Мурований, О.Є. Омельницькій. – Луцьк : ІВВ Луцького НТУ, 2021. - 288 с.
4. Сахно В.П. До визначення показників стійкості автопоїзда категорії М1 у перехідних режимах руху /В.П.Сахно, Р.М.Кузнецов, В.В.Стельмащук, Л.С.Козачук //Сучасні технології в машинобудуванні і транспорті.–Науковий журнал.–Луцьк: Луцький НТУ, 2014. – №2. – С.123-128.

УДК 621. 824.32–044.952

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ
ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ КОМПОЗИЦІЙНИМИ
ПОКРИТТЯМИ**

Солових Є.К. д.т.н., проф.

Катеринич С.Є. к.т.н., доц.

Солових А.Є. к.т.н., доц.,

Грачов Т.А.,

Зайченко С.О.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Abstract

The work is devoted to solving the scientific and technical problem of ensuring the reliability of vehicle parts through the use of composite coatings. The synthesis of the main types of wear of vehicle parts, which allowed implementing the restoration of worn surfaces with composite coatings. Substantiated search and development of high-performance, easy-to-use, technologies for the restoration of parts to achieve high reliability of vehicles is an urgent problem. Solving this problem requires the introduction into practice of strengthening and restoring of vehicle parts and improving existing repair processes based on research in the field of composite coatings.

The generalization of the results of research on the main types of wear of parts of vehicles allowed us to conclude that they work in conditions where operating loads (pressure, temperature, environmental action, etc.) perceives mainly their surface layer and therefore, it is enough to restore not all parts, but only its worn work surfaces by applying composite coatings on them. The paper proves that the reliability of vehicles and their parts in the repair process should be ensured by using composite coatings. It is important to choose the right simple and affordable ways to apply composite coatings will increase the life of vehicles. It is substantiated that among the methods of applying composite coatings the most common, cheapest and simplest method of electric arc spraying.

The basic principles of ensuring the reliability of renewable parts of vehicles by using composite coatings are proposed. The implementation of the principles is based on the analysis of the design features of the parts of vehicles and the composition of composite materials, statistical and mathematical methods used experimental research. In order to solve the problem of ensuring the reliability and increasing the resource of vehicle parts, a structural scheme of the study is presented, which includes: the urgency of the research problem, goal setting, setting tasks and ways to solve them; analysis of existing methods of vehicle repair; the choice of composite materials and method of coating, which will solve the problem.

Restoration of details of means of transport by drawing composite coverings allowed to solve a problem of maintenance of their resource which does not concede to a resource of new details.

Keywords: details of vehicles, composite coatings, performance properties, bond strength, density, microhardness, hardness, wear resistance

Вступ

Ефективність використання ЗТ обмежена встановленими ресурсами та строками служби. Основною причиною втрати працездатності деталей засобів транспорту є зношування (80-90% від спільної кількості відмов). Зносостійкість - важлива експлуатаційна характеристикою деталей засобів транспорту (ДЗТ), яка лімітує термін їх служби. Одна з причин недостатньої зносостійкості ДЗТ пов'язана з обмеженим використанням при їх виготовленні і ремонті зносостійких матеріалів, технологій зміцнення і захисних покриттів. Багаточисельні дослідження показали, що найбільш раціональним і економічно доцільним вирішенням проблеми підвищення зносостійкості ДЗТ є нанесення на їх робочі поверхні композиційних покриттів (КП), перевагами яких є висока міцність, жорсткість і зносостійкість.

Вирішення поставленої проблеми пов'язане з розробкою способів нанесення КП. Аналіз літературних джерел показав, що існує достатньо багато методів нанесення КП, кожен з яких може служити темою окремого дослідження. Більшість методів нанесення покриттів альтернативні. При їх виборі виникають труднощі із-за різних екологічних показників, енерговитрат, вартості устаткування і матеріалів. На виробництві найбільш широко серед способів нанесення покриттів переважають традиційні види наплавлення і напилення з подальшою їх механічною обробкою (МО). Однак практика показує, що при наплавленні в значній мірі (на 20-30%) втрачаються позитивні початкові властивості матеріалів деталей і покриттів, які регламентуються при їх виробництві.

В якості матеріалу для нанесення зносостійких покриттів (ЗП) використовують порошкові (дисперсно-зміцнені) композиційні матеріали (КМ) на металевій основі. Наповнювачами в них служать дисперсні частинки тугоплавких фаз – оксидів і карбідів, основною функцією яких є зміцнення КМ. Композиційні покриття з металевою матрицею мають низку переваг: високі показники міцності, модуля пружності, пластичності і в'язкості, технологічності; малу чутливість до зміни температури, високі тепло- і електропровідність. Металева матриця легко деформується під дією навантаження, забезпечуючи спільну роботу армуючих елементів, рівномірно розподіляє напруження. Об'єднуючи в одне ціле армуючий наповнювач, матриця забезпечує несучу здібність композиту і захищає наповнювач від механічних ушкоджень і окислення. Вибором матриці визначається температурна область КП.

В процесі експлуатації особливістю зносу робочих поверхонь ДЗТ є його локальний характер і нерівномірність. Враховуючи цю особливість, доцільно КП наносити відповідно з епюрою нерівномірного зносу. Одним з важливих питань при виборі покриття є його товщина. Залежності товщини покриття, його адгезійної міцності, залишкових напружень, а також експлуатаційних навантажень встановлюють граничні значення товщини покриття. Таким чином, підвищення зносостійкості ДЗТ шляхом нанесення на їх робочі поверхні КП є однією з невирішених задач в проблемі підвищення експлуатаційних властивостей та строку служби засобів транспорту (ЗТ).

Аналіз попередніх досліджень

Проведений аналіз попередніх патентно-інформаційних досліджень та літературних джерел [1-5] дозволяє зробити наступні висновки: 1) довговічність ДЗТ, що експлуатуються, знаходиться в прямій залежності від здатності протистояти корозійно-механічному зносу їх робочих поверхонь; 2) багаточисельні дослідження [6-11] показали, що найбільш раціональним і економічно доцільним вирішенням проблеми підвищення зносостійкості робочих поверхонь ДЗТ є застосування покриттів із КМ; 3) вирішення поставленої проблеми пов'язане з розробкою технологічних способів нанесення КП [12-15]; 4) враховуючи локальний характер і нерівномірність зносу робочих поверхонь деталей ЗТ доцільно покриття наносити відповідно з епюрою нерівномірного зносу; 5) при відновленні зношених деталей необхідно прагнуть досягти максимально можливої товщини покриття.

Постановка проблеми

Засоби транспорту – складна технічна система, яка складається з багатьох вузлів, агрегатів і окремих деталей, надійність яких впливає на безпеку їх роботи. Проведений синтез основних видів зношування ДЗТ та способів забезпечення їх надійності [4,5] дозволяє зробити висновок, що відновлення їх деталей доцільно реалізувати шляхом нанесення КП [1,6,7]. Обґрунтований пошук і розробка високопродуктивних і простих в експлуатації технологій відновлення ДЗТ для досягнення високих показників надійності ЗТ – актуальна проблема. Вирішення цієї проблеми вимагає впровадження в практику зміцнення, відновлення і підвищення надійності ДЗТ нових і вдосконалення існуючих процесів ремонту [11-15], що базуються на дослідженнях в області нанесення КП [1,6,7,9,10].

Узагальнення результатів досліджень основних видів зношування ДЗТ [4,5] дозволив зробити висновок, що вони працюють в умовах, при яких експлуатаційні навантаження (тиск, температура, дія навколишнього середовища, тощо) сприймає, головним чином, їх поверхневий шар і тому, достатньо відновлювати не всю деталь, а тільки її зношені робочі поверхні шляхом нанесення на них КП. Розробці способів відновлення деталей КП для забезпечення надійності та підвищення ресурсу ЗТ присвячені роботи К.А. Ющенко, Ю.С. Борисова, Ю.С. Харламова, Б.А. Ляшенко, Є.К. Посвятенко та інших вчених.

Мета та завдання

Висновки проведеного аналізу попередніх досліджень [1-15] дозволяють сформулювати мету роботи. Метою роботи є підвищення експлуатаційних властивостей (зносостійкості, міцності, строку служби) деталей засобів транспорту композиційними покриттями. Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні завдання: 1) на основі аналізу літературних джерел та патентно-інформаційних досліджень обґрунтувати доцільність зміцнення і відновлення ДЗТ КП; 2) вибрати склад КМ для нанесення КП; 3) визначити фізико-механічні властивостями КП і їх вплив на експлуатаційних властивостей ДЗТ.

Результати вирішення основних завдань проблеми

В роботі доведено, що надійність ЗТ та зносостійкості їх деталей доцільно забезпечувати шляхом використання КМ на металевій основі. Вибір КМ на металевій основі обґрунтований високими значеннями характеристик міцності, модуля пружності і їх збереженням до температур плавлення основного металу; високою тепло- і електропровідністю. У дисперсно-зміцнених КМ на металевій основі наповнювачами служать дисперсні частинки тугоплавких фаз – оксидів, нітридів і карбідів. Вибір армуючого компонента визначається призначенням КМ, вибір матричного матеріалу – рівнем робочих температур. Механічна поведінка КМ визначається співвідношенням властивостей армуючих елементів і матриці, а також міцністю зв'язку між ними. Комбінуючи об'ємний вміст компонентів, можна, залежно від призначення, отримувати матеріали з необхідними значеннями міцності, зносостійкості, жароміцності, модуля пружності, а також створювати композиції з необхідними властивостями. Композиційні кераміко-металічні покриття по їх призначенню і використанню розділяють на зносостійкі, антифрикційні, фрикційні, корозійностійкі, спеціальні. Таким чином, КП приймають на себе частину функціональних властивостей робочих поверхонь ДЗТ (зносостійкість, контактну міцність і т.д.) і тим самим забезпечують виготовлення деталей із менш дефіцитних і більш дешевих матеріалів.

Важливою умовою подальшої працездатності зміцнених і відновлених КП ДЗТ є узгодженість термомеханічних характеристик КМ і матеріалу деталі. Матеріал деталі повинен мати мінімальну різницю коефіцієнтів термічного розширення в порівнянні з матеріалом покриття, забезпечити максимальну міцність зчеплення з ним. Другими словами, КП і матеріал деталі повинні мати «експлуатаційну сумісність». Таким чином, вибір компонентів КМ обмежується їх сумісністю. Вирішення проблеми регулювання сумісності компонентів в КП дає в повному обсязі використовувати його триботехнічні властивості. Одним з підходів вибору матеріалу КП є встановлення зв'язків у системі «експлуатація-матеріал», а з позиції технології - в умовному трикутнику «склад-структура-властивість». Коли хімічний склад матеріалу заданий, на перший план виходять три основні критерії: 1) енергонасиченість матеріалу; 2) щільність покриття; 3) температурно-тимчасовий режим, при якому формується КП, що забезпечує функціональні властивості ДЗТ.

Велике значення має правильний вибір досить простих і доступних способів нанесення КП. Вибір методу формування КП визначається наступними чинниками: конструкцією деталі; видом матеріалів деталі, матриці і наповнювача КМ; створення міцного зв'язку між компонентами покриття, поєднання процесів відновлення (виготовлення) деталі і отримання покриття; економічною доцільністю. Найчастіше використовуються технологічні процеси (ТП): пресування, прокатка, плазмове напилення, комбіновані методи, наприклад, плазмове напилення з подальшим ущільненням і інші. Обґрунтовано, що серед способів нанесення КП найбільш поширений, найдешевший і найпростіший метод електродугового напилення

(ЕДН) [16-19]. Для ефективного вирішення проблеми підвищення експлуатаційних властивостей ДЗТ КП організація досліджень була представлена у вигляді структурної схеми (рис. 1).

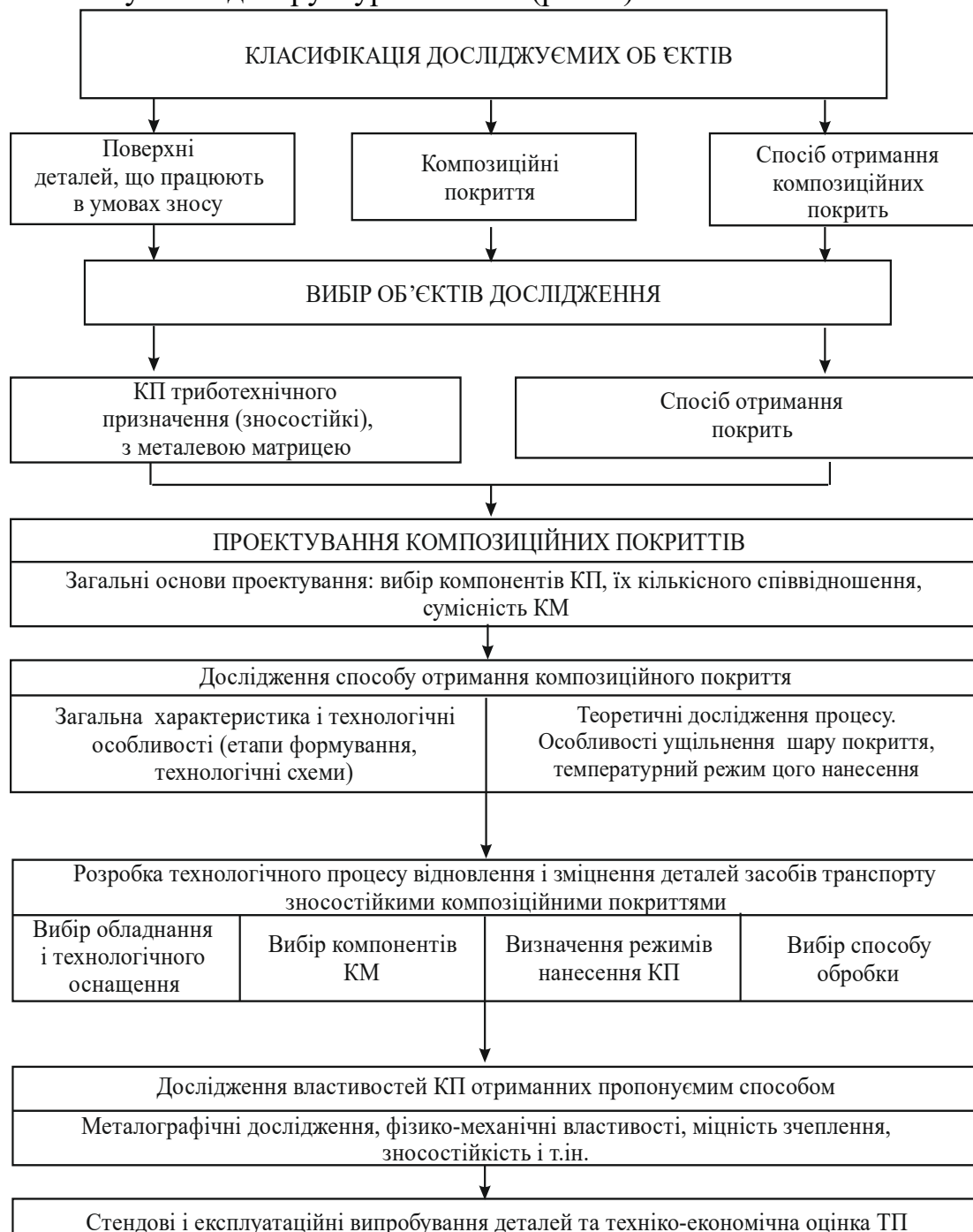


Рисунок 1 Структурна схема досліджень

Структурна схема досліджень включає: 1) обґрунтування актуальності проблеми роботи, визначення мети, постановку завдань та шляхи їх вирішення; 2) аналіз існуючих способів ремонту, що забезпечують надійність ЗТ; 3) вибір складу КМ та способу нанесення КП, що дозволить вирішити поставлену проблему.

Розроблені основні принципи забезпечення надійності відновлюваних ДЗТ в процесі ремонту, що відображають функціональні, експлуатаційні, матеріально-технічні та технологічні аспекти їх ремонту шляхом використання

КП. Реалізація принципів базується на використанні конструктивних особливостей ДЗТ, аналізі КМ та виборі способу нанесення КП, основних статистичних та математичних методах, експериментальних дослідженнях.

Нами була запропонована розрахункова схема взаємозв'язку параметрів утворення КП з фізико-механічними властивостями формуємих покриттів (рис. 2), що включає:

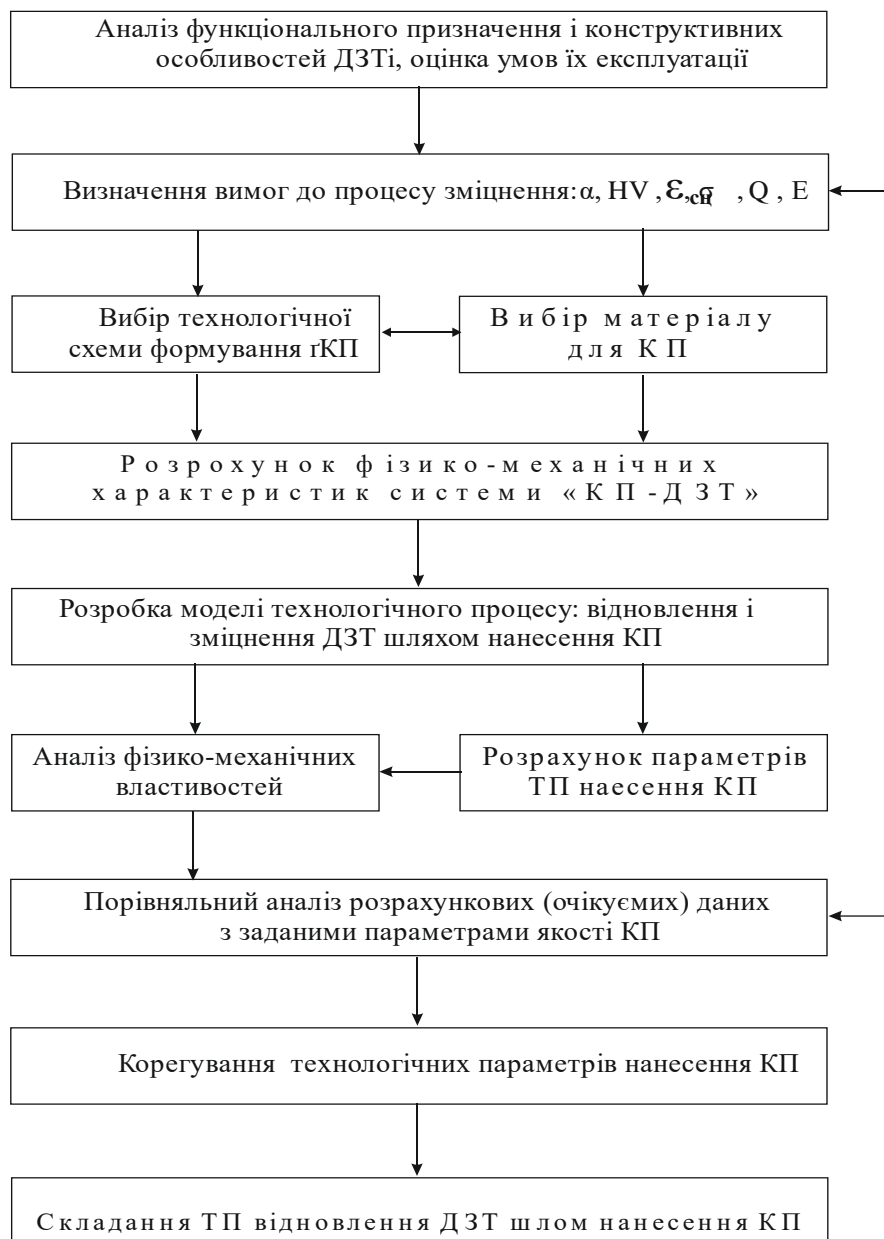
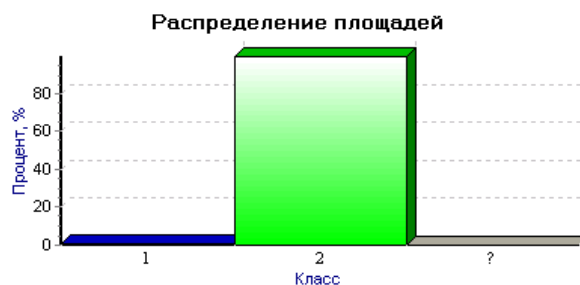
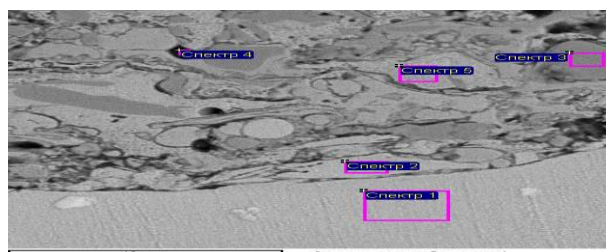


Рисунок 2. Розрахункова схема взаємозв'язку параметрів утворення КП з його фізико-механічними властивостями

У роботі представлені результати досліджень КП системи (NiCr–Cr₃C₂) (рис. 3). Покриття наносили на циліндричні зразки (діаметр 120 мм). Матеріал зразків - сталь 45. Матеріал покриття - порошковий дріт, що складається з композиційного матеріалу КХН15 (85%Cr₂C₃+15%Ni) і матеріал покриття - КХН30 (70%Cr₂C₃+30%Ni). На циліндричні зразки покриття наносили методом ЕДН без підшару і з використанням підшару з ніхрому (Ni-Cr 80/20).



а) x100

Спектр	C	Cr	Fe	Ni	W
Спектр 1	16.4	82.0		1.49	
Спектр 2	11.2	69.1		18.2	1.1
Спектр 3	11.1	73.5	0.3	15.4	
Спектр 4	10.4	70.9	0.5	18.7	
Спектр 5	20,7	65,2	0,7	24,1	

б)

в)

Рисунок 3 Результати досліджень зразка з КП, отриманим ЕДН:

а) структура; б) пористість (1 - ■ - пори 6,21%, 2 - ■ - основа 93,79%), в) таблиця 1 - розподілення легуючих елементів

Дослідження мікроструктури проводилося на мікроскопі MeF-3 фірми "Reichert" (Австрія) (рис. 3, а). Під час дослідження використовувався метод скануючої електронної мікроскопії та мікрорентгеноспектрального аналізатора. Точковий мікрорентгеноспектральний аналіз проводився за програмою кількісного аналізу. Результати досліджень представлено на рис. 3 (табл. 1). На рис. 3, б представлено розподіл пористості за класам, середня пористість та гістограми розподілу пористості. Пористість покриттів визначалася кількісним стереологічним аналізом зразків на автоматичному аналізаторі зображення "Mini-Magiscan" фірми "Joуse LoebI", Англія, за програмою "Genias 26". Міцність зчеплення покриттів визначалася за розрахунково-експериментальною методикою, розробленою в Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренко НАН України та становила – 80...100 МПа [20-21].

Після проведення досліджень КП наносили на поверхні ДЗТ, які додатково були згруповані по конструктивно-технологічним ознаками (табл. 1) на деталі типу вал, втулка, важіль, корпус, шестерня, диск і ін. Приклади відновлених і зміцнених ДЗТ представлені на рис. 4.

Таблиця 1. Класифікація ДЗТ по конструктивно-технологічним ознакам

№ групи	Група	Характеристика відновлювальних поверхонь	Характерні представники групи
1	Корпусні	Отвори	Блоки, корпуси
2	Дискові	Кільцеві поверхні	Диски
3	Вали	Циліндричні поверхні	Шліцьові вали, вали
4	Плоскі	Поверхні малої довжини	Пази, канавки

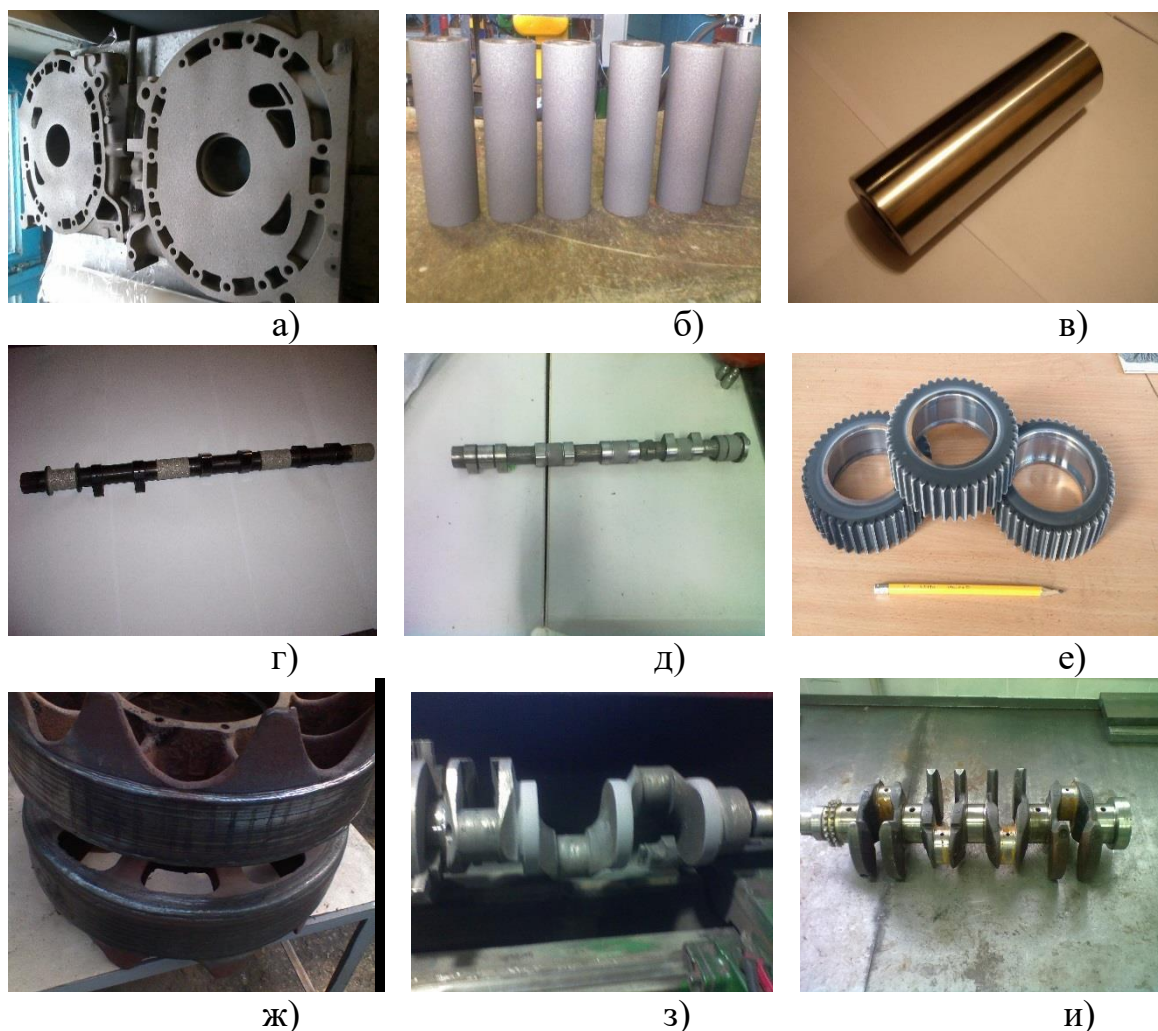


Рисунок 4. Приклади відновлених і зміцнених ДЗТ: а) деталь ротора автомобіля Mazda; б), в) палець поршня 304-10-2 (сталь 12ХН3А-42, HRC58, товщина покриття $h=0,8...1,5$); г), д) розподільчий вал 20--0715А і 101410АО (сталь 45, HB 163-207, 0,1...2,5); е) шестерні (сталь 18Х2Н4МА, HRC35-45, $h=0,6...0,9$); каток опорний (сталь 33ХС80, HRC55-60, $h=1,2...2,5$); колінчастий вал (сталь 18Х2Н4МА, HRC55-60, $h=1,5...3,5$)

Висновки

Узагальнюючи результати досліджень основних видів зношування деталей ЗТ зроблено висновок, що вони працює в умовах, при яких експлуатаційні навантаження (тиск, нагрівання, дія навколишнього середовища і ін.) сприймаються головним чином їх поверхневим шаром. Тому, достатньо відновлювати тільки робочі поверхні деталі, а не всю деталь, шляхом нанесення покриття.

Шляхом проведених досліджень і їх аналізу показана ефективність нанесення покриттів із КМ для підвищення зносостійкості та підвищення ресурсу ЗТ в процесі відновлення їх деталей.

Обґрунтовано, що серед способів нанесення КП найбільш поширений, найдешевший і найпростіший метод ЕДН. В роботі визначено вплив параметрів ЕДН на фізико механічні властивості системи «КП-відновлена поверхня» (щільність, мікротвердість, міцність зчеплення, зносостійкість).

Запропоновані основні принципи забезпечення надійності відновлюваних ДЗТ в процесі ремонту, що відображають функціональні, експлуатаційні, матеріально-технічні та технологічні аспекти їх ремонту шляхом використання КП. Реалізація принципів базується на аналізі конструктивних особливостей деталей засобів транспорту та складу композиційних матеріалів, використовуваних статистичних і математичних методах, експериментальних дослідженнях.

З метою вирішення проблеми забезпечення надійності та збільшення ресурсу ДЗТ представлено структурну схему дослідження, що включає: обґрунтування актуальності проблеми досліджень, визначення мети, постановку завдань і шляхів їх вирішення; аналіз існуючих методів ремонту ЗТ; вибір складу КМ та способу нанесення покриттів.

Відновлення ДЗТ шляхом нанесення КП, вибір складу КМ, управління його складом і структурою в процесі відновлення і зміцнення дозволило підвищити їх експлуатаційні властивості більш ніж в 2 рази в порівнянні з традиційними способами наплавлення та вирішити задачу забезпечення їх строку служби, який не поступається ресурсу нових деталей.

Відновлення ДЗТ шляхом нанесення КП дозволило вирішити проблему забезпечення їх ресурсу, який не поступається ресурсу нових деталей. Висновки і основні результати використовуються при виконанні магістерської роботи на кафедрі «Експлуатація та ремонт машин»

Література

1. Патент №130155 Україна: В22F 7/00, С23С 30/00. Спосіб нанесення покриття з композиційного матеріалу на деталі машин. Бюл. № 22. 6 с.
2. Патент 58032 Україна: МПК С23С 30/00, 14/00. Спосіб газополуменового напилення тугоплавких порошків. Опубл. 2011. Бюл. №6.
3. Пат. 2497230, МПК Н01L 21/268, В82В 3/00. №2012110142/28. Спосіб створення многослойной наноструктури. Заявл. 19.03.2012; опубл. 27.10.2013.
4. М.С. Агеев Условия эксплуатации, причины и виды износа валов двигателей внутреннего сгорания и повышение их износостойкости и срока службы. *Підвищення надійності машин і обладнання*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. Кропивницький: 2020. С. 119 – 124.
5. Б.А. Ляшенко Анализ причин изнашивания деталей цилиндро-поршневой группы двигателя: матер. 11-й межд. науч.-техн. конф. Киев: 2011. С. 120-124.
6. В.Л. Луканин Многофункциональные композиционные покрытия нового типа. *Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта*: матер. 14 межд. науч.-практ. конф. С-Петербург: 2012. Ч.2. С. 225-230.
7. А.А. Горохов Современные материалы, техника и технология: матер. междун. научно-практ. конф. Курск: ЮЗГУ, 2011. 368 с.
8. А.Н. Гончарова Современные материалы для газотермического напиления. *Научное обеспечение агропромышленного производства*: матер. межд. науч.-практ. конф. Курск: Ч. 3. 2012. С. 227-230.

9. Е.К. Фень Износо- и жаростойкие материалы покрытий для сверхзвукового плазменного и электродугового напыления. *Сварщик: Технологии, производство, сервис*. 2011. № 1. С. 32-35.
10. С.И. Пинчук, Е.Э. Чигиринец Новые антикоррозионные материалы, разработанные на основе ресурсосберегающих и экологичных "зеленых" технологий. *Теория и практи. металлургии*. 2012, № 3. С. 173-176.
11. М.С. Зундан Формирование многослойных покрытий с применением нанопорошков. *"Наноструктурные материалы-2012: Россия-Украина-Беларусь"*: матер. межд. науч.-техн. конф. С-Петербург: 2012. 268 с.
12. А.Н. Шоев Научные технологии нанесения покрытий. *Научные технологии в машиностроении*. 2012, № 11. С. 27-33.
13. М.С. Агеев, І. В. Грицук Застосування комбінованих технологій відновлення для підвищення ресурсу деталей засобів транспорту *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*, 2020, Вип. 194. С. 81–92.
14. Ю.В. Волков, Т.В. Вигерина, М.С. Агеев Восстановление валов дизель-генераторов дискретными покрытиями. *Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность*. Новополюцк: ПГУ, 2016. №3. С. 82–89.
15. М.С. Агеев, А.В. Рудковський, О.П. Грищенко, Е.К. Солових, С.О. Магопєць Відновлення деталей засобів транспорту комбінованим методом нанесення багатофункціональних покриттів *Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету»*. Технічні науки. 2020. №3 (285). С. 268–277.
16. В.Н. Бороненков Основы дуговой металлизации. *Физико-химические закономерности*. УрГУ; Екатеринбург: Унив. изд-во. 2012, 267 с.
17. С.К. Фомичев, М.С. Агеев Восстановление и упрочнение быстроизнашивающихся деталей бронетранспортеров электродуговым напылением. *«Качество, стандартизация и контроль: Теория и практика»*: матер. 15-й межд. науч.-практ. конф. Киев: АТМ України, 2015. С. 184-188.
18. М. Ageev, S. Dovzhuk, V. Nikolaychuk The Influence of Design Parameters for Electric Arc Equipment on the Factors of Spray Process and Properties of Coatings. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*. 2019. Col.1(32). P. 114–123.
18. М.С. Агеев Підвищення експлуатаційних властивостей деталей засобів транспорту шляхом керування факторами процесу електродугового напылення покриттів *Вісник ХНТУ*. Техн. науки. 2019. №3(273). С. 240-248
20. Е.Б. Сорока Пути повышения самоорганизации системы основа-покрытие. *Прочность материалов и элементов конструкций*: труды межд. науч. - техн. конф. Киев: ИПП им. Г.С. Писаренко НАН У2011. С. 561-573.
21. Б.А. Ляшенко, М.С. Агеев Роль теорий адгезии в формировании упрочняющих покрытий. *Инженерия поверхности и реновация изделий*: матер. 18-й междун. научн. – техн. конф. Київ: 2018. С. 6–10.

УДК 629.631.554

**ВИКОРИСТАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ ЛОГІСТИКИ НА ТРАНСПОРТІ.**

Савченко Л.А., к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Махмудов І. І., к.т.н.

ВП НУБіП «Ніжинський агротехнічний інститут»

Abstract

The article proposes an optimization economic and mathematical model that will allow to clearly predict and form the appropriate level of passenger service with minimal costs for their implementation. The paper proposes the use of logistics in passenger transport, which will significantly improve the transportation process with minimal costs.

Keywords: logistics, passenger transport, mathematical model, strategic planning, costs, service, logistics system.

Актуальність проблеми.

Транспортна логістика є різновидом прикладної логістики. Отже оптимізація транспортних послуг вимагає відповідного технологічного, фінансового, інформаційного, правового і ресурсного забезпечення. Використання логістики на пасажирському транспорті дозволяє покращити перевізний процес із мінімальними витратами. Отже, впровадження раціональної транспортної системи забезпечить виконання логістичного підходу із максимальним економічним ефектом.

Одним із основних завдань логістики є забезпечення потреб споживачів із мінімізованими витратами та найвищою якістю. Застосовуючи поняття “логістика” до пасажирських перевезень споживачі мають мати відповідний рівень обслуговування, безпечну, надійну і неперервну доставку. Застосування логістичних підходів при проектуванні і створенні систем пасажирських перевезень повинна враховувати вулично-дорожню мережу населеного пункту, визначення відповідної кількості рухомого складу і типу транспортних засобів для обслуговування намічених маршрутів, вибору режиму руху та ін[1,3].

Аналіз останніх досліджень.

При аналізі наукових робіт відомих вчених слід відмітити, що значний внесок в розвиток методологічних основ управління транспортними процесами і системами пасажирських перевезень зробили науковці: Миротин Л.Б., Воркут А.І., Дмитриченко М.Ф., Левковець П.Р., Поліщук В.П., Хабутдінов Р.А. та інші.

На сучасному етапі розвитку та впровадженні нових систем та технологій при пасажирських перевезеннях відмічені Димченко В.В., Радченко М.Ю., Вербицька В.І. Над проблемою створення самодостатнього функціонування пасажирського транспорту працюють Ігнатенко О.С., Ігудін Р.В.

Основна частина.

Відсутність логістики до управління загальним транспортом створює проблеми його ефективного використання. Логістичний підхід до управління пасажирськими потоками вимагає об'єднання окремих ділянок перевізного процесу в єдину систему, яка здатна забезпечити якісні транспортні послуги населенню.

В роботах Миротина Л.Б [1] прослідковується, що основною задачею стратегічного планування функціонування логістичної системи є прогнозування і формування заданого рівня сервісу пасажирських послуг із мінімальними витратами на їх реалізацію. При економічно обґрунтованих тарифах отримується максимальний прибуток від роботи транспорту. Отже, пропонується використовувати оптимізаційну економічно-математичну модель для формалізованих умов ідеально функціонуючої якісної логістичної системи при перевезенні пасажирів.

Відомий рівень сервісних послуг:

$$S = \sum_{p=1}^p S_q^{rq}, p = 6, \quad (1)$$

де S_q - показник рівня сервісу пасажирських послуг.

Визначені залежності витрат C_q від кожного показника S_q :

$$C_q = C_{(q)} + \frac{C_{1(q)}}{1 - S_q}, q = 1, p, \quad (2)$$

де $C_{(q)}$ - умовно-постійна складова затрат, яка не залежить від показника $S_{(q)}$; $C_{1(q)}$ - умовно-перемінна складова затрат, яка залежить від показника $S_{(q)}$.

Звідси, загальні затрати по забезпеченню відповідного рівня сервісу пасажирських послуг будуть дорівнювати:

$$C = \sum_{q=1}^p C_q \quad (3)$$

Оскільки відомо значення комплексного показника рівня сервісу пасажирських послуг $S_{(ф)}$, то для даного моменту часу відомі і показники $S_{(qф)}^{kq}$.

Потрібно визначити стратегію функціонування логістичної системи, яка забезпечує досягнення оптимального рівня сервісу пасажирських послуг, а відповідно, максимальної величини прибутку - при економічно обґрунтованих розрахункових тарифах або мінімальну величину збитків при фактично занижених тарифах[1].

$$S_{\text{нв}} \rightarrow \left. \begin{array}{l} \dot{I}(S) = P_p - C_v \rightarrow \max \\ Y(S) = P_\phi - C_v \rightarrow m^3n \end{array} \right\} \quad (4)$$

де $P(S)$, $Y(S)$ – відповідно прибуток або збиток при заданому рівні сервіса; P_p , P_ϕ – доходи логістичної системи від реалізації пасажирських послуг при розрахункових, та фактичних тарифах; C_m – допустимі (мінімальні) затрати, необхідні для забезпечення заданого рівня сервісу пасажирських послуг.

Аналіз залежності $P(S)$ дозволяє прийняти варіанти, коли може бути менше або більше $S_{\text{нв}} : S_\phi \langle S_{\text{нв}} ; S_\phi \rangle S_{\text{нв}}$.

У всіх випадках логістична система має втрати прибутку, тому необхідно розглянути абсолютну величину [1] відхилення S:

$$|\Delta S| = S_{\tilde{q}\tilde{d}} - S_{\hat{d}} \quad (5)$$

Базовими оптимальними значеннями для q-х показників рівня сервісу пасажирських послуг приймаємо.

$$S_{\tilde{q}\tilde{d}} = \sqrt[q]{S_{\tilde{q}\tilde{d}}} \quad (6)$$

Також можливо два варіанти співвідношень:

$$S_{\hat{d}}^{eq} \langle S_{\tilde{q}\tilde{d}} \hat{a} \hat{a} S_{\hat{d}}^{eq} \rangle S_{\tilde{q}\tilde{d}} \quad (7)$$

Випадок, коли $S_{\hat{d}}^{eq} = S_{\tilde{q}\tilde{d}}$, є оптимальним і тому аналізу не підлягає.

В першому випадку має місце недостача фінансових засобів $S_{\tilde{q}\tilde{d}}$, величина яких може бути визначена як:

$$C_{\tilde{q}\tilde{d}} = \tilde{N}_q(S_{\tilde{q}\tilde{d}}) - \tilde{N}_q(S_{\hat{d}}^{eq}) = \frac{C_{1(q)}(S_{\tilde{q}\tilde{d}} - S_{\hat{d}}^{eq})}{(1 - S_{\tilde{q}\tilde{d}})(1 - S_{\hat{d}}^{eq})} \quad (8)$$

В іншому випадку логістична система має залишки в зв'язку із нераціональним використанням матеріальних, інформаційних і фінансових ресурсів.

Загальна кількість показників рівня сервісу пасажирських послуг визначається:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 \quad (9)$$

Із врахуванням вказаних залежностей можна визначити:

- загальний обсяг фінансових засобів:

$$C_{\tilde{q}\tilde{d}} = \sum_{q=1}^{\delta 1} C_{\tilde{q}\tilde{d}} = \sum_{q=1}^p \frac{C_{1(q)}(S_{\tilde{q}\tilde{d}} - S_{\hat{d}}^{eq})}{(1 - S_{\tilde{q}\tilde{d}})(1 - S_{\hat{d}}^{eq})} \quad (10)$$

- загальний обсяг фінансових втрат:

$$C_{\hat{d}} = \sum_{q=1}^{\delta 2} C_{\hat{d}} = \sum_{q=1}^{p2} \frac{C_{1(q)}(S_{\tilde{q}\tilde{d}} - S_{\hat{d}}^{eq})}{(1 - S_{\tilde{q}\tilde{d}})(1 - S_{\hat{d}}^{eq})} \quad (11)$$

Де $\delta 1, \delta 2$ - кількість показників S_q , за якими можна визначити недостачу фінансових засобів і втрат.

Якщо $C_{\hat{d}} = \tilde{N}_{\tilde{q}\tilde{d}}$ проводять оптимізацію кількості рухомого складу по видах транспорту у відповідності пасажиропотоку.

Якщо $C_{\hat{d}} > \tilde{N}_{\tilde{q}\tilde{d}}$ потрібно скоротити кількість рухомого складу, що забезпечує скорочення затрат.

Якщо $C_{\hat{d}} < \tilde{N}_{\tilde{q}\tilde{d}}$ система повинна проводити додаткове інвестування у відповідності до пасажиропотоку.

Моделювання логістичного процесу показує, що ефективність функціонування міського транспорту потребує досягнення якнайкращих фінансових результатів діяльності при якісному рівні сервісу [1]. Основними обмеженнями оптимізаційної задачі є окремі показники сервісу: надійність переміщення міського транспорту точно по гарфіку, його доступність, безпека

роботи, комфортність поїздки, а також вартісний показник рівня пасажирського і інформаційного сервісу.

У відповідності із даними обмеженнями економіко-математична модель вирішення задачі із найбільшою ефективністю представлена у наступному виді [1,2]:

$$\sum_k \sum_i (C_{\partial^{\partial e}} - S_{ik}) \cdot X_{ik} + \sum_i E - \sum_k \sum_i I_{ik1} - \sum_k \sum_i I_{ik2} - \sum_k \sum_i I_{ik3} \frac{100 + \hat{A}\hat{A}}{100} \rightarrow \max, \quad (12)$$

де, X_{ik} – пасажиропотік і-го виду загального транспорту в і-му році; Y_{ik} – приріст пасажиропотоку на і-му виді загального транспорту в і-му році; I_{ik} – розмір інвестицій для приросту пасажиропотоку; D_k – дотації із бюджету в і-му році; $C\hat{A}$ – суди банка підприємствам і-му році; \hat{E}_{ik} – питомі капітальні вкладення (інвестиції) на проїзд одного пасажиром; $\hat{A}\hat{A}$ – розмір банківського проценту; $\tilde{N}_{\partial^{\partial e}}$ – розрахунковий тариф на і-му виді загального транспорту в і-му році; S_{ik} – собівартість проїзду на і-му виді транспорту в і-му році; E – ефект від міроприємств планового періоду; α_{ik} – відсоток прибутку, який використовується і-м видом транспорту.

Висновок.

Одним із основних показників, які є в розрахунках комплексної системи економіко-математичних моделей логістичних систем є об'єм пасажирських перевезень. Отже, при формуванні та розрахунку попередніх моделей комплексної системи рекомендується виконувати ряд досліджень, необхідних для визначення ринку пасажирських послуг.

Список використаної літератури

1. Л.Б. Миротин. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов, - М.: Издательство - «Экзамен», 2003. - 224 с.
2. І.Ф.Шпильовий. Методичні основи управління системами міських пасажирських перевезень. Восточноевропейский журнал передовых технологий. 3/6(45), 2010 г., с.23-28.
3. С.М. Вдовенко. Оптимізація комерційної складової пасажирських перевезень в умовах сучасного міста. Вісник Чернігівського державного технологічного університету. - №4(54), Чернігів, 2011, с.198-204.
4. <http://www.mtu.gov.ua/>.

УДК 621.793.620.172

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ТА ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН

Денисенко М.І. к.т.н., доц.

ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України»

Дев'ятко О.С. к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Abstract

In the course of operation of transport and technological cars under the influence of loading and external environment forms of working surfaces change, the mutual arrangement of details is broken, there are fatigue and corrosion destructions. As a result, machine parts lose their functionality and need to be replaced or restored. Production for the restoration of used parts is created in order to restore the efficiency of technically sound and economically feasible range of parts for a given resource. When restoring and strengthening the parts of transport and technological machines, we use innovative methods: laser surface modification, detonation spraying, electrospark methods and others.

Keywords: transport and technological machines, innovations, laser hardening, surfacing methods, polymer coatings.

Вступ

Сучасний рівень експлуатації транспортно-технологічних машин характеризується підвищеними швидкостями та високою продуктивністю, що у свою чергу, призводить до зростання зносу деталей. Працездатність машин в першу чергу залежить від швидкості зміни параметрів їх технічного стану, стабільності та тривалості збереження цих параметрів в заданих допустимих межах. Перевищення хоча би одним параметром граничного значення означає порушення справності або працездатності машини.

Найбільш перспективний шлях забезпечення працездатності – це покращення фізико-механічних властивостей матеріалів і конструкції машини. Використання зносостійких матеріалів, інноваційних технологій і обладнання для відновлення та зміцнення деталей транспортно-технологічних машин знижують швидкість зношування поверхонь тертя, збільшують надійність і ресурс машини.

Аналіз попередніх досліджень

Проблеми забезпечення надійності машин є на сьогодні дуже актуальною, оскільки спрацювання і старіння парку машин випереджує темпи необхідного технічного переоснащення. В нашій державі велика увага приділяється підвищенню технічного рівня техніки шляхом її модернізації при технічному сервісі. З підвищенням енергонасиченості транспортно-технологічних машин зростає конструктивна складність їх деталей, підвищуються вимоги до фізико-механічних властивостей. У зв'язку з цим необхідно вдосконалювати технології і методи для відновлення і зміцнення деталей.

Постановка проблеми

Підготовка та виконання відновлювальних процесів, що використовуються для «відродження» спрацьованих деталей машин, чинять вирішальний вплив на їх після ремонтний ресурс в цілому. Це відбувається тому, що відновлення зазнають звично швидкозношувані деталі, і працездатність будь-якої машини в першу чергу залежить від якості деталей, що вмонтовуються в неї при ремонті. Практика показує, що відмови транспортно-технологічних машин внаслідок зносу досягають 70-80% всіх відмов, які виникають в процесі технічної експлуатації. Аналіз інформаційних джерел переконує, що за кордоном спостерігаємо модернізацію техніки, яка була в експлуатації. Повна модернізація техніки розповсюджена на багатьох ремонтних підприємствах США. Великі можливості підвищення ресурсу відновлювальних деталей відкривають інноваційні технології зміцнення зносостійких покриттів, у тому числі композиційних, котрі забезпечують при ремонті підвищення довговічності окремих збірних одиниць і машини в цілому. [1].

Мета та завдання

Дослідження, обґрунтування та розробка раціонального способу і технології відновлення деталей транспортно-технологічних машин

Для вирішення даної мети визначені наступні завдання дослідження:

- вивчити основні види спрацювання і руйнування поверхонь деталей і робочих органів транспортно-технологічних машин;
- обґрунтувати та вибрати раціональні способи відновлення і зміцнення деталей і робочих органів транспортно-технологічних машин;
- розробити раціонально-економічний спосіб відновлення і зміцнення деталей та робочих органів транспортно-технологічних машин.

Результати вирішення основних завдань проблеми

У сучасних машинах причини різних змін (пошкоджень і руйнувань) деталей – це вплив на них різних видів енергії (теплової, механічної, хімічної) у вигляді тих чи інших параметрів зовнішнього середовища. Крім багатьох факторів, що утворюються під впливом зовнішніх причин, деталі машин зазнають пошкодження та руйнування під впливом внутрішніх факторів. До них відносяться: 1) втома матеріалів внаслідок пере розподілення внутрішніх напружень, що утворюються у процесі структуроутворення деталей; 2) різноманітні види корозії.

Одним з основних негативних процесів, що знижують потенціал працездатності транспортно-технологічних машин і обладнання, являється інтенсивний знос елементів машин. В процесі експлуатації машини зазнають різного зовнішнього (експлуатаційного) та внутрішнього впливу, в результаті чого змінюється їх технічний стан: зростають витрати пального і оливи; зменшуються робочі швидкості і потужність, тягове зусилля; зменшується продуктивність. При використанні машин одні і ті ж деталі, і навіть одна поверхня тертя, одночасно можуть зазнавати декілька видів зношування.

Велика кількість способів відновлення спрацьованих деталей дозволяє усунути однакові пошкодження і дефекти різними методами. Порівняльні

випробування різних покриттів дозволяють рекомендувати ті або інші методи для відновлення типових деталей машин. Аналіз конструктивно-технологічних характеристик, умов роботи і зносу деталей транспортно-технологічних машин показує, що транспортне машинобудування повинно використовувати наступні способи відновлення деталей, які забезпечать найвищі показники довговічності:

Дифузійна металізація – процес насичення сталі кремнієм, алюмінієм, бором, титаном та іншими елементами. Борування – поверхнєве насичення сталі бором при нагріванні у відповідному середовищі з метою отримання твердої та зносостійкої поверхні. Завдяки тому, що на поверхня деталі утворюється шар борідів FeB, Fe₂B товщиною 0,1 мм суттєво підвищується твердість і зносостійкість.

Відновлення деталей машин наплавленням: наплавлення в газових середовищах, порошковими дротами, під легованими керамічними флюсами; плазмовою дугою; наплавлення в газових середовищах рекомендується для відновлення ходової частини тракторів і деталей трансмісії, індукційне наплавлення зі струмами високої частоти ефективно використовується для нанесення покриттів товщиною 0,3...2,5 мм.

Електроіскрове легування (наприклад, твердих сплавів) може бути використано для відновлення спрацьованих деталей на поверхні нерухомих спряжень (місця під підшипники кочення на валах і осях). Процес здійснюється перенесенням матеріалу електроду (аноду) на деталь (катод) при електроіскровому розряді у газовому середовищі.

Ведучу роль у ремонті машин займають процеси зварювання і наплавлення, на котрі припадає близько 80% всіх відновлювальних деталей. Крім того, відновлення спрацьованих деталей наплавленням економічно вигідно, тому що при цьому зменшується собівартість процесу, у середньому на 4% у порівнянні з вартістю виготовлення нових деталей при збереженні терміну їх служби. На основі проведених досліджень розроблені технологічні процеси відновлення шестерень коробки передач шляхом електронно-променевого зварювання [2]. Значення виробництва деталей машинобудування з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) не визиває сумнівів, тому що ці матеріали відповідають технічним, економічним і екологічним вимогам виробників та споживачів.

Висновки

Виникає необхідність проведення дослідження використання і розробки технологічного процесу деталей з полімерних композиційних матеріалів при відновленні транспортно-технологічних машин.

Література

1. Щербаков, Ю.В. Современные способы восстановления и упрочнения деталей: учебное пособие // Ю.В.Щербаков, А.М.Кашфулин. Пермь «Прокрость», 2018 - 191с; «Пермский государственный аграрно-технологический университет им.акад.Д.Н.Прянишникова.

2. Поболь,И.Л. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин с помощью электронно-лучевой сварки [Текст] / И.Л.Поболь, И.Г.Олешук, М.К.Степанкова. – К.: «Сварщик», 2003. 5(33).- с.5-7.

УДК 631.3:629.114.2

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ
ТА БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ**

Денисенко М.І. к.т.н., доц.

ВСП «Немішаївський фаховий коледж НУБіП України»

Дев'ятко О.С. к.т.н., доц.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Abstract

Intensification of agricultural production predetermines the sharp increase of transport works, different loads: of transportations of mineral fertilizers, harvest of the field cultures, products of stock raising related to moving, fuel lubricating materials for agricultural machines and various economic loads for farms.

One of basic lacks of agricultural transport is low technical level and unsatisfactory state him productive base. Transport charges in an agro industrial complex arrive at more than 30 percent's of lump sum of charges on the production of agricultural goods.

Keywords: transport process, agricultural load, technology, travelling motion.

Вступ

У технології вирощування сільськогосподарських культур транспортні роботи в загальному об'ємі складають більше 30% загальної суми витрат праці і 45% витрат енергії, передбачені виробництвом сільськогосподарської продукції. Як показують дослідження, об'єм перевезень сільськогосподарських вантажів зростає. До сільськогосподарських вантажів відносяться: різноманітна продукція сільськогосподарського виробництва (зерно, овочі, фрукти, продукти тваринництва і рослинництва та інш.), а також добрива, паливно-мастильні і будівельні матеріали, різноманітні господарчі вантажі фермерських господарств. Агропромисловий комплекс відноситься до галузі, що має значну номенклатуру вантажів.

Тільки галузі землеробства і тваринництва надають більше 45 найменувань вантажів у вигляді основної та побічної продукції.

Аналіз попередніх досліджень

Структура вантажів (співвідношення їх кількості з різними властивостями) визначає вимоги до складу транспортного парку. Сільськогосподарські вантажі класифікуються за наступними ознаками: фізико-механічними і біохімічними властивостями; ступеню використання вантажопід'ємності транспортних засобів; терміновості і періодичності перевезень; способу завантаження та вивантаження; масовості і умовам перевезень. За фізико-хімічними властивостями поділяють вантажі: тверді, рідкі або наливні (молоко, рідке пальне, аміачна вода та інші), газоподібні.

До фізико-механічних властивостей сільськогосподарських вантажів належать також кути природнього відкосу, коефіцієнти тертя, бічного тиску та інші, котрі впливають на конструкцію кузова та кріплення його до рами. [1]. Близько 70% сільськогосподарських вантажів відносяться до насипних і

навалочних. Важливим чинником при перевезенні сільськогосподарських вантажів займає організація руху транспортного засобу, тому що, від правильного вибору маршруту руху залежить частка порожнього пробігу ТЗ (транспортного засобу) у загальному пробігу. Сукупність елементів, що утворюють закінчену операцію доставляння вантажів, називається циклом перевезень, або їздою. [2]. Транспортним називається такий процес, що супроводжується спрямованим переміщенням вантажів у галузі виробництва сільськогосподарської продукції з одного об'єкта в інший без будь-яких якісних змін цих вантажів.

Постановка проблеми

Основним видом транспорту в агропромисловому комплексі являється автомобільний. На його частку припадає до 80% об'єму перевезення вантажів. Тракторним парком виконується 16% об'єму перевезень вантажів. Основна особливість сільськогосподарських вантажів полягає в тому, що зі спливанням часу, в них відбуваються складні біологічні процеси, від характеру та інтенсивності котрих залежать якість та їх зберігання. [3].

Фізико-механічні та агробіологічні особливості сільськогосподарських вантажів обумовлюють вимоги до рухомого складу, технології транспортного процесу, правил та безпеки дорожнього руху.

Мета та завдання

Вдосконалення технології транспортного процесу та безпеки дорожнього руху при перевезенні сільськогосподарських вантажів

Для вирішення даної мети визначені наступні завдання дослідження:

- оптимізувати технологію транспортного процесу при перевезенні сільськогосподарських вантажів;
- вивчити особливості природно-кліматичних умов та їх вплив на ефективність транспортного процесу при перевезенні сільськогосподарських вантажів;
- розробити заходи по безпеці дорожнього руху при перевезенні сільськогосподарських вантажів;

Результати вирішення основних завдань проблеми

Транспорт є одним із основних компонентів агропромислового комплексу, представляє собою складну систему, яка складається з взаємозв'язаних елементів. На ефективність використання транспортних засобів чинять суттєвий вплив наступні фактори: швидкість руху, природно - кліматичні умови, вантажопідйомність, тягово-зчіпні властивості, відстань перевезень, енергетичні показники і багато інших.

До особливостей організації перевезень сільськогосподарських вантажів відносяться: терміновість перевезень на період збирання врожаю, за наявності дрібних на території держави завантажувальних, вантажо утворюючих пунктів, за відносно невеликої кількості приймальних, вантажо поглинальних пунктів; залучення на період збирання врожаю рухомого складу та обслуговуючого персоналу різних установ та відомств; різні дорожні умови та відстань переміщення вантажів; різкі сезонні коливання об'ємів робіт та великі коливання потреби у транспортних засобах за різні періоди року; здійснення

транспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва власними силами фермерських господарств, автотранспортними підприємствами, що знаходяться у складі агропромислового комплексу, і автомобільним транспортом загального використання; необхідність створення на період збирання врожаю тимчасових заправ очних пунктів, технічного обслуговування та ремонту рухомого складу, харчування та відпочинку водіїв; організація надійного диспетчерського зв'язку між усіма пунктами, організаціями та рухливим складом, який займається перевезеннями врожаю.

Готуючи автомобіль для перевезення зерна насипом, необхідно забезпечити ущільнення у місцях з'єднання підлоги та бортів кузова, а також наростити борти кузова до висоти 1,0 – 1,1 метра. Автомобіль для перевезення зерна на приймальні пункти обладнують запонами, які прикріплюють до кузова. При вимушеній зупинці автомобіля на узбіччі або на краю проїжджої частини дороги для проведення ремонту водій зобов'язаний ввімкнути аварійну світлову сигналізацію, одягнути сигнальний жилет(за наявності) та встановити знак аварійної зупинки або миготливий червоний ліхтар на відстані не ближче 20 м до транспортного засобу в населених пунктах та 40 м – поза їх межами.

При переїздах на дорогах (як громадських, так і приватних) необхідно обов'язково дотримуватися правил дорожнього руху та керуватися здоровим глуздом.

Висновки

Необхідно забезпечити розробку заходів по підвищенню безпеки на транспорті з підвищенням безпеки транспортних засобів у єдину систему.

При перевезенні сільськогосподарських вантажів і забезпечення безпеки дорожнього руху треба враховувати важкість праці водія, концентрацію хімічних речовин відпрацьованих газів двигуна, напруженість та умови праці на робочих місцях водіїв автотранспортних засобів.

Література

1. Вільковський Є, К. Вантажознавство (вантажі, правила перевезень, рухомий склад) / Є.К.Вільковський, І.І.Кельман, О.О.Бакуліч – Львів: Інтелект-Захід, 2007 – 496 с.
2. Дмитриченко М.Ф. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч.посібник / М.Ф.Дмитриченко, Л.Ю.Яцківський, С.В.Шираєва, В.З.Докуніхін. – К.: Видавництво Дім «Слово», 2009 – 336 с.
3. Рубльов В.І. Управління технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні: Посібник / В.І.Рубльов, В.Д.Войтюк. – К.: Видавництво НАУ, 2006 – 236 с.

УДК 631.358.42

УДОСКОНАЛЕННЯ ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ, СЕКЦІЇ ЯКОГО ШАРНІРНО З'ЄДНАНІ МІЖ СОБОЮ

Троханяк О.М. к.т.н., доц.;
Донченко О.С.; Могіленко В.А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Abstract

The article presents the results of theoretical and experimental studies of the process of moving bulk material in the inactive zone between hinged screw sections of a flexible screw conveyor. The influence of the gap between the edges of adjacent screw sections and the magnitude of their circular displacement on the process of continuous transportation of bulk material is presented. The results of theoretical and experimental studies are compared. This will allow choosing the optimal design, kinematic and technological parameters of the developed sectional screw working body when transporting bulk agricultural materials along curved paths, both in horizontal and inclined directions, as well as along curved paths.

Keywords: hinged connected screw sections, inactive zone between sections, material flight length, straight and curved tracks, material flight angle.

Вступ

Шнекові транспортери знайшли широке застосування при переміщенні різних сипких матеріалів, переважно сільськогосподарського виробництва, до яких відносяться: зернові, гранульовані насінневі матеріали, дерть, полова, висівки, комбікорми, пластівці, гранули мінеральних добрив та ін.

Аналіз попередніх досліджень

Результати досліджень контактної взаємодії таких сипких матеріалів з робочими поверхнями гвинтових транспортерів викладено в роботах [1-3]. Переважно для транспортування таких вантажів використовують жорсткі шнекові конвеєри, які встановлені під різними кутами до горизонту, а також гнучкі гвинтові конвеєри, визначення параметрів та режимів роботи яких викладено в роботах [4; 5].

Постановка проблеми

З метою підвищення надійності функціонування гнучкого шнекового конвеєра необхідно його робочий орган виконувати з окремих гвинтових секцій, які шарнірно з'єднані між собою

Мета та завдання

Встановлення раціональних параметрів і режимів роботи розробленого робочого органу, який забезпечить стабільне транспортування матеріалів.

Результати вирішення основних завдань проблеми

Для підвищення надійності функціонування гнучкого шнекового конвеєра пропонується його робочий орган виконувати з окремих гвинтових

секцій, які шарнірно з'єднані між собою. На рис.1,а зображено розташування країв сусідніх секцій, гвинтові ребра 1 і 2 яких розташовані в осьовому напрямку із зазором δ (неактивна зона). Гвинтові секції з'єднані між собою за допомогою шарнірного механізму 3, який виконано за принципом кардану з рознесеними осями, які розташовані взаємно перпендикулярно.

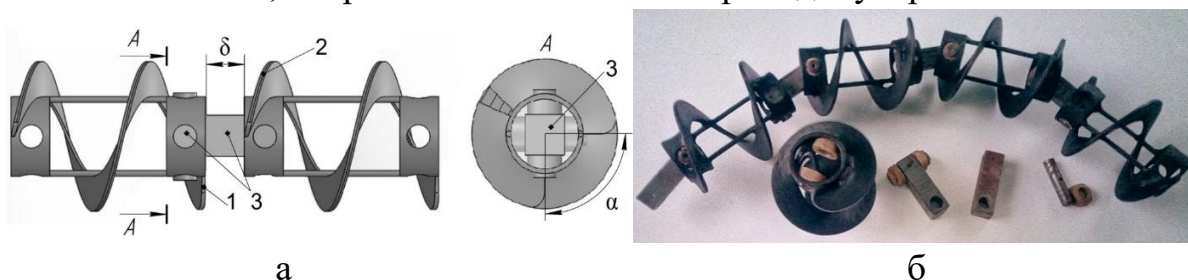


Рисунок1 - Конструктивна та розрахункова схема гвинтового робочого органу, секції якого шарнірно з'єднані між собою: а – зображення двох секцій; б – загальний вигляд секцій робочого органу

В коловому напрямку краї сусідніх гвинтових ребер зміщені між собою на кут α . Ідея конструкції такого робочого органу полягає в тому, що при сходженні сипкого матеріалу з краю гвинтового ребра 1 відстань δ він повинен пролетіти за певний час t_1 . При цьому, край гвинтового ребра 2 що найменше (необхідно врахувати кут вильоту матеріалу) за час t_2 повинен повернутись на кут α , для того щоб захопити транспортований матеріал.

Загальний вигляд секцій робочого органу, розташованого на криволінійній ділянці та його окремих елементів представлено на рис.1,б.

Метою даних досліджень є встановлення раціональних параметрів і режимів роботи розробленого робочого органу, який забезпечить стабільне транспортування сипких матеріалів на різних технологічних трасах.

Після проведення експериментальних досліджень, за результатами яких встановлено, що для факторного поля зміни параметрів: $450 \leq n \leq 750$ об/хв; $0 \leq \lambda \leq 270^\circ$; $10 \leq \varphi \leq 30^\circ$ величина дальності вільного польоту частинки матеріалу L змінюється в діапазоні від 0,042 до 0,188 мм. Враховуючи різке зростання затрат потужності на процес транспортування матеріалу при $\delta > 0.032$ мм величину зазору δ варто вибирати в межах 0,01...0,03 мм. На основі порівнянь результатів теоретичних і експериментальних досліджень при $n = 600$ об/хв; $\varphi = 20^\circ$ і різних значеннях λ їх розбіжність становить 3.8%...14.7%.

Література

1. Гевко Р. Б., Вітровий А. О., Пік А. І. Підвищення технічного рівня гнучких гвинтових конвеєрів: монографія. – Тернопіль: Астон, 2012. – 204 с.
2. Nevko R. B., Klendiy M. B., Klendiy O. M. (2016) –Investigation of a transfer branch of a flexible screw conveyor, INMATEH: Agricultural engineering, vol. 48, no. 1, pp. 29–34, Bucharest, Romania.

3. Гевко Р. Б., Рогатинський Р. М., Розум Р. І., Клендій М. Б. та ін. Підвищення технологічного рівня процесів завантаження та перевантаження матеріалів у гвинтових конвеєрах: монографія. – Тернопіль: Осадца Ю.В., 2018. – 180 с.

4. Hevko R. B., Rozum R. I., Klendiy O. M. (2016) – Development of design and investigation of operation processes of loading pipes of screw conveyors, INMATEH: Agricultural engineering, vol.50, no.3, pp.89-94, Bucharest, Romania.

5. Hevko R., Vitrovyi A., Klendii O., Liubezna I., (2017) – Design engineering and substantiation of the parameters of sectional tools of flexible screw conveyers, Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Vol. 10 (59), pp.39-46, Brasov, Romania.

УДК 656.13:628.5

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ В УКРАЇНІ

Шраменко Н.Ю. д.т.н., проф.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Калюжна А.О.

Державний біотехнологічний університет, м. Харків

Abstract

In Ukraine, the problems of environmental pollution from transport infrastructure are quite acute. The analysis of ecological problems of transport branch is carried out. The main directions of solving ecological problems of the transport industry in Ukraine are determined. The main measures to reduce air pollution by road are identified.

Keywords: ecological problems, "green" transport, ecology, waste management, renewable energy.

Вступ

Сьогодні екологізація транспорту – це не просто модний тренд, а усвідомлена суспільна необхідність. Це особливо важливо в контексті життя у великому місті, де навколишнє середовище щодня (або навіть щогодини) страждає від великої кількості шкідливих викидів і сміття. В свою чергу, сьогодні важко уявити сучасне життя без автомобіля. Автотранспорт забруднює навколишнє середовище, виділяючи з двигунів ряд токсичних сполук і канцерогенів, сприяє глобальному потеплінню, є основним споживачем енергії та негативно впливає на здоров'я людей. Отже, автомобілі становлять серйозну загрозу здоровому майбутньому планети. Тому весь світ рухається до екотранспорту – від велосипедів і скутерів до гігантських машин, що працюють на відновлюваній сировині [1].

Аналіз попередніх досліджень

Аналіз глобальних проблем екології представлено в роботах [2, 3]. А. Кокорін, Т. Муратова, А.С. Степановських [4, 5] вивчають результати загострення екологічних проблем взаємодії людини та природи, людства та біосфери. Боровик Ю.Т. та Єлагін Ю.В. досліджують проблеми та перспективи розвитку в Україні альтернативної енергетики [6].

Постановка проблеми

В Україні досить гостро стоять проблеми забруднення довкілля від транспортної інфраструктури. Це безпосередньо вплив автомобільного, залізничного, авіаційного та водного транспорту, а також антропогенний вплив на навколишнє середовище під час проектування, будівництва та експлуатації лінійних транспортних об'єктів.

Серед усіх транспортних засобів автотранспорт залишається основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. Для транспортних засобів використовують пальне з різних видів нафтопродуктів і мастил, леткі фракції яких у складі відпрацьованих газів

дизельних та бензинових двигунів внутрішнього згорання забруднюють практично всі об'єкти довкілля [1].

Автомобільний транспорт є джерелом небезпечних хімічних забруднень атмосферного повітря, водоймищ, сільськогосподарських зон, а також шуму та вібрації, що може впливати на стан здоров'я населення.

Мета та завдання

Метою дослідження є аналіз екологічних проблем транспортної галузі в Україні та основних напрямків їх вирішення.

Завданнями дослідження є: аналіз екологічних проблем транспортної галузі; визначення основних напрямків вирішення екологічних проблем транспортної галузі; визначення заходів щодо зниження забрудненості атмосфери автомобільним транспортом.

Результати вирішення основних завдань проблеми

В Україні, існує така екологічна небезпека, як забруднення повітря. Основний чинник, який впливає на стан повітря у населених пунктах України – безперечно, автомобільний транспорт. Саме він відноситься до основних забруднювачів повітря. Наприклад, вихлопні гази автомобілів містять понад 200 хімічних продуктів, які вважаються токсичними.

Більшість людей знають шкоду автотранспорту, але відмовитися від нього не можуть. Зручніше і більш комфортно управляти власним автомобілем по дорозі в офіс або на ринок кожного дня, але будучи відповідальним громадянином слід надавати перевагу більш «зеленому» виду транспорту.

На даному етапі розвитку технологій є такі легкодоступні види «зеленого» транспорту, як велосипед і електромобіль, які можуть замінити автомобіль на паливі в Україні.

Велосипед є одним із найдоступніших і найпопулярнішим видом екологічного транспорту. Поїздка на велосипеді суттєво зменшує внесок у забруднення повітря парниковими газами, витрати на пальне, а також знижує ризик захворювань та стимулює покращення загального стану здоров'я у людей. Ще не можна сказати, що всі міста в Україні "цілком і повністю є дружніми до велосипедистів", але за кілька років вони безумовно з'являться [8].

Також всім відомі електромобілі, які здійснюють рух за допомогою електрики. Вони не викидають небезпечних газів, але для масового виробництва електромобілів в нашій країні необхідне оснащення автомобільних доріг спеціальною технологією для підзарядки акумуляторів.

Не кожен українець має у своєму гаражі автомобіль чи електромобіль, а їзда на велосипеді не завжди є зручною, тому він обирає громадський транспорт. Автобус чи тролейбус витрачає у багато разів менше палива для перевезення, наприклад 40 пасажирів, ніж 40 легкових автомобілів для кожного з них.

Говорячи про шляхи вирішення екологічних проблем, кожен мешканець України має усвідомлювати насамперед свою відповідальність. Незважаючи навіть на те, що екологія – у пріоритеті державних завдань.

Отже, до основних напрямків вирішення екологічних проблем транспортної галузі з боку користувачів (споживачів транспортних послуг) слід віднести:

- необхідність надання переваги більш «зеленому» виду транспорту (електротранспорт, транспортні засоби на кисневому паливі, електромобілі на сонячних батареях, гібридні автомобілі, автомобілі на природному газі, автомобілі з гнучким викидом палива тощо) та альтернативним способам пересування (пішохідне, велосипедне, самокат тощо);
- використання переважно громадського транспорту;
- формування раціональних маршрутів при перевезенні вантажів.

До основних напрямків вирішення екологічних проблем транспортної галузі з боку держави слід віднести:

- необхідність оснащення автомобільних доріг обладнанням для підзарядки акумуляторів;
- необхідність створення мережі велосипедних доріжок та нормативно-правових актів щодо організації велосипедного руху;
- запроваджувати та сприяти розвитку систем міського електротранспорту;
- сприяти використанню екологічно чистих видів транспорту та комбінованих перевезень.

Для зниження забрудненості атмосфери автомобільним транспортом доцільними є наступні заходи:

- установка на бензинові двигуни каталізаторів;
- переведення бензинових двигунів на метан;
- посадити дерева вздовж проїжджої частини.

Висновки

Таким чином, вирішення екологічних проблем тільки в одній галузі народного господарства – в транспортному секторі країни, дасть можливість не тільки значно знизити модуль техногенного навантаження на довкілля, сприяти збереженню унікальних природних та історико-культурних ландшафтів, а й суттєво зменшити рівень захворюваності населення. Визначено основні напрямки вирішення екологічних проблем транспортної галузі, а також заходи для зниження забрудненості атмосфери автомобільним транспортом.

Література

1. Тимочко Т. В. Екологічні проблеми транспортної галузі: погляд громадськості [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ecoleague.net/provel/misiia-vel/vystupy-publikatsii/2011/item/68-ekolohichni-problemy-transportnoi-haluzi-pohliad-hromadskosti>
2. Основні проблеми екології / Екологія у світі та катаклізми / Електронний журнал «Екологія виробництва» [Електронний ресурс] – Режим доступу: ekologiya.net.
3. Дикань В. Л. Розвиток екологоекономічного управління на підприємствах України в умовах євроінтеграції: монографія / В.Л. Дикань, І. В. Токмакова. - Х.: УкрДАЗТ, 2008. - 150 с.

4. Перспективи енергетичних технологій. Сценарії та стратегії до 2050 р. /ОЕСР/МЕА; WWF Росії; ред. А. Кокоріна, Т. Муратової. - М: Проспект, 2007. - 586 с.

5. Степановських А. С. Екологія: підручник для вузів / А. С. Степановських. - 2-ге вид., Доп., - М.: ЮНІТІ-ДАНА, 2010. - 726 с.

6. Тимочко Т. Вісім екологічних проблем України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://news.finance.ua> Економіка та управління національним господарством Вісник економіки та транспорту № 67, 2019 122 /ua/news/-/235280 /visim-ekologichnyhproblem-ukrayiny32.

7. Гераймович. Л. Велосипед у місті: економічний ефект. Режим доступу: <https://mistosite.org.ua/articles/velosyped-u-misti-ekonomichnyi-efekt>

УДК 656.052

**ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕКИ ДОРОЖНЬОГО РУХУ НА АВТОШЛЯХАХ
ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Ляшук О.Л., д.т.н., проф.,

Цьонь О.П., к.т.н., доц.,

Дзюра В.О., к.т.н., доц.,

Бабій М.В., к.т.н.,

Мостова К.Б.,

Пона М.В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Кристочук М.Є., к.т.н., доц.,

Національний університет водного господарства та природокористування

С.В. Лисенко, к.т.н., доц.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Бодоряк Ю.Д.

Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м.

Тернопіль, Україна

Abstract

The indicators of road safety on the roads of Ternopil region are analyzed. It is established that currently in the world road accidents are one of the main causes of death and disability, and create annual GDP losses of 1 to 3%. It is investigated that in January - July 2021 on the street and road network of Ternopil region registered 1509 road accidents, which is 19% more than in the same period last year (2020 - 1271 accidents). Organizational measures to improve traffic safety on the road network are proposed.

Keywords: traffic safety, road network, traffic accidents

Вступ

Транспорт є однією із найбільш розвинутих галузей народного господарства, що забезпечує реалізацію потреб населення та виробництва в усіх видах перевезень, а також виступає головним чинником функціонування матеріального виробництва та сфери обслуговування.

Аналіз попередніх досліджень.

Важлива роль у формуванні зовнішньоекономічних зв'язків України та Тернопільської області зокрема належить транспорту без якого неможлива інтеграція України у загальносвітову економічну систему [1, 2]. Негативними наслідком від збільшення кількості транспортних засобів на автошляхах є підвищення кількості дорожньо-транспортних пригод.

Постановка проблеми

На даний час у світі дорожньо-транспортні пригоди являються однією із основних причин смертності та інвалідності людей, та створюють щорічні втрати ВВП у розмірі від 1 до 3%. Загальновідомою є інформація про те, що близько 75% усіх ДТП відбувається у містах, тому питання організації та безпеки дорожнього руху є головними містобудівними завданнями, що потребують вирішення [3].

Виклад основного матеріалу. Відповідно до статистичних даних за січень – липень 2021 року на вулично-дорожній мережі Тернопільської області зареєстровано 1509 дорожньо-транспортних пригод, що на 19% більше ніж за аналогічний період минулого року (2020 рік – 1271 ДТП). Динаміка ДТП та їх наслідків за останні три роки на автошляхах Тернопільської області подана на рисунку 1-4.

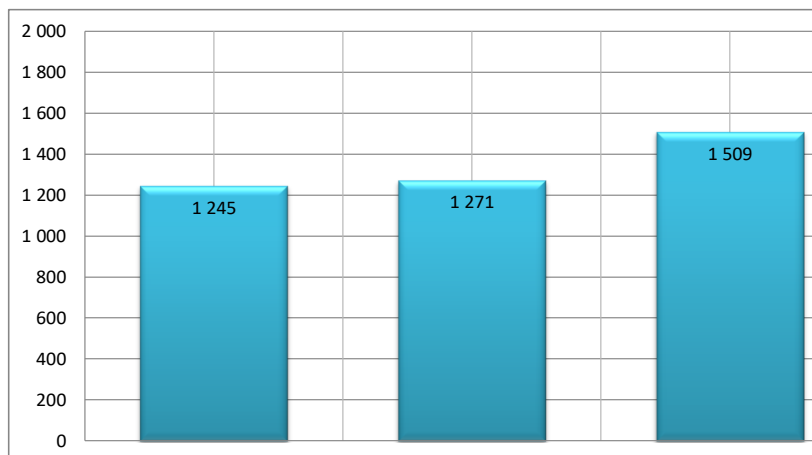


Рисунок 1 – Динаміка виникнення дорожньо-транспортних пригод на території Тернопільської області

За вказаний період зареєстровано 323 ДТП з постраждалими, що на 23 % більше ніж за аналогічний період минулого року (рис. 2).

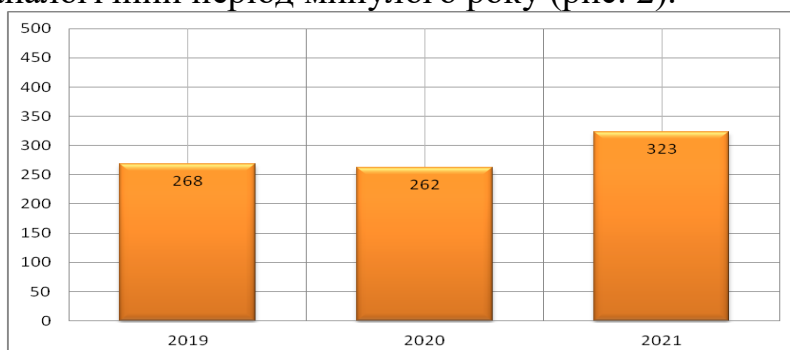


Рисунок 2 – Кількість ДТП з постраждалими на території Тернопільської області

За сім місяців 2021 року загинуло у ДТП 37 осіб, що на 12 % більше ніж за аналогічний період минулого року (рис. 3).

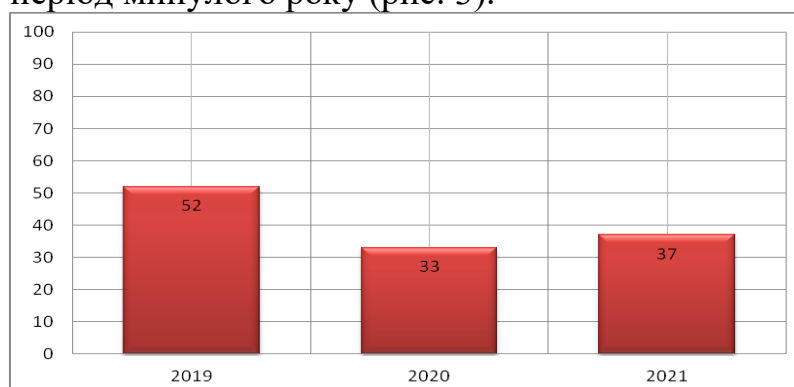


Рисунок 3 – Кількість загиблих у ДТП на території Тернопільської області

За січень – липень 2021 року в ДТП травмовано 427 осіб, що на 32 % більше ніж за аналогічний період минулого року (рис. 4).

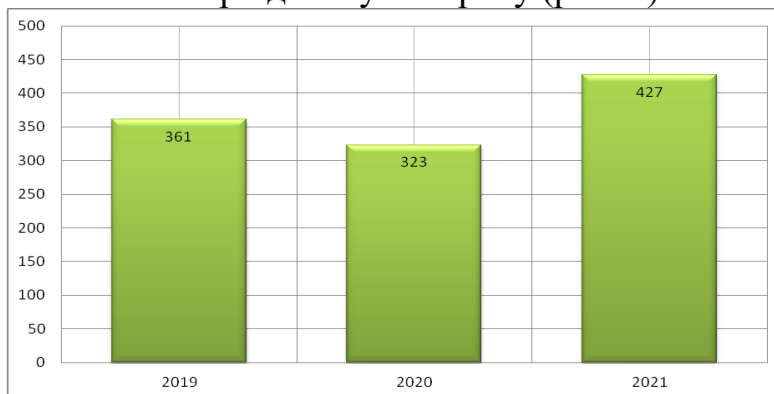


Рисунок 4 – Кількість травмованих у ДТП на території Тернопільської області

Згідно статистичних даних підсистеми «ДТП» Інформаційно-телекомунікаційної системи Інформаційного порталу Національної поліції України найбільше людей померло в результаті ДТП:

- на місці ДТП – 62 % від загальної кількості загиблих (або 23 особи);
- у лікарні протягом 28 діб – 30 % від загальної кількості загиблих (або 11 осіб);
- по дорозі в лікарню – 8 % від загальної кількості загиблих (або 3 особи).

За січень – липень 2021 року найбільше ДТП зареєстровано у середу, четвер та п'ятницю (рис. 5).

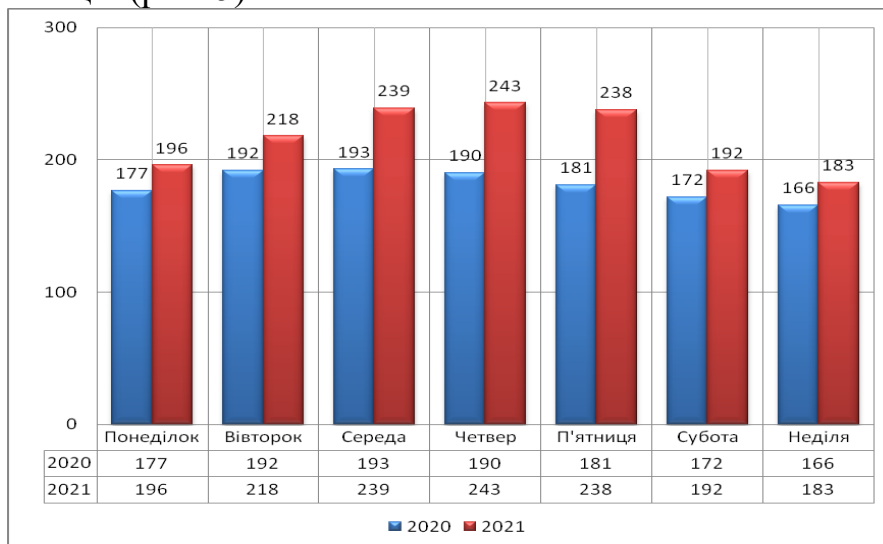


Рисунок 5 – Розподіл дорожньо-транспортних пригод по днях в порівнянні із попереднім періодом

Найбільше автопригод з постраждалими за вказаний період відбулися у четвер та неділю (рис. 6).

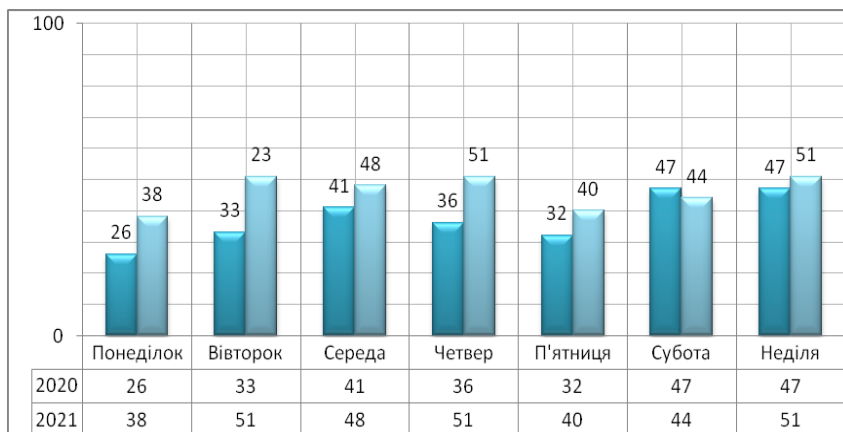


Рисунок 6 – ДТП з постраждалими по днях в порівнянні з попереднім періодом

Аналізуючи кількість ДТП за часом скоєння, слід відмітити пік аварійності, що припадає на 17 та 18 годину (в цей час було скоєно 15 % від усіх ДТП, рис.7).

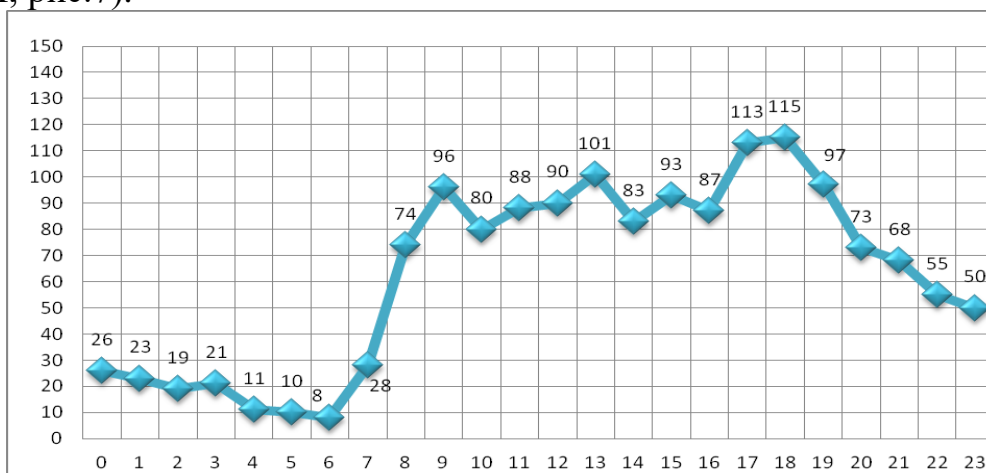


Рисунок 7 – Загальна кількість ДТП за часом доби

Найбільша кількість дорожньо-транспортних пригод з постраждалими припадає на 18, 19, та 20 годину (в цей час сталося 46 % від усіх ДТП з постраждалими, рис. 8).



Рисунок 8 – Кількість ДТП з постраждалими за часом

Висновки:

1. На сьогоднішній день інфраструктура ділянок концентрації ДТП знаходиться не в ідеальному стані та потребує прийняття негайних рішень задля забезпечення безпеки дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міста.

2. Для покращення безпеки руху на ВДМ необхідно:

- проведення негайних ремонтних робіт на деяких ділянках ВДМ;
- оновлення дорожньої розмітки, переважно на всіх вулицях міста;
- встановлення нових якісних світлодіодних світлофорів із відображенням зворотного відліку часу, як для пішоходів, так і для водіїв ТЗ;
- заміна старих дорожніх знаків на нові.

3. Заходи щодо підвищення безпеки руху на вулично-дорожньої мережі міста можна розділити на три основні напрями [4]. Перший напрямок полягає у організації руху безпосередньо на ВДМ, другий - у розвитку транспорту загального користування та надання пріоритету у проїзді. З точки зору безпеки руху прийнятним методом може служити побудова планів координації світлофорних об'єктів з урахуванням руху громадського транспорту [5]. Третім напрямком є безпосередній інформаційний вплив на водіїв ТЗ [6].

Список літератури

1. В. Муж, О. Цьонь. Правові механізми забезпечення безпеки пасажирських перевезень. Матеріали ХХІ наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019. С. 42-43.

2. Гуменюк І.Д. Характеристика автомобільної галузі України / І.Д. Гуменюк, О.П. Цьонь // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17–18 листоп. 2016.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – с. 345.

3. Ляшук О.Л., Бодоряк Ю.Д., Шминдюк Ю.А., Цьонь О.П. Стан аварійності на автошляхах України. *Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції)*, (м. Кривий Ріг, 13 листопада 2020 року). Кривий Ріг, 2020. С. 299.

4. Babii, M., Tson, O., Kuchvara, I., Chernii, V. (2021). Improving the efficiency of the road organization traffic at an unregulated crossroads. *Transport Development*, (1(8)), 125-134.

5. Михайло Кристопчук. Дослідження координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста / М. Кристопчук, І. Хітров, О. Цьонь, О. Почужевський // Том 1 № 16 (2021): Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. С. 82-90.

6. Патент № 148177, Україна, МПК G08G 1/01. Світлофор / Цьонь О. П., Кристопчук М.Є., Сташків М.Я., Бабій М.В., Кучвара І.М., № u 2021 01128; заявл. 09.03.2021; опубл. 14.07.2021, Бюл.№ 28.

УДК 656.022

СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Кравцов А.Г., к.т.н., доц.,

Савченко О.В.

Державний біотехнічний університет (м. Харків)

Дрібнопартійними вантажами в залежності від виду транспорту прийнято вважати:

- для залізничного – партії в яких маса вантажу до 10 тон, при цьому об'єм який він займає не перевищує 1/3 вагона;
- для автомобільного – партія вантажу масою від 10 кг до половини вантажопідйомності автомобіля.

Найчастіше дрібно партійні перевезення здійснюються в межах одного міста або сусідніх міст, для цього використовують автомобілі[1].

Питання оптимізації доставки дрібнопартійних вантажів останнім часом досить гостро, причиною цьому стала збільшення частини дрібнопартійних перевезень які займають 80% від загальних перевезень. Щоб зрозуміти причину та проблематику перевезень дрібно партійних вантажів, слід відмітити, що дрібнопартійні вантажі відрізняються тим, що у них один відправник і декілька отримувачів, які відрізняються за об'ємом вантажу який отримують.

Головною вимогою є доставка своєчасно, а саме в необхідний період доби. Саме цей показник визнаний більшістю замовників, як найбільш значимий з загального числа показників. Для того, щоб задовольнити всі вимоги замовника щодо вчасної доставки вантажу перевізник постійно стикається з проблемами, які виникають при плануванні перевезень.

Основні проблеми перевізника при плануванні перевезень дрібних партій вантажу в залежності від вимог замовника наведені на рисунку 1.

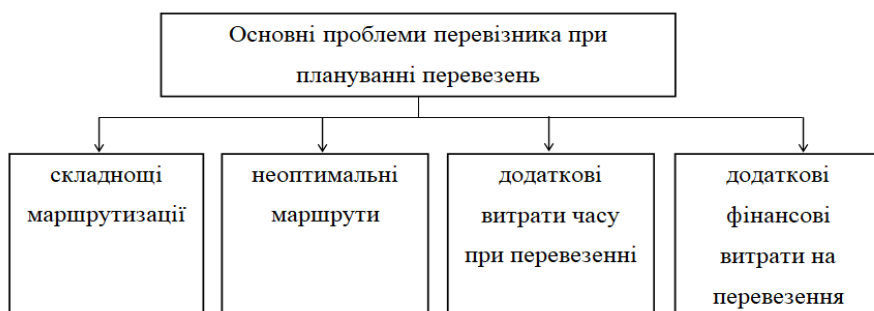


Рисунок 1 Проблеми, що виникають при плануванні перевезень продуктів харчування

Актуальність оптимізації дрібнопартійних пов'язана з швидким розвитком малого та середнього бізнесу у сфері торгівлі, де є висока необхідність доставки великої кількості найменувань, різних виробів та товарів, великій кількості споживачів. У зв'язку з цим відбувається формування дрібних партій для транспортування, тому що один отримувач не може «спожити» весь об'єм. Так

само складені дрібнопартійні вантажі, по собівартості перевезення для одного покупця будуть нижчі[2].

Вартість доставки дрібнопартійних вантажів входить в ціну для кінцевого покупця, її частина у ціні не може бути більшою 50%, що безперечно впливає на ступінь її доступності, а відповідно і на попит та на прибуток від реалізації товарів.

Зі сторони отримувача послуг перевезення, шукаються шляхи для зменшення витрат на послуги для збільшення доступності товарів і оборту продукції, що призводить до формування зі сторони організацій, які надають послуги перевезень, тарифів які покривають тільки вартість транспортування, що знижують якість та ефективність перевезення вантажів[3].

Оптимізація дрібнопартійних перевезень повинна бути направлена на:

- Якість послуг;
- Організацію перевезень;
- Планування маршрутів;
- Обслуговування клієнтів;
- Спектр послуг;
- Реакцію на зміну транспортних послуг.

Як уже відмічалось раніше, доставка дрібнопартійних вантажів здійснюється декільком отримувачам. При їх виконанні важливо визначити такі маршрути, щоб на них були найменші затрати, які пов'язані із транспортуванням, це можливо при найменшій відстані і мінімальному часу здійснення доставки.

Якщо не враховувати час, при здійсненні дрібнопартійних перевезень виникають простой у роботі транспортних засобів і пунктів розвантаження, що може призвести до заторів формування черг, що особливо не припустимо при перевезенні продуктів, що швидко псуються та продуктів які потребують спеціальних умов зберігання та транспортування. Відповідно це впливає на збереження якості товару, приводить до порушення терміну доставки до отримувача. І так само до збільшення витрат зі сторони організації, що надає послуги перевезення.

Одним із інструментів оптимізації дрібнопартійних перевезень являється використання піддонів та контейнерів, для товарів одного отримувача, що значно економить час при розвантаженні продуктів. Також це може виключити неправильне положення та порушення товарного виду упаковки[4].

Основною задачею оптимізації є мінімізація транспортних витрат, це можливо при виконанні наступних правил:

- 1) Наявність одного або декількох складських приміщень;
- 2) Асортимент складу повинен бути різноманітним, що дасть змогу здійснювати виконувати замовлення в повному обсязі на будь якому із складів;
- 3) Формування замовлення на перевезення повинно виходити із можливостей його виконання як складом так і транспортними засобами;

4) В наявності у перевізника повинні бути транспортні засоби різної вантажопідйомності під відповідні задачі;

5) Можливість використання схеми коли один транспортний засіб виконує маршрут від одного складу до різних отримувачів в рамках одного рейсу, при цьому вага всіх вантажів які відправляються не може перевищувати вантажопідйомність транспортного засобу;

б) Суворе дотримання часу доставки, з урахуванням часу роботи отримувачів, і особливостей вантажу який перевозиться;

7) Затрати на транспортування являються сумою за оренду транспортного засобу в залежності від відстані по маршруту, часового проміжку використання і т.п.

Оптимізацію дрібнопартійних перевезень необхідно виконувати комплексно з використанням геоінформаційних систем, математичним програмуванням і підвищуючи цим самим рівень якості обслуговування клієнтів.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Правил перевезень вантажів автомобільним транспортом в Україні / Мінтранс України; Наказ, Правила, Перелік від 14.10.1997 № 363
2. Коляденко Н.В., Ментус В.О. Оптимізація транспортної роботи логістичних компаній. *Економічна теорія* 2019 №3 208-209с.
3. Пирожок А.П. Разработка мероприятий снижения затрат организации (на примере ГПКК «Канское пассажирское автотранспортное предприятие») : бакалаврська робота / Сибирский Федеральный Университет. Красноярск – 2019. 109с.
4. Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (4-6 декабря 2019 г.). В 2 т. Том 2 / отв. ред. А. В. Медведев. – Тюмень : ТИУ, 2020. – 374 с.

УДК 629.425-049.32

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНИХ ФАКТОРІВ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ЯКОСТІ РЕМОНТУ ДВИГУНІВ

Бистрий О.М., ст.викл.,
Новицький А. В., к.т.н., доц.,
Шуляк Я. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Важливою складовою забезпечення ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) мобільних енергетичних засобів є формування якості ремонту [1, 2, 5]. Головними завданнями технології ремонту ДВЗ є виявлення і відновлення експлуатаційних показників якості [3, 4], які частково або повністю були втрачені внаслідок зношування та інших видів пошкоджень окремих деталей, складальних одиниць і механізмів.

Сучасні дослідження приводять до висновку, що 80% випуску неякісної продукції пов'язано всього із 20 відсотками всіх можливих причин. Схематично технологічний процес ремонту двигунів внутрішнього згорання можна представити у вигляді причинно – слідчих факторів (рис. 1), які тісно взаємопов'язані між собою та забезпечують в кінцевому результаті відповідний рівень якості кінцевого продукту.

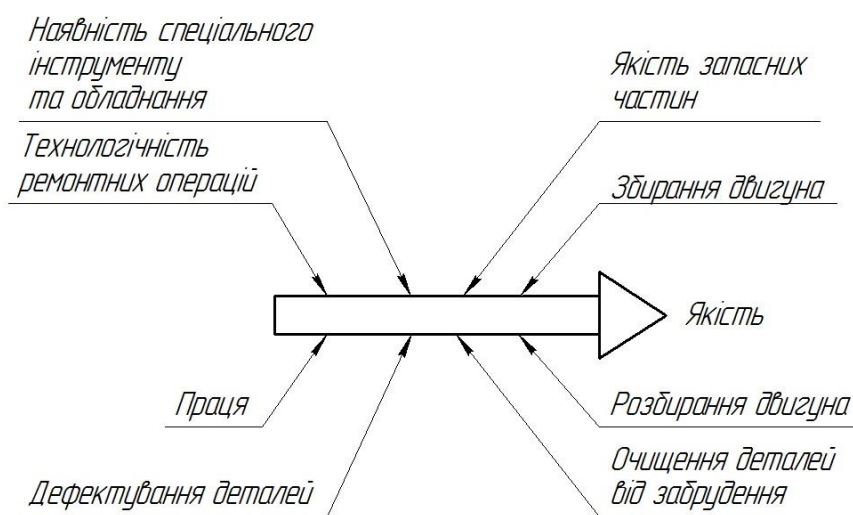


Рисунок 1 - Діаграма слідчих причин що спричиняють брак виробу

Початок формування якості розпочинається із технічного стану об'єкту ремонту. Другою важливою складовою є технологія в яку потрапляє об'єкт ремонту. Технологічні процеси повинні виконуватися на відповідному технологічному обладнанні із застосуванням різноманітних пристосувань. Розміщення технологічного процесу в просторі та часі виконується на відповідному організаційному рівні. Важливе місце має якість запасних частин та ремонтних матеріалів [3, 4]. Окремим пунктом слід розглядати питання професійно важливих якостей працівників та умов праці.

Основними особливостями технології ремонту двигунів в спеціалізованих цехах є :

- присутність у виробничому циклі ремонту технологічних операцій: мийки, очищення двигуна в цілому та деталей, а також дефектування та відновлення;

- проведення конструктивно-технологічної модернізації окремих елементів з метою забезпечення необхідного ресурсу після ремонту (90-96% від ресурсу нових);

- розширення граничних відхилень на розміри, форму та взаємне розташування деталей, особливо в тих випадках, коли деталі направляють після дефектування на комплектацію без їх відновлення і т.д.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 2925 - 94. Якість продукції. Оцінювання якості.
2. ДСТУ ISO 9000 - 2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник.
3. ДСТУ ISO 9001 - 2001. Системи управління якістю. Вимоги.
4. ДСТУ ISO 9004 - 2001. Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення діяльності.
5. Новицький А.В., Бистрий О.М. Системи управління якістю продукції машинобудування. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 14-16 квітня 2021 р. Кропивницький : ЦНТУ, 2021. С. 166-168.

УДК 629.026

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ГАЗОВОЙ ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ АВТОМОБИЛЯ

Бажинов А.В. к.т.н., доц.

Мартыненко С.А., асп.

Харьковский национальный автомобильно – дорожный университет

Abstract

The concept of creating a gas-hybrid power plant of a car, which increases the power reserve and environmental safety, is presented.

Keywords: car, power plant, hybrid, energy efficiency.

Введение

Повышение эффективности транспортного обслуживания населения за счет применения инновационных организационных и технических решений связано с развитием и внедрением транспортных средств на альтернативном виде топлива и электромобилей, интеллектуальных (автономных) транспортных средств, а также с увеличением энергоэффективности автомобилей в процессе эксплуатации.

Естественным является то обстоятельство, что гибридные колесные транспортные средства, в зависимости от степени гибридизации, улучшает эффективность транспортного обслуживания и повышать экологическую безопасность.

Вместе с тем, при выполнении специальных транспортно-технологических операций с использованием грузовых транспортных средств имеют место ситуации, когда транспортный процесс должен осуществляться с максимальной экономичностью, и высокой экологической безопасностью.

Анализ предыдущих исследований

В мировом масштабе разработкой гибридных колесных транспортных средств активно занимаются и автопроизводители (Tesla, Nissan, Renault, Volvo, Volkswagen, Mercedes-Benz, General Motors), и крупные инженерные центры (Google, Continental, Delphi, Siemens, Bosch) [1-3], и многие другие, что подчеркивает актуальность выбранного направления исследований. Из зарубежных официальных документов отдельно выделим Европейскую стратегию развития автономных интеллектуальных транспортных систем до 2050 года, одним из индикаторов которой значится достижение минимального уровня подзарядки, в том числе, за счет внедрения комплексных видов топлива в транспортную среду.

Постановка проблемы

Разработка методологии создания газовой силовой установки транспортных средств, интегрированных в транспортную среду, имеет как коммерческую так и социальную направленность, является актуальной и

соответствует приоритетным направлением развития автотранспортного комплекса Украины.

Природный газ наиболее весомая альтернатива жидким моторным топливам нефтяного происхождения. В Украине парк автомобилей, работающих на (сжатом) природном газе составляет около 75 тыс. автомобилей. В ближайшей перспективе, он должен существенно вырасти, главным образом за счёт увеличения доли коммерческой и коммунальной техники, работающей на природном газе. Именно на этом виде автотранспортной техники использование газового топлива как комплексного будет наиболее эффективным.

Цель и задачи

Целью работы является повышение экологичности и топливной экономичности гибридных ТС за счет повышения энергетической эффективности силовых установок автотранспортных средств, с учетом совместного функционирования основных элементов системы электроснабжения и оптимизации управления газовой установкой.

В соответствии с поставленной целью была сформулирована задача исследования:

- разработать концепцию создания газовой гибридной силовой установки ТС, радикально повышающую запас хода в эксплуатации и экологическую безопасность.

Результаты решения основных задач

Разработана концепция создания газовой гибридной силовой установки транспортных средств ГГТС, интегрированных в транспортную среду, включающей в себя следующие отличительные особенности: сформулированный и обоснованный состав системы «Генератор – электро - газовый двигатель» ГГТС; функциональные и технические требования к системе и элементам системы, а также методы выполнения требований; методологию оборудования новых и дооснащения находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств для выполнения интеллектуальных задач управления процессами функционирования системы «Генератор – электро - газовый двигатель»; методы интеграции системы «Генератор – электро - газовый двигатель» транспортных средств в транспортную среду.

Разработана методология создания систем «Генератор – электро - газовый двигатель» ГГТС, интегрированных в транспортную среду, применимая как при создании новых ГГТС

Обоснован состав системы «Генератор – электро - газовый двигатель», технические и функциональные требования к элементам системы, а также методы выполнения требований.

Решена прикладная задача создания «Генератор – электро - газовый двигатель» устройства, пригодного для использования в системе питания гибридных транспортных средств.

Вывод

Концепция создания систем «Генератор - электро-газовый двигатель» ГГТС, как метод конвертации дизельного двигателя в газовый с целью достижения максимальных мощностных показателей и наилучшей топливной экономичности без изменения геометрической степени сжатия, интегрированного в транспортную среду.

Литература

1. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика/ [Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я.]. – Х. ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Обзор Toyota Prius hybrid 2012 – <http://avto-pictures.ru/obzor-toyota>.
3. Бажинов О.В., Бажинова Т.О., Кравцов М.М. Основи ефективного використання екологічно – чистих автомобілів: монографія. Х. : ФОП Панов А.М., 2018. – 200 с.

УДК 621.436

ДОСЛІДЖЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СЛІДІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ

Бодоряк Ю.Д.,

Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

Мазур М. С.,

Сукенік І. П.,

Юсик А. В.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Дослідження гальмівних слідів транспортних засобів у криміналістичному їх розумінні вивчає трасологія. Найчастіше сліди транспортних засобів є об'єктом дослідження при розслідуванні порушення правил безпеки дорожнього руху або експлуатації транспорту особами, які керують транспортними засобами, а також правопорушень, у процесі вчинення яких використовуються транспортні засоби. Сліди ходової частини колісного транспортного засобу розрізняються по механізму утворення й зовнішній будові слідоутворюючого об'єкта. Сліди коліс, утворені в спокої або при вільному обертанні, відносяться до статичних слідів, а сліди, що виникають при пробуксовуванні або в загальмованому стані – до динамічних слідів. На твердому дорожньому покритті за рахунок нашарування або відшарування бруду можуть залишитися поверхневі сліди коліс. На м'якому ґрунті та на снігу колеса залишають об'ємні сліди. По слідах коліс можна визначити вид транспортного засобу, його марку та модель. Повнота відображення конструктивних ознак у слідах коліс залежить від характеру руху транспортного засобу. При прямолінійному русі сліди передніх коліс перекриваються слідами задніх коліс, і тому тут відображаються тільки ознаки задніх коліс: ширина колії, кількість коліс на осі, вид і марка шини.

При русі на повороті залишаються сліди передньої й задньої осей, сліди коліс причепа або напівпричепа. Перекритими тут виявляються тільки сліди першої задньої осі тривісних автомобілів, тому вивчення слідів краще проводити на місці, де транспортний засіб виконував маневр. Для визначення типу і виду транспорту визначаються кількість пар коліс, що залишили сліди, кількість осей і ширина колії для кожної осі, а якщо колеса спарені, то ширина колії для зовнішньої і внутрішньої пари.

Якщо тиск у шинах відповідає рекомендованому виробником, то при нормальному русі вертикальне навантаження в зоні контакту протектора з поверхнею дороги розподілено на всі колеса. При інтенсивному гальмуванні збільшення навантаження на передні колеса створює такий самий ефект, як і понижений тиск у шинах, а зменшення навантаження на задні колеса рівнозначне підвищеному тиску. Сліди гальмування передніх коліс при цьому світліші в центрі і темніші по краях. Особливо характерно це для радіальних шин.

У слідах гальмування можуть спостерігатися розриви, викликані відривом колеса від поверхні дороги, чи короткочасним припиненням натискання на педаль гальма. При відриві колеса від поверхні дороги

утворюються короткі і численні розриви. Вони викликані малим навантаженням на задню вісь, у результаті чого колеса підстрибують на нерівностях дороги. Розриви сліду викликані відпусканням гальм набагато більші, ніж при відриві коліс від дороги.

У результаті припинення гальмування наприкінці сліду може бути його зсув, особливо в тих випадках, коли під час гальмування колеса автомобіля були вивернуті. У такому сліді необхідно зафіксувати окремо прямолінійну ділянку та ділянку відхилення (їх довжину, ширину, характер кривизни). При уважному огляді ділянки відхилення можна виявити відображення конфігурації елементів малюнка протектора. У сукупності з іншими даними це дозволить зробити висновок про те, що автомобіль наприкінці сліду знаходився в розгальмованому стані, і судити про подальший напрямок його руху рис. 1.



Рисунок 1- Сліди гальмування коліс автомобіля, які залишені на сухому асфальтобетонному покритті.

На основі даних експертиз було розроблений і виготовлений стенд (рис.2) для дослідження гальмівних властивостей автомобіля. Даний стенд складається з рами (1) на яку закріплено дві стійки (2). Обертючий момент від електродвигуна (3) передається на піввісі (4), які в свою чергу обертають шини (5). Гальмування шин відбувається за рахунок гальмівної системи, яка встановлена на стенді. Повертання коліс відбувається за допомогою керма (6) яке передає зусилля на кермову рейку (7). Кут повороту керма визначаємо за допомогою шкали (8), а тиск, який створюється в системі гідронасосом (9) відображається на манометрі (10). На основі даного стенда проведено дослідження визначення залежності та визначення гальмівного шляху при різному дорожньому покритті. Для визначення гальмівного шляху проводимо розганяючи колесо до чотирьох різних швидкостей, а потім натиском педалі загальмовуємо колесо, вимір швидкості і її зміну проводимо за допомогою обладнання, яке змінює частоту обертання ротора електродвигуна представлено на рис.3.



Рисунок 2 - Стенд для дослідження параметрів кермових та гальмівних властивостей автомобіля

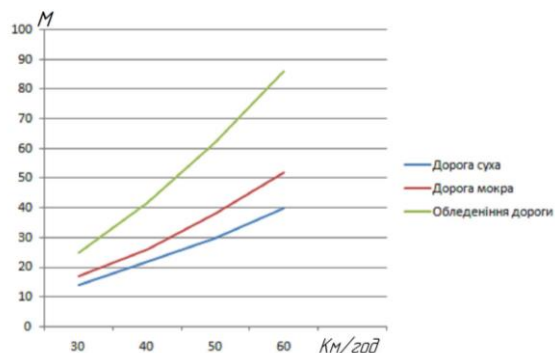


Рисунок 3 - Графік залежності гальмівного шляху від швидкості, при різному дорожньому покритті

Список літератури

- 1.Сліди коліс транспортних засобів: інформаційний посібник / Авт.-уклад. Ю. Д. Бодоряк, О. Л. Ляшук, В. О. Дзюра. – Тернопіль, 2019. – 95 с.
- 2.Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів / О.А. Лудченко // – К.: Знання-Прес, 2003.
- 3.<http://avtosovet.com.ua/remontavto/rulove-keruvannya-avtomobilya-sхема-ristrij-roboti-nespravnosti>
4. Байэтт Р., Уоттс Р. Расследование дорожно-транспортных происшествий: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1983 – 288 с.
5. Возможности використання спеціальних знань при розслідуванні дорожньо-транспортних пригод / Авт.-уклад. С.О. Шевцов. – Х.: СПД-ФО Чальцев О.В., 2005. – 308 с.: іл.
6. Научно-технические средства в экспертной практике: концептуальные заходы: Метод. посіб. / М-во внутр. справ України; Держ. наук.-дослід. експерт.-криміналіст. центр [Авт.-упоряд.: С.І. Перлін, С.О. Шевцов]. – Х.: ФО-П Чальцев О.В., 2009.
7. Кристи Н.М., Тишин В.С. Транспортно-трассологическая экспертиза по делам о дорожно-транспортных происшествиях. Диагностические исследования. Методическое пособие для экспертов, следователей и судей. – Вып. 1. – М.: МЮ СССР ВНИИСЭ, 1988. – 108 с.

УДК 621.436

НАВЧАЛЬНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНДИЦІОНУВАННЯ

Малецький А. І.,

Ткачук В.С.,

Ящук М. А.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Процесу розвитку технічних вдосконалень схем та конструкцій, модернізації та покращення різноманітних показників центральних кондиціонерів повітря, що вироблялися протягом другої половини ХХ ст., можливо простежити політику управління якістю обладнання та конкурентоспроможність виробів при постійному гнучкому процесі зменшення питомої матеріалоемності та енергоемності при збільшенні ефективності одиночної потужності. Температуру повітря не можна відрегулювати, тому налаштовувати інтенсивність роботи кондиціонера доводиться вручну [1]. Ось чому з'явився клімат-контроль. Він дає змогу налаштувати температуру повітря



Рисунок 1 - Навчальний лабораторний стенд 1-агрегат системи кондиціонування; 2-рама; 3-інформаційний плакат; 4-блок керування кліматичною установкою; 5-радіатор кондиціонера; 6-радіатор; 7-компресор; 8-електродвигун; 9-блок живлення установки 12V; 10-вимикач.

з точністю до півградуса. Для цього встановлено спеціальний електронний контролер. На основі цього було спроектовано навчальний лабораторний стенд призначений для використання в якості навчального обладнання в навчальних закладах при вивченні функціонування автомобільних систем кондиціонування і клімат-контролю, а також практичних робіт по ремонту і заправці системи холодоагентом. Стенд (рис.1) дозволяє вивчити принципову схему, пристрій і принцип роботи системи кондиціонування повітря і її компонентів. Так само на даному стенді можна проводити технічне обслуговування системи кондиціонування та здійснювати пошук.

Агрегат системи кондиціонування включає в себе: корпус, двох радіаторів (опалювача і кондиціонера), трьох дефлекторів на ноги, голову і тулуб та скло, електродвигун вентилятора та сервоприводів дефлекторів. Рама стенду виконана з металопрофіля на якій закріплене все устаткування. На інформаційному плакаті зображено принцип роботи системи клімат-контролю

та описана система контролю. Блок керування кліматичною установкою являє собою цифровий дисплей та регулятори дефлекторами і температури. Від електродвигуна 8 за допомогою пасової передачі обертання передається компресору 7. Компресор притягує електромагнітну муфту і перекачує фреон по системі. Холодоагент, який використовується в багатьох системах кондиюнування повітря, відомий як R134A [2]. Ця речовина переходить з рідкого в газоподібний стан при мінус 26,3⁰С. Холодоагент R134A створений на базі гідрофторвуглеці (hydrofluorocarbon - HFC), через проблеми з атмосферним виснаженням озонового шару, пов'язаним з холодоагентами на базі CFC. Відзначимо, що новий тип холодоагенту не сумісний зі старими системами кондиюнування.

Список літератури

1. <http://autoportal.ua/articles/kaketorabotaet/26743.html>
2. <https://www.autocentre.ua/ua/opyt/tehnologii/avtomobilnyj-konditsioner-i-klimat-kontrol-v-chem-raznitsa-315374.html>

УДК 621.436

СТЕНД ДЛЯ ПЕРЕВІРКИ ПАРАМЕТРІВ АМОРТИЗАТОРІВ

Сторожук О. Д.,
Сеньків О. Б.,
Рудак Н. М.,
Пона М.В.,
Волощук Я. В.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Для підвищення плавності ходу транспортних засобів запропоновано конструкція стенду для перевірки параметрів амортизаторів [1-4]. Проведено дослідження робочого зусилля для стиску-розтягу газо-рідного амортизатора. Отримані результати, можуть бути базою для створення програмного продукту підвіски, що впливають не тільки на кількісні характеристики коливань підвіски [5].

Для перевірки та визначення робочих параметрів амортизаторів розроблено спеціальний стенд (рис. 1). Конструкція стенда дозволяє проводити дослідження, що стосуються вивчення параметрів амортизаторів за умов, наближених до експлуатаційних.



Рисунок 1 - Стенд для перевірки та визначення робочих параметрів амортизаторів: 1 – нижнє кріплення амортизатора; 2 – амортизатор; 3 – верхнє кріплення амортизатора; 4 – динамометричний механізм; 5 – стійки; 6 – коромисло; 7 – повзун; 8 – шатун; 9 – корпус; 10 – захисна обшивка.

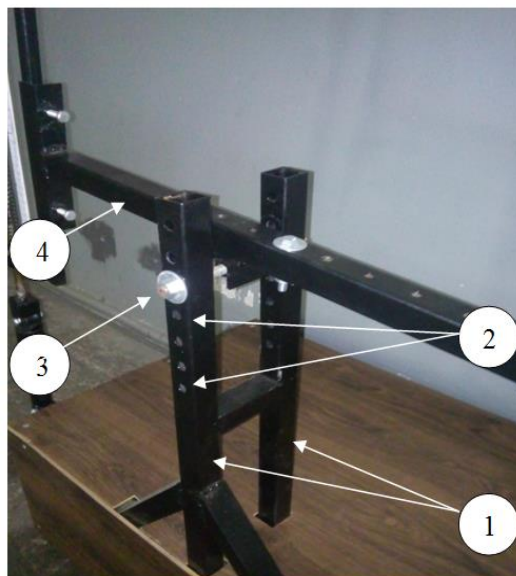


Рисунок 2 – Стійки коромисла: 1 - стійки; 2 - регулювальні отвори; 3 – вісь коромисла; 4 – коромисло

Основою стенда є металевий зварений каркас (рис. 2). Дві вертикальні стійки становлять опору для коромисла. Для того, щоб забезпечити регулювання стенду під будь-який амортизатор розроблено ряд регулювальних отворів, за допомогою яких регулюється висота положення осі коромисла. Привід стенду – електродвигун-редукто, а також понижаючий механізм у вигляді пасових передач. Натяг пасів забезпечується натяжним механізмом.

До понижаючого механізму прикріплений кривошип. До нього в свою чергу шарнірно приєднано шатун. Конструкцією шатуна передбачено регулювання його довжини за допомогою розтяжки. Шатун до коромисла також приєднано шарнірно. Регулювання ходу проводиться повзуном який стопориться гайкою. Регулювання стелу для різних амортизаторів проводиться регулювальними отворами в коромислі. За допомогою отворів в коромислі змінюються довжини плеч коромисла. Динамометричний механізм закріплений на коромислі за допомогою болтів. Він складається з тарованих пружин, покажчика, шкали, стержня, скоби та верхнього кріплення амортизатора.

Для того щоб зробити динамометричний механізм розбірним, до скоби приварено чашки з вирізаним сегментом.

Враховуючи робочі характеристики амортизаторів та їх різну геометрію для забезпечення зняття результатів дослідження у проекті представлено розроблену конструкцію динамометричного механізму з можливістю встановлення зусиль стиску-розтяжку та додаткового запасу ходу.

У вказаному механізмі використовуються дві однакові циліндричні пружини зі змінним кроком, що дає можливість одержати стабільну залежність зміни стиснення від навантаження. Отримані результатами наведено на графіку(рис.3) залежності стиску від часу.

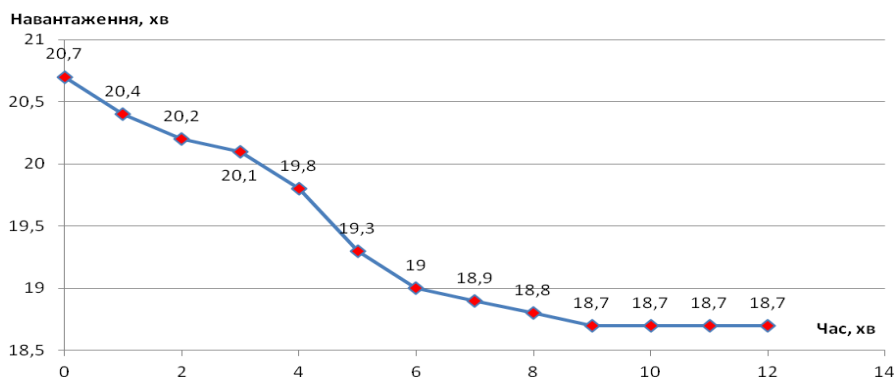


Рисунок 3 – Графік залежності зусилля стиску від часу(газо-рідинного амортизатора)

За 15 хвилин роботи амортизатора зусилля зменшується на 2 кг. Перевірку газо-рідинного амортизатора на розтяг проводимо фіксуємо зусилля необхідне для розтягу. Отримані результатами дослідження газо-рідинного амортизатора на розтяг наведено на рис.4 залежностей розтягу від часу.

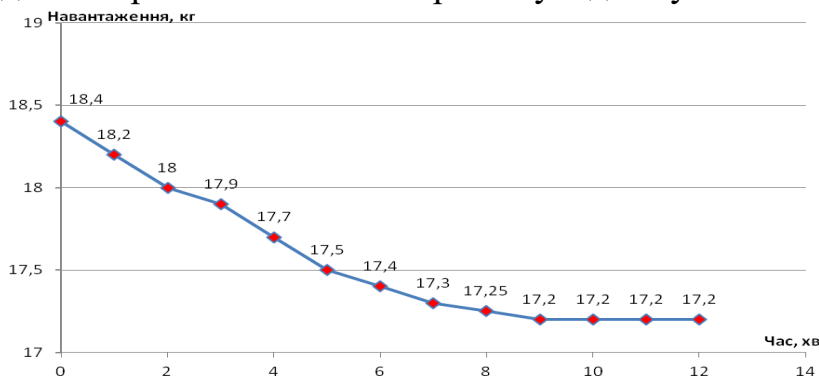


Рисунок 4 – Графік залежності зусилля розтягу від часу(газо-рідинного амортизатора)

Отже, за 15 хвилин роботи амортизатора зафіксовано зменшення зусилля на 1,2 кг. Враховуючи зміну величини зусилля стиску та розтягу газо-рідинний амортизатор має більше падіння зусилля при нагріванні як на стиск так і на розтяг (2 кг (9,66%) і 1,2 кг (6,5%) відповідно). З графіка (рис. 3) ми бачимо два хвилеподібних зниження зусилля на проміжку 1-8 хв., що пояснюється наявністю у амортизаторі двох середовищ – газового і повітряного, що мають різні характеристики. Зменшення зусилля стиску-розтягу протягом певного часу роботи амортизаторів покращує їх експлуатаційні характеристики, та плавністю ходу підвіски.

Список літератури

1. Адаптивная подвеска. Устройство, принцип действия [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.autoobserver.ru/sistemi-auto/76-adaptivnaya-podveskaustroystvo-i-princip-deystviya-aktivnoypodveski.html>.

2. Павленко В.М. Сучасний стан розвитку активних підвісок легкових автомобілів / Павленко В.М., Криворучко О.О. // Вісник НТУ “ХПІ”, Автомобілебудування, 2014.- №9(1052).-С.54-60.

3. Мандрика В.Р. Керованість і стійкість руху автомобіля В класу з системою ESP / В.Р. Мандрика, В.Г. Шликова // Вісник НТУ “ХПІ”. – Харків, 2013. – № 31 (1004). – С. 69-65.

4. Самонастраивающийся амортизатор с программированной демпфирующей характеристикой / А.Д. Дербаремдикер, Р.А. Мусарский, И.О. Степанов, М.А. Юдкевич // Автомобильная промышленность. 1985. – № 1. – С. 13 – 15.

5. Сокіл Б.І. Вплив характеристики підвіски на вертикальні та поперечно-кутові коливання корпусу армійських автомобілів багатоцільового призначення / Б.І. Сокіл, Р.А. Нанівський, М.Г. Грубель // Проблемні питання розвитку озброєння і військової техніки: тези доповідей IV НТК. – Київ: ЦНДІ, 2013. – С. 205–206.

НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ІНТЕРНЕТ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ
МАТЕРІАЛІВ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-
КОНФЕРЕНЦІЇ
"Інноваційні технології розвитку та ефективності
функціонування автомобільного транспорту"
(14-15 листопада 2018 року)**

Відповідальний за випуск:

В.В. Аулін – д.т.н., професор кафедри експлуатації і ремонту машин.

Редактор – В.В. Аулін.

*Дизайн і верстка – Гриньків А.В., к.т.н, старший науковий співробітник
кафедри експлуатації і ремонту машин*

Телефон:

(0522) 390-473

e-mail:

AulinVV@gmail.com

Контактні особи

Аулін В.В. (095) 055 74 11

Гриньків А.В. (098) 373 22 39

Web: <http://erm.kntu.kr.ua/KONFERENSIIA.html>

*Адреса колегії – 25006, Україна, м.Кропивницький, пр. Університетський, 8
Центральноукраїнський національний технічний університет,
Кафедра експлуатації і ремонту машин*