



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції,
22 – 24 листопада 2023 р.

Proceedings of the International Scientific and Practical Conference,
November 22-24, 2023.



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

**Innovative technologies for the development
and efficiency of road transport**

Кропивницький 2023

Kropyvnytskyi 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра експлуатації та ремонту машин

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
CENTRAL UKRAINIAN NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY
Department of operation and repair of machines**

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

Міжнародної науково-практичної конференції

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

COLLECTION OF MATERIALS

International scientific and practical conference

**"Innovative technologies for the development and
efficiency of road transport"**



**Кропивницький
22-24 листопада 2023 року
Kropyvnytskyi
November 22-24, 2023**

УДК:656.02, 656.05, 656.07

Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту : Міжнар. наук.-практ. конф., 22-24 листоп. 2023 р., м. Кропивницький : зб. матер. / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та рем. машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. – 254 с.

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.

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;
- система інжинірингу на автомобільному транспорті;
- 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;
- мехатроніка та електроніка на автомобільному транспорті;
- підвищення якості підготовки фахівців з спеціальності 274 "Автомобільний транспорт" та 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті).

UDC:656.02, 656.05, 656.07

Innovative technologies for the development and efficiency of road transport: International science and practice conference, November 22-24 2023, Kropyvnytskyi: coll. mat.s / Ministry of Education and Science of Ukraine, CentralUkraine National Technical University, Department of Operation and Maintenance cars – Kropyvnytskyi: CNTU, 2023. – 254 p.

Purpose of the conference: highlighting the most urgent topical issues of increasing the efficiency of road transport operation and finding the best ways to solve them by developing and implementing modern innovative technologies in production, sharing research and practical experience, publishing the results of scientific research.

The main directions of the conference:

- modern and perspective designs means of transport;
- development of technologies of maintenance, service and repair means of transport;
- improvement of technologies of transport processes and road safety;
- increase of reliability of functioning means of transport and automobile transport enterprises;
- system of engineering in road transport;
- regulatory and legislative support for the efficiency of the operation and development of road transport;
- economy and organization of road transport operation, market of transport services;
- automation of control processes and modern information technologies in road transport;
- "green" (eco) transport and promising methods of reducing the ecological load of road transport on the environment;
- improvement and use of new structural and operational materials in the vehicles' life cycles;
- intelligent transport systems;
- integrated logistics systems for supporting the vehicles' life cycle and transport infrastructure;
- agro-logistics;
- logistics of transport and production enterprises;
- mechatronics and electronics in road transport;
- improving the quality of training of specialists in the specialty 274 "Road Transport" and 275.03 Transport technologies (road transport).

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Голова оргкомітету:

Тихий А.А., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна.

Заступник голови оргкомітету:

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

Члени оргкомітету:

Анджей Здуняк, д.е.н, проф., Вища школа безпеки, м. Познань, Польща;

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

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

Борут Жереб, доктор філософії, професор факультету логістики Маріборського університету, Республіка Словенія;

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

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

Галкін Андрій Сергійович, доктор наук, професор Антверпенського університету, м. Антверпен, Фландрія, Бельгія;

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

Грицук Ігор Валерійович, д.т.н, професор, професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, м. Херсон, Україна;

Дзюра Володимир Олексійович, д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна;

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

Доминик Зимон, доктор, доцент кафедри систем управління та логістики факультету менеджменту Жешувський технологічний університет, Польща;

Ельжбета Мацьошек, д.т.н., доц. проф., кафедра транспортних систем та інженерії руху Сілезького технологічного університету, Польща;

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

Катерина Лисенко-Риба, PhD, доцент, декан кафедри логістики та інженерії процесів, факультет логістики та інженерії процесів Університету інформаційних технологій та менеджменту в Жешуві, Польща;

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

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

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

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

Ляшук Олег Леонтійович, д.т.н., проф., перший проректор, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна;

Марчін Кічинський, доктор філософії, доцент, факультет цивільної та транспортної інженерії, Інститут транспорту, відділ транспортних систем Познанського технологічного університету, Польща;

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

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

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

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

Наглюк Іван Сергійович, д.т.н., професор, завідувач кафедри організації та безпеки дорожнього руху, 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;

Никончук Вікторія Миколаївна, д.е.н., професор, завідувачка кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна;

Окороков Андрій Михайлович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортний сервіс та логістика, Український державний університет науки і

технологій, м. Дніпро, Україна;

Олегас Прентковскіс, доктор, професор кафедри мобільних машин і залізничного транспорту Вільнюського технічного університету імені Гедімінаса, Литва;

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

Оліскевич Мирослав Стефанович, д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин імені професора Семковича О.Д., Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна;

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

Попович Павло Васильович, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспорту і логістики, Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль, Україна;

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

Роговський Іван Леонідович, д.т.н., професор, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна;

Ройко Юрій Ярославович, к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій, Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна;

Россолов Олександр Вікторович, доктор наук, професор Університету природних ресурсів і наук про життя, Відень;

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

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

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

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

Цьонь Олег Петрович, к.т.н., доц, завідувач кафедри автомобілів, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна.

Члени робочої групи оргкомітету:

Магопєць 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 (секретар конференції);

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., ст. дослідник, старший викладач кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна;

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

Кічура Руслан Петрович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Ювженко Олександр Юрійович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Харченко Сергій Володимирович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Косякевич Дмитро Петрович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Тертиця Олексій Миколайович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Надич Тарас Миколайович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Петленко Володимир Павлович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Зайцев Андрій Михайлович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Тищенко Сергій Юрійович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Сергійчук Андрій Андрійович, аспірант кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Смірнов Олексій Олексійович, керівник методично-організаційного відділу (МОВ), Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна;

Резнік Лілія Сергіївна, фахівець I категорії МОВ, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, Україна.

ЗМІСТ

☑ ДО ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ В.П.Сахно, І.С.Мурований, В.М.Поляков, С.М.Шарай, О.В.Паламарчук	12
☑ ПІДХІД ДО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ Д.В. Голуб, І.В. Шмагайло, А.В. Шпильовий, Д.С. Черноморченко, Д.О. Трищук, О.С. Мірошніченко, В.І. Гайдук	16
☑ АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА РОЗВІЗНО-ЗБІРНИХ МАРШРУТАХ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ А.О. Хацюр, В.І. Котенко	19
☑ ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ГАЗОТЕРМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ Н.П. Забойкина, С.О. Магопечь, В.М. Лопата	21
☑ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ С.Р. Шворак, В.І. Котенко	26
☑ ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ М.В. Бабій, І.В. Паламар	28
☑ DIAGNOSTICS OF CAR ELECTRONIC SYSTEMS Т.М. Nadych, V. V. Aulin, Leszek Gil	30
☑ ТРАНСПОРТНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО МІСТА М.В. Бабій, В.І. Киричук, Р.І. Граничка	32
☑ МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРОСИСТЕМИ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ Т.В. Руденко, Ю.В. Кулешков, В.О. Дубовик	33
☑ ДО ПИТАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ АВТОБУСІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ І.О. Хітров	35
☑ ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ КАРТЕРНОЇ ОЛИВИ А. Мартиновський, М. Красота	38
☑ СТІЙКІСТЬ МІСЬКОГО ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУ: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ А.С. Галкін	41
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ В. Корсіков, М. Красота	43
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОКСИДАМИ АЗОТУ З ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ, ЯКІ КОНВЕРТОВАНІ НА СУМІШЕВЕ ПАЛИВО В.П. Базюк, М.М. Гнип, Ф.В. Козак	45
☑ АНАЛІЗ ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ПРИ ВИХОДІ З ЛАДУ ПІДШИПНИКІВ МАТОЧИН АВТОМОБІЛІВ Д. Кабешев, М. Красота	47
☑ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ У ВІДДАЛЕНІ НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ МАРШРУТУ РУХУ "ІВАНО-ФРАНКІВСЬК-ВОРОХТА" В.В. Бриндзак, І.Б. Прунько, Ф.В. Козак	49
☑ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ Є. Стрілецький, М. Красота	52
☑ SMART TECHNOLOGIES APPLICATION IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT О.Р. Burmistrov, D.O. Muzylyov, M.V. Karnaukh	54
☑ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ Ю.В. Кулешков, В.О. Дубовик, О.М. Лахман, Т.В. Руденко, М.В. Красота	56
☑ ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ У СКЛАДНИХ ДОРОЖНИХ УМОВАХ А.Й. Матвіїшин, І.Д. Витвіцький	58
☑ ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ШУМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ О. Войченко, Р. Осін, М. Красота	61

☑ МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ПОСЛУГА (MaaS): ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ У МАЛИХ МІСЬКИХ АБО СІЛЬСЬКИХ РАЙОНАХ	
Ю.Я. Вовк, І.П. Вовк, В.Р. Худобей, С.В. Питлик, Я.Ю. Вовк	62
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВПУСКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ	
М. Зеленьак, М. Красота	64
☑ SOCIO-ECOLOGICAL DEMANDS IN FREIGHT FORWARDING: SUSTAINABILITY AND RESPONSIBILITY	
Yu.Ya. Vovk, I.P. Vovk, T.R. Dzyvak, O.O. Korol, P.D. Khmil	65
☑ ШЕСТЕРЕННИЙ НАСОС, У ЯКОМУ УСУНЕНА КОМПРЕСІЯ РОБОЧОЇ РІДИНИ У ЗАЩЕМЛЕНОМУ ОБ'ЄМІ	
Ю.В. Кулешков, Я. С. Стародумов, О. В. Бевз, Т.В. Руденко, М.В. Красота	66
☑ IMPACT OF SMART TECHNOLOGIES ON ROAD TRAFFIC SAFETY: STUDY OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS	
Yu.Ya. Vovk, Ya.Yu. Vovk, O.A. Petrenko, A.O. Veres	69
☑ ВИВЧЕННЯ ЗНОСІВ ШЕСТЕРЕНЬ ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ	
Ю.В. Кулешков, Д. О. Черниш, Т.В. Руденко М.В. Красота, Р.А. Осін	70
☑ СИНТЕЗ ПІДВІСКИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	
І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, Р.В. Хорошун, Б.Р. Гевко, А.Й. Матвійшин	73
☑ ВПЛИВ ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ НА ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ	
Ю.В. Кулешков, В. Г. Кружилов, Т.В. Руденко, М.В. Красота, В.О. Дубовик	74
☑ РЕГУЛЬОВАНЕ ПЕРЕХРЕСТЯ З РОЗУМНИМ СВІТЛОФОРМ	
І.Б. Гевко, Р.В. Хорошун, Т.Д. Навроцька, Б.Р. Гевко	78
☑ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ МОТОРНИХ ОЛИВ ВРАХУВАННЯМ РЕЖИМІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ	
С.Ф. Посонський, В.П. Петленко, Є.К. Солових, С.Є. Катеринич	80
☑ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ J. RIERA ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРУ КУЗОВА АВТОБУСА	
К.Е. Голенко, М.О. Диха, В.О. Дитинюк, О.С. Ковтун, М.В. Гетьман, О.З. Горбай, А.В. Гай	83
☑ INCREASING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLE UNITS WHILE ENSURING CONTROL OF THE INDICATORS AND PROPERTIES OF THE LUBRICANT ENVIRONMENT	
V.A. Honchar, V.V. Aulin, Ye.K. Solovykh, I.V. Zhilova	86
☑ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ	
А.Б. Гупка	89
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦПГ ДИЗЕЛІВ АВТОМОБІЛІВ МЕТОДОМ РЕСУРСНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ	
Д.П. Косякевич, С.І. Притула, С.В. Лисенко, В.З. Гудь	93
☑ ТРИБОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ В ЗОНІ ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ	
В.В. Ляхта, В.Я. Рудий, А.Б. Гупка, В.В. Аулін, І.В. Жилова	95
☑ INCREASING THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE CAR SERVICE SYSTEM BY THE DEALERSHIP CENTER	
V.G. Baitsan, O.M. Tertytsia, V.V. Aulin, O.V. Kuzyk	99
☑ ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ	
А.Б. Гупка, В.С. Дехтяренко, І.І. Драбчук, Ю.І. Івасечко, Е.В. Манько	101
☑ INCREASING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLES BY ORGANIZING A LOGISTICS SERVICE AT A MOTOR VEHICLE	
S.Yu. Tyshchenko, I.V. Sydorenko, V.V. Aulin, O.L. Lyashuk	104
☑ ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕЦИКЛІНГУ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛАСТИКІВ НА ОСНОВІ ПОЛІАМІДУ	
О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко, Є.С. Муранов, І.В. Дмитрієв, Л.М. Чернецький, М. Бакумовська	107
☑ IMPROVING THE EFFICIENCY OF VEHICLE MAINTENANCE USING REMOTE DIAGNOSTIC TOOLS	
T.M. Nadych, V.O. Diacheno, V.O. Shchikot, V.V. Aulin, A.E. Solovyh	110
☑ ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВЗ З УРАХУВАННЯМ ПУЛЬСАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ	
Д.Б. Долішній, І.Б. Прунько, Б.В. Долішній	113
☑ CAR MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM, BUILT ON THE BASIS OF PROBABILITY-LOGICAL DIAGNOSTICS OF THEIR TECHNICAL CONDITION	
A.A. Serhiychuk, O.H. Holovatenko, V.V. Aulin, S.V. Lysenko	116

☑ ОРГАНІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНОГО ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ	119
В.О. Дорошук, І.А. Бережняк	
☑ IMPROVEMENT OF VEHICLE MAINTENANCE SERVICE AT THE APV ENTERPRISE WITH QUALITY INFORMATION SUPPLY	121
А.М. Zaitsev, В.А. Soroka, V.V. Aulin, .V. Lysenko	
☑ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА В ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОМУ КОМПЛЕКСІ ПІДПРИЄМСТВА	123
А.В. Йовченко, І.А. Шльончак	
☑ ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ТО І Р АВТОСАМОСКИДІВ	125
С.В. Харченко, О.О. Русаков, С.В. Лисенко, В.З. Гудь	
☑ РЕСТАВРАЦІЯ ШТОВХАЧА КЛАПАНА ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО НАРОЩУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАВУННОГО ТА МІДНОГО ЕЛЕКТРОДУ	128
Ф.В. Козак, І.Б. Прунько, В.Я. Феденько	
☑ INCREASING THE DURABILITY OF DIESEL CRANKSHAFTS OF TRUCK VEHICLES WITH THE LATEST TECHNOLOGIES OF THEIR RESTORATION	131
V.M. Chumak, E.V. Manko, M.I. Torop, V.V. Aulin, A.A. Tykhyi, A.E. Solovykh	
☑ 3D МОРФОЛОГІЧНА ТА ОБ'ЄКТНА МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ	134
Н.Л. Костьян, О.Ю. Лук'янченко	
☑ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	136
А.А. Сергійчук, В.В. Аулін, А.В. Гриньків, О.П. Цьонь	
☑ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ	139
Д.А. Гнідий, С.А. Крук, В.О. Дзюра	
☑ CURRENT TRENDS OF THE LOGISTICS SERVICE OF SPARE PARTS AT MOTOR TRANSPORT COMPANIES	141
S.Yu. Tyshchenko, V.V. Aulin, A.V. Hrynkiv	
☑ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН В РЕБРАХ ЖОРСТКОСТІ ДНА КУЗОВА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	142
М.Г. Левкович, М.Я. Сташків, Р.Р. Заверуха, М.П. Венгер	
☑ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖООБРОБКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ЛОГІСТИЦІ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GNSS	144
Т.М. Надич, С.Ю. Тищенко, К.С. Дунда, В.В. Аулін, А.Є. Солових	
☑ ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ЇЗДОВОМУ ЦИКЛІ WLTC	146
В.О. Ломакін, С.В. Мельничук, Б.В. Ємець, О.П. Рябчук	
☑ DISCOVERY OF OPPORTUNITIES OF THE TRANSPORT LOGISTICS SYSTEM WHEN IMPLEMENTING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY	149
V.P. Petlenko, V.M. Chumak, V.V. Aulin, A.V. Hrynkiv	
☑ ПОНЯТТЯ ТРАНСПОРТНОЇ РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ	151
А.І. Голяд, С.І. Гринчишин, В.О. Дзюра	
☑ IMPROVING THE QUALITY OF TRUCK TRANSPORTATION SERVICES BY IMPLEMENTING LOGISTICS OUTSOURCING	153
D.P. Kosiakovich, E.O. Kyrychenko, V.V. Aulin, S.V. Lysenko, A.V. Hrynkiv	
☑ АНАЛІЗ ПРИЧИН УТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ КОНУСНИХ ДИСКІВ ВАРІАТОРНИХ ТРАНСМІСІЙ	156
В.О. Дзюра, Семенген, В.Я. Федів, О.Ю. Крук, П.О. Марущак	
☑ INCREASING THE RELIABILITY OF INTERNATIONAL SUPPLY CHAINS WITH IMPROVED LOGISTICS SERVICE	158
О.М. Tertysya, V.V. Grebennikov, V.V. Aulin, S.E. Katerynych, O.P. Tsyon	
☑ ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ "ЗЕЛеної" ЛОГІСТИКИ У ПРОЦЕСІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЦЬ	160
Д.В. Ломотько, О.М. Огар, М.Д. Ломотько, О.О. Нестеренко, Д.Д. Ковальов	
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ УРАХУВАННЯМ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ	162
В.Ю. Тороп, С.В. Лисенко, М.В. Бабій	
☑ ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВЗ ШЛЯХОМ ЇХНЬОГО ПЕРЕВЕДЕННЯ НА ВОДНЕВІ ПАЛИВА	165
О. О. Мисів, С. І. Криштопа, С. Р. Філоненко	
☑ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ЛОГІСТИЧНИМ МОНІТОРИНГОМ	168

О.М. Тертиця, О.В. Ігнатченко, В.В. Аулін, С.Є. Катеринич	
☑ ВИКОРИСТАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ АВТОМОБІЛІВ В ХОДІ РОЗСЛІДУВАННЯ ДТП	
Д. В. Міронов, І.Р. Климчук	170
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
Б.Т. Іспанюк, С.В. Лисенко	174
☑ ПЕРСПЕКТИВИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АВТОТРАНСПОРТУ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ	
Ю. А. Монастирський, І. С. Максименко, А. К. Панченко, К. А. Грищенко	176
☑ IMPROVEMENT OF "GREEN" SUPPLY CHAINS IN THE INTERNATIONAL TRANSPORT AND LOGISTICS SPACE	
S.V. Suprunenko, V.V. Aulin, Artur Dmowski	177
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ	
В.І. Прокопів, В.М. Мельник	179
☑ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ НА ОСНОВІ ЇХ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ	
С.Г. Чаплигін, А.І. Надточій, В.В. Дунда, Є.С. Солових, В.В. Аулін	183
☑ ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА АЗОТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ В ЦИКЛІЧНО-КОМУТОВАНОМУ ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ	
М.С. Стечишин, Є.Г. Олександренко, М.В. Лук'янюк	185
☑ ENSURING THE RELIABILITY OF THE TERRITORIAL DISTRIBUTION OF PRODUCTS AND THE FORMATION OF ITS CHANNELS	
D.O. Zherdiev, O.V. Bohdan, D.M. Pautov, M.S. Grechany, V.V. Aulin, A.E. Solovyh	186
☑ ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЇХ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ	
Л.А. Тарандушка, В.С. Ковтуненко, І.П. Тарандушка, Д.О. Шевченко	189
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ХОДОВИХ ЧАСТИН АВТОМОБІЛІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ	
А.В. Артеменко, П.І. Гойс, В.М. Струтинський, О.І. Смоленський, Р.Р. Филипчук, В.Р. Гріздак, Б.Л. Бойко	192
☑ OPTIMIZATION OF OPERATIONAL PLANNING OF INTERCITY TRUCK CAR TRANSPORTATION	
R.K. Zherdiy, S.V. Lysenko, A.V. Hrynkiv	194
☑ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ	
О.С. Верхоляз, Д.А. Гайдай, О.М.Горлач, Б.В. Пушенко, Ю.С. Юрій, Ю.М. Галюлько, Ю.С. Сідляр	197
☑ ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА	
В.Г. Байцан, І.О. Башанова, С.В. Лисенко, А.В. Гриньків	199
☑ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ У МІЖРАЙОННОМУ СПОЛУЧЕННІ	
В.М. Гаврилюк, П.М. Деренівський, А.П. Шевчук, Ю.Д. Когут	202
☑ OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF SPARE PARTS OF VEHICLES AT THE ENTERPRISES THAT OPERATE THEM	
S.Yu. Tyshchenko, S.V. Kharchenko, SI. Tanasienko, V.V. Aulin, S.V. Lysenko	204
☑ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СТАНЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	
В.М. Гарасим, С.М. Хомик, А.І. Чернега, В.В. Дивинський, В.В. Камінський, Р.М. Мартинюк, В.П. Медведик	207
☑ INNOVATIVE TECHNOLOGY OF LOGISTICS SERVICES OF FREIGHT TRANSPORTATION WITH SUPPLY CHAINS	
D.O. Zherdiev, O.V. Bohdan, D.V. Pautov, Ya.V. Thirsa, V.V. Aulin, A.V. Hrynkiv	210
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ	
В.В. Данилюк, Б.О. Островський, Ю.Ю. Сегеді, І.І. Софілканич, М.М. Мельник, В.І. Ворон	212
☑ SITUATION MANAGEMENT OF TRUCK TRANSPORTATION	
A.B. Stavila, V.V. Aulin, V.Z. Gud	214

☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА НА ЕКОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	216
В.В. Карпович, Р.М. Мартинюк, Р.І. Розум, М.І. Розум, О.А. Брилін	
☑ ГРАФИ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНІ МЕХАНІЗМИ З КІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЛАНКАМИ	218
А. Шостачук, С. Мельничук, Б. Ємець	
☑ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ	221
Б.В. Коруц, В.В. Мельниченко, М.О. Вітрук, І.С. Величенко, В.С. Колодій	
☑ ВПЛИВ ВІДНОВЛЮВАНОВОГО ВИДУ ПАЛИВА НА ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ДИЗЕЛЯ DONG FENG	223
І.А. Шльончак, А.В. Йовченко	
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	225
Р.І. Коцюба, М.Г. Павлов, О.І. Рипкович, Б.Я. Головків, С.В. Дутчак, Р.В. Чорний	
☑ ВПЛИВ ВОДНЕВИХ ДОМШОК НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА	227
Д.О. Шалапко	
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ДОСТАВЦІ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ	230
О.Ю. Крук, Т.С. Шкварло, Н.А. Данилевич, Р.В. Чорний, Е.І. Готман	
☑ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СУМІШЕВОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	232
В.В. Чорний, В.М. Мельник	
☑ СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ	235
В.Т. Ступінський, А.А. Ляшенко, В.М. Юрик, Ю.В. Омелянський, В.М. Антонюк, В.В. Карпович, В.Р. Депутат	
☑ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ	238
О.П. Цьонь, У.М. Плекан	
☑ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МОДЕЛІ ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДРІБНОПАРТІЙНИХ ВАНТАЖІВ	240
Є.І. Тхорук	
☑ І ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПИЛЕННЯ НА СТРУКТУРУ ПОКРИТТІВ	244
М.М. Студент, С.І. Маркович, Х.Р. Задорожна, В.М. Гвоздецький	
☑ ОЦІНКА ВПЛИВУ ФОРМИ ВПУСКНОГО КОЛЕКТОРА НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЗОБАЛОННОЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ	248
С. І. Маркович, В.С. Маркович, Д.С. Мазур, Д.В. Капуста	
☑ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ ВТ1-0 З МОДИФІКОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ВПЛИВ	250
А.В. Рутковський, С. І. Маркович, С.О. Магопець, В.С. Маркович	

УДК 629.113

ДО ПИТАННЯ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ ТРИЛАНКОВИХ АВТОПОЇЗДІВ В УКРАЇНІ

В.П.Сахно⁻¹, проф., д-р техн. наук,
І.С.Мурований⁻², доц., канд. техн. наук,
В.М.Поляков⁻¹, проф., канд. техн. наук,
С.М.Шарай⁻¹, проф, канд. техн. наук,
О.В.Паламарчук⁻¹, асп.,

⁻¹Національний транспортний університет, Україна
⁻²Луцький національний технічний університет, Україна

З кожним роком зацікавленість у триланкових автопоїздах охоплює багато країн та автомобілебудівників світу. Вони вже широко застосовуються у багатьох галузях промисловості, сільського господарства. Для того, щоб автопоїзди відповідали майбутнім зростаючим вимогам, необхідно по-новому дивитися на питання, збільшуючи максимальну масу і довжину автопоїздів, приймаючи до уваги дорожні обмеження. Задля уникнення руйнування доріг, сьогоднішні максимальні навантаження на осі необхідно залишити сталими. Але додатково потрібно покращувати безпеку руху і керованість у транспортному потоці. Нові технології, такі як пневматична підвіска, дискові гальма, ретардери, електронні системи стабілізації або активне рульове керування можуть задовільнити поставлені вимоги.

Ці міркування приводять нас до концепції багатоланкових автопоїздів, які вже використовуються за межами Європи. Наприклад, у Австралії звичайним є автопоїзд довжиною до 50м, проте використання таких автопоїздів у нинішньому технологічному виконанні неможливе на дорогах Європи, характеристики їх стабільності та керованості далекі від ідеалу. Тому необхідна нова концепція багатоланкових автопоїздів [1].

Свою появою трьохланкові автопоїзди завдячують модульній системі. Ця система є передписуючою і з'явилася, виходячи з існуючих параметрів транспортних засобів. Проте такий підхід включає в себе елементи PBS (Performance Based System), при застосуванні якої беруться до уваги характеристики нової концепції [1].

Правила перевезення вантажів, як і правила дорожнього руху, мають тенденцію час від часу трохи змінюватися. Так, нещодавно в Данії задумалися про необхідність використання довгих фур довжиною 34 метри на дорогах загального користування. Таке нововведення пов'язане із задумом зменшити кількість викидів. Якщо місцеві політики підтримають цю ініціативу, то Данія може стати другою країною Європи, де дозволять їздити автопоїздами довше 30 метрів, а саме на фурах з подвійними причепами (34,5 м). Раніше таку ініціативу на своїх дорогах вже підтримала Швеція, а також зараз йдуть розмови про те, щоби дозволити використання довгогабаритних транспортних засобів на дорогах Польщі [2]. Пояснюється це тим, що завдяки використанню довгомірних триланкових автопоїздів при виконанні одного і того ж обсягу перевезень кількість поїздок та загальний пробіг у середньому зменшився на 32% у порівнянні з дволанковими автопоїздами, із мінімальною різницею для різних компаній перевізників. При порівнянні було з'ясовано, що у середньому витрата палива зменшується на 15%. Рівень викидів вуглекислого газу напряму залежить від витрати палива. Її зменшення також позитивно впливає на рівень викидів оксидів азоту NO_x. Зменшення загального пробігу і кількості поїздок, безперечно, сприяє зменшенню шкідливого впливу на навколишнє середовище. Таким чином, можна стверджувати, що використання триланкових автопоїздів сприяє зменшенню викидів CO₂ у середньому на 15%, а також загалом покращує вплив автомобілів на навколишнє середовище. Крім того, зменшення транспортних витрат у середньому складає 23 % [1].

Автопоїзди повною масою 60 т можуть з'явитися і в Україні. З метою максимальної відповідності автопоїздів конкретним умовам експлуатації, можливості формування автопоїздів великої вантажопідйомності з наявного рухомого складу без суттєвої зміни його конструкції застосовують модульний принцип їх формування. У такому випадку автопоїзд, як модульна система, складається з автомобіля-тягача (сідельного або загального призначення), вантажної платформи (здебільшого спеціалізованої), ходових візків причіпних ланок (причепи довжиною 7,82 м або напівпричепи довжиною 13,6 м). Такі провідні компанії як MAN, Volvo, Scania, DAF, Renault, Krone, Schmitz Cargobull AG та ін. постійно ведуть модернізацію вузлів та агрегатів, розробляють нові системи для покращення маневрених та експлуатаційних властивостей автопоїздів, зокрема [3] - використання поворотних самоустановлювальних осей причіпних ланок для покращення вписуваності у поворот; системи телематики, які дозволяють оцінювати й відслідковувати експлуатацію автопоїздів; застосування RSP (Roll Stability Program), що у рамках фізичних параметрів запобігає заносу напівпричепи; впровадження системи EBS - рівномірний розподіл гальмової сили між усіма осями автопоїзда та системи контролю тиску повітря в шинах вантажних автопоїздів, що поліпшує керуваність, зменшує знос шин, приводить до зменшення витрати палива; використання гідромеханічної системи керування поворотом коліс, за допомогою якої причіпні ланки автоматично повертаються в залежності від кута повороту тягача; цинкування шасі (MODULOS) разом із спеціально обробленими втулками; модернізована система ресор MRH (Multi Ride Height) дозволяє справлятися з різними дорожніми ситуаціями тощо.

При наявності у автопоїзда більше трьох ланок труднощі виникають у тому, що суттєво ускладнюється дослідження руху такого багатоланкового АТЗ з причини необхідності урахування впливу значної кількості факторів на характер руху усіх ланок. Взаємодія сусідніх ланок при русі автопоїзда розповсюджується в решті-решт на весь транспортний засіб і викликає певні відхилення складових автопоїзда (модулів) від заданого ведучою ланкою (тягачем) напрямку руху. Враховуючи те, що автопоїзд як АТЗ є засобом підвищеної небезпеки, при вирішенні проблем щодо можливості експлуатації три- та багатоланкових автопоїздів у числі перших слід робити кроки у напрямку теоретичних досліджень маневреності та стійкості їх руху, результати яких будуть підґрунтям для відповіді на багато питань технічного, організаційного, юридичного характеру [4-9].

Впровадження в Україні довгомірних автопоїздів пов'язане з трьома групами обмежень [4]:

I. Обмеження по геометричним і масовим параметрам автотранспортних засобів.

В Україні до цього часу немає єдиного Стандарту, що встановлює нормативи на масові параметри і габарити автомобілів і автопоїздів. У Правилах дорожнього руху максимальна довжина автопоїзда не повинна перевищувати 22 м, а максимальна маса сідельного автопоїзда у складі трьохвісного автомобіля (тягача) з двовісним або трьохвісним напівпричепом (контейнеровоз), що здійснює перевезення одного або більше контейнерів або змінних кузовів загальною максимальною довжиною 13,716 метра – 44 тони; для причіпного автопоїзда у складі двовісного або трьохвісного автомобіля з двовісним або трьохвісним причепом – 40 тон [10].

II. Друга група обмежень пов'язана з вимогами безпеки до конструкції даних автопоїздів.

Потребують подальшого розвитку Правила ЄЕК ООН №13 для триланкових автопоїздів у зв'язку з тим, що нормативи сумісності встановлені тільки для автопоїздів з двома транспортними ланками, тягача і причепи (напівпричепи) [11]. Крім того, при збільшенні маси автопоїзда тягово-зчіпні пристрої тягача і напівпричепи (причепи) будуть більш навантажені і природно режими їх контролю повинні бути посилені. Ця вимога побічно позначатиметься на безпеці конструкції рухомого складу триланкових автопоїздів.

III. Третя група обмежень по масовому впровадженню триланкових автопоїздів в міжнародних автомобільних перевезеннях пов'язана з труднощами прийому їх на існуючих

терміналах, логістичних центрах.

При масовому впровадженні великовантажних автопоїздів в міжнародних перевезеннях необхідне розширення або реконструкція терміналів, організація проїзних постів для вантаження, розвантаження автопоїздів, місць очікування тощо.

Аналіз обмежень першої та третьої групи по масовому впровадженню триланкових автопоїздів в міжнародних автомобільних перевезеннях показує, що всі проблеми носять не стільки технічний, скільки організаційний характер, практично їх можна вирішувати вже сьогодні.

Обмеження другої групи пов'язані з недостатністю вивчення та досліджень експлуатаційних властивостей триланкових автопоїздів.

Проведеними на-сьогодні дослідженнями триланкових автопоїздів, що скомплектовані із стандартних модулів, загальною довжиною більше 25 м, встановлено, що жодна з компоновальних схем за некерованих причіпних ланок не може забезпечити нормовані показники маневреності [12], табл. 1 [13-15]. При цьому і стійкість 3-ланкового на підкатному візку автопоїзда, як і дволанкових причіпних автопоїздів знаходиться на межі дозволеного ($J_{max}=4,5$).

Таблиця 1 – Габаритна смуга руху і бічні прискорення автопоїздів

Автопоїзд/параметри	зовнішній габаритний радіус по сліду коліс R_m	зовнішній габаритний радіус R_m	ГСП, м	J , м/с ² (тягач)	Зміщення траєкторії причепа (напівпричепа) щодо тягача, м	J , м/с ² (причіп, напівпричіп)
3-ланковий на підкатному візку	12,76	13,24	7,94	3,23	4,34	3,94
3-ланковий сідельно-причіпний	12,45	12,93	7,63	2,18	3,98	2,67
3-ланковий типу B-double	12,52	13,02	7,72	2,56	2,65	2,59
2-ланковий сідельний	11,87	12,48	7,18	2,27	2,05	2,15
2-ланковий причіпний з причепом з наближеними осями	12,05	12,58	7,28	2,96	2,32	4,13
2-ланковий причіпний з причепом з рознесеними осями	11,54	12,36	7,06	3,25	2,15	4,76

Поліпшити маневреність автопоїздів можливо за введення в їх конструкцію керованих причіпних ланок. Дослідженнями триланкових автопоїздів різних компоновальних схем, проведеними в НТУ, встановлено, що нормовані показники маневреності можна забезпечити за окремих керованих коліс (осей) усіх ланок автопоїзда за прямого та зворотного приводу управління і тільки передньою, і тільки задньою керованою віссю (колесами) – за подвійного приводу управління.

Таблиця 2 – Габаритні радіуси повороту і ГСР триланкового автопоїзда з керованим напівприцепом за подвійного приводу управління на його передню вісь

Тип триланкового автопоїзда	$R_{зг}$, м	$R_{вг}$, м	$B_{г}$, м
Причіпний на підкатному візку “dolly”	12,5	5,357	7,143
Сідельно-причіпний з причепом з наближеними осями	12,5	5,475	6,825
Сідельно-причіпний з причепом з рознесеними осями	12,5	5,502	6,798
Автопоїзд типу “B-double”	12,5	5,419	7,081

Загальновідомо, що введення керованих причіпних ланок погіршує стійкість автопоїзда. Тому дуже важливим є знаходження такого конструктивного рішення триланкового автопоїзда, за якого були б задовільні як маневреність, так і стійкість руху. Пошуку такого компромісного рішення будуть присвячені подальші дослідження.

Список використаних джерел

1. Шкварко К.В. Довгомірні трьохланкові автопоїзди – новий етап розвитку автомобільних перевезень в Україні на шляху до Європи/Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів: Науковий журнал. Вип. 17. – К.: НТУ, ТАУ, 2003. – с.146-152.
2. <https://newsyou.info/Новини> Ю інфо. У Європі з'являться 35-метрові фури з трьома причепами.
3. Прикладна теорія руху автопоїзда: навч. посібн./Сахно В.П., Поляков В.М., Шарай С.М., Босенко В.М. – К.: НТУ, 2016 – 232 с.
4. Поляков В.М., Сахно В.П. Триланкові автопоїзди. Маневреність. Київ. Національний транспортний університет. 2013. – 200 с.: іл.
5. H.A. Dang and J. Kovanda. Determination of trajectory of articulated bus turning along curved line. Trans. Transp. Scien., 7(1):35–44, 2014.
6. D. de Bruin and P.P.J. van den Bosch. Modelling and control of a double articulated vehicle with four steerable axles. In Proc. American Control Conference (ACC), pages 3250–3254, 1999.
7. F. Gottmann, H. Wind, and O. Sawodny. On the influence of rear axle steering and modeling depth on a model based racing line generation for autonomous racing. In IEEE CCTA, pages 846–852, Copenhagen, 2018.
8. O. Ljungqvist, N. Evestedt, D. Axehill, M. Cirillo, and H. Pettersson. A path planning and path-following control framework for a general 2-trailer with a car-like tractor. J. Field Rob., 36(8):1345–1377, 2019.
9. C. Altafini, Some properties of the general n-trailer // *Int. Journal of Control*, vol. 74, no. 4, pp. 409-424, 2001.
10. <https://vodiy.ua/pdr/>. Правила дорожнього руху (ПДР України) 2023.
11. https://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=53891. ДСТУ UN/ECE R 13-09-2002 Единые технические предписания, касающиеся официального утверждения дорожных транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT).
12. DIRECTIVE 2002/7/EC of European parliament and of the council of 18 February 2002 amending Council Directive 96/53/EC of 25 July 1996 laying down for certain road vehicles circulating within the Community the maximum authorized dimensions in national and international traffic and the maximum authorized weights in international traffic. // Official Journal of the European Communities. – 2002. – No L67/47-49.
13. Мурований І.С. До визначення показників маневреності триланкових причіпних автопоїздів /І.С. Мурований // Вісник національного транспортного університету: – К.: НТУ, 2007. – Випуск 15. – С.135-137.
14. Глінчук В.М. Вибір та обґрунтування типу та складу причіпних ланок триланкового автопоїзда за показниками маневреності//Вісник НТУ.–2009.– №17.
15. Сахно В.П., Глінчук В.М., Енглезі О.А., Онищук В.П. До застосування подвійного приводу управління поворотними осями напівпричепа триланкового автопоїзда// Управління проектами системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2009. – Вип.6.

УДК 629.017

ПІДХІД ДО МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА НАДІЙНІСТЬ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ І ТРАНСПОРТУВАННЯ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

**Д.В. Голуб, доц., канд. техн. наук,
І.В. Шмагайло, магістр,
А.В. Шпильовий, магістр,
Д.С. Черноморченко, магістр,
Д.О. Тріщук, магістр,
О.С. Мірошніченко, магістр,
В.І. Гайдук, магістр**

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Будь-яка створювана математична модель повинна більш точно описувати процеси, для можливості її використання у аналітичних дослідженнях. Аналіз літературних джерел і раніше виконаних досліджень дозволив сформулювати перелік деяких факторів, що здійснюють вплив на надійність і ефективність експлуатації спеціальних автомобілів для збирання і транспортування твердих побутових в технологічному режимі експлуатації: маса відходів, що завантажуються - X_1 [1]; частота обертання двигуна базового шасі - X_2 [2].

Була прийнята гіпотеза про те, що вихідна величина має лінійну залежність від факторів, тобто рівняння регресії двофакторної моделі матиме вигляд:

$$Y = f(X_1, X_2) = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot X_1 + \alpha_2 \cdot X_2, \quad (1)$$

де $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2$ - параметри лінійного рівняння;

X_1, X_2 - фактори, що впливають на значення величини.

Для оцінки параметрів лінійного рівняння множинної регресії необхідно перейти до рівняння в стандартизованому масштабі.

Представляємо змінні і як центровані і нормовані, тобто виражені як відхилення від середніх величин, що діляться на стандартне відхилення [3]:

$$x_1 = \frac{x_{1i} - \bar{x}_1}{\sigma X_1}; \quad x_2 = \frac{x_{2i} - \bar{x}_2}{\sigma X_2}; \quad y = \frac{y_{li} - \bar{y}_1}{\sigma Y}. \quad (2)$$

Тоді рівняння множинної регресії матиме вид [3, 4]:

$$y = \beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2, \quad (3)$$

де β_1, β_2 - стандартизовані коефіцієнти регресії (бета коефіцієнти).

Рівняння 3 не має вільного члена, оскільки усі змінні виражені через відхилення від середніх величин, а, як відомо:

$$\alpha_0 = \bar{Y} - \alpha_1 \cdot \bar{X}_1 - \alpha_2 \cdot \bar{X}_2, \quad (4)$$

Стандартизовані коефіцієнти знаходяться методом найменших квадратів [3]:

$$\sum_{i=1}^m (y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min, \quad (5)$$

або

$$\sum_{i=1}^m [(y_i - (\beta_1 \cdot x_1 + \beta_2 \cdot x_2))]^2 \rightarrow \min, \quad (6)$$

де m - кількість дослідних точок.

Точка мінімуму знаходиться з системи рівнянь [5]:

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial \beta_1} = 0; \\ \frac{\partial f}{\partial \beta_2} = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Отримуємо систему нормальних рівнянь, розв'язок яких дає значення параметрів рівняння множинної регресії [5]:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^m y_i x_1 - \beta_1 \sum_{i=1}^m y_i x_1 - \beta_2 \sum_{i=1}^m x_1 x_2 = 0, \\ \sum_{i=1}^m y_i x_2 - \beta_1 \sum_{i=1}^m x_1 x_2 - \beta_2 \sum_{i=1}^m x_2 x_2 = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Тоді параметри β_1 і β_2 рівняння множинної регресії визначаються по формулах Крамера [6]:

$$\beta_1 = \frac{\Delta_{\beta_1}}{\Delta}; \quad \beta_2 = \frac{\Delta_{\beta_2}}{\Delta}. \quad (9)$$

Далі необхідно перевірити значущість кожного зі знайдених параметрів β_1 і β_2 . З цією метою може використовуватися t -статистика Стьюдента, дослідне значення якої обчислюється за формулою [5]:

$$t_{\beta_i}^{досл} = \frac{\beta_i}{m_{\beta_i}}, (i = 0, 1 \dots n) \quad (10)$$

де m_{β_i} - середньоквадратична похибка коефіцієнта β_i [4].

$$m_{\beta_i} = \frac{\sigma_y \sqrt{1 - R_{yx_1x_2}^2}}{\sigma_{x_i} \sqrt{1 - R_{x_i x_1 x_2}^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{m - n - 1}}, \quad (11)$$

де σ_y - середнє квадратичне відхилення для значень змінної y ;

σ_{x_i} - середнє квадратичне відхилення для значень x_i ;

$R_{yx_1x_2}^2$ - коефіцієнт множинної детерміації для рівняння регресії в цілому;

$R_{x_i x_1 x_2}^2$ - коефіцієнт множинної детерміації, що характеризує залежність між чинником x_i і іншими чинниками рівняння регресії.

Дослідне значення критерію $t_{\beta_i}^{досл}$ необхідно порівняти з його критичним значенням - точкою розподілу Стьюдента $t_{кр}(\alpha, k)$ при заданому рівні значущості α і числі ступенів свободи $k = m - n - 1$. Значення рівня значущості було набуто $\alpha = 0,05$ [7].

Гіпотеза про значущість коефіцієнта β_i не відкидається якщо $t_{\beta_i}^{досл} > t_{кр}$, а відповідний чинник x_i залишається в рівнянні.

Від стандартизованої регресії можна перейти до рівняння регресії в натуральному масштабі, тобто отримати рівняння регресії:

$$Y = \alpha_0 - \alpha_1 \cdot X_1 + \alpha_2 \cdot X_2, \quad (12)$$

Коефіцієнти регресії в натуральному масштабі знаходяться на основі β - коефіцієнтів [3, 4]:

$$\alpha_1 = \beta_1 \frac{\sigma_0}{\sigma_1}; \alpha_2 = \beta_2 \frac{\sigma_0}{\sigma_2}, \quad (13)$$

де $\sigma_0 = \sigma_Y$, $\sigma_1 = \sigma_{X_1}$, $\sigma_2 = \sigma_{X_2}$

Далі необхідно перевірити адекватність знайденого рівняння регресії дослідним даним. Для перевірки значущості рівняння регресії в цілому можна використати F-статистику Фішера. Дослідне значення $F_{\text{досл}}$ обчислюється за формулою [4]:

$$F_{\text{досл}} = \left(\frac{\sum_{i=1}^m [f(X_{i1}, X_{i2}) - \bar{Y}]^2}{\sum_{i=1}^m [Y_i - f(X_{i1}, X_{i2})]^2} \right) \frac{(m-n-1)}{n}, \quad (14)$$

де \bar{Y} - середнє дослідних значень випадкової величини Y .

Отримане значення порівнюється з критичним значенням $F_{\text{кр}}(\alpha; (m-n-1); n)$ критерію Фішера. Рівняння регресії в цілому вважається значимим у разі виконання нерівності $F_{\text{досл}} > F_{\text{кр}}$. Інакше вважають, що рівнянням не можна користуватися як основою для ухвалення рішень.

Перевірка рівняння регресії на адекватність здійснюється за середньою похибкою апроксимації $\bar{\varepsilon}$.

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{|Y_i - f(X_{i1}, X_{i2})|}{Y_i} \cdot 100\%. \quad (15)$$

Список використаних джерел:

1. Грубель М. Г. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.22.02. К., 2007. 15 с.
2. Ємець Б. В., Пустовіт С. В., Поліщук О. С. та ін. Моделювання показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля під час його роботи на водопаливних емульсіях. Вісник ЖНАЕУ, 2016. № 1. С. 317–324.
3. Герич М.С. Синявська О.О. Математична статистика: навч. посібник. Ужгород: ДВНЗ УЖНУ, 2021. 146 с.
4. Руденко В. М. Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. 304 с.
5. Дегтярьов А. В., Кокодій М. Г., Маслов В. О. та ін. Постановка експерименту та обробка результатів : навчальний посібник для студентів фізичних спеціальностей вищих навчальних закладів. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. 176 с.
6. Савастру О. В., Яковлева О. М., Драганюк С. В. Та ін. Матриці та системи лінійних рівнянь: навч. посіб. Одеса: Одес.нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. 120 с.
7. Кушлик-Дивульська О. І., Поліщук Н. В., Орел Б. П. та ін. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. Посіб. К: НТУУ "КПІ", 2014. 212 с.

УДК:656.073

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ НА РОЗВІЗНО-ЗБІРНИХ МАРШРУТАХ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

А.О. Хацюр, *ст. гр. ТТМ-21,*

В.І. Котенко, *д-р. філософії,*

Луцький національний технічний університет, Україна

При організації транспортного обслуговування вантажовласників виникає потреба в розв'язанні двох основних завдань. З одного боку, важливо вирішувати логістичні аспекти, такі як оптимізація транспортного процесу, виявлення внутрішніх резервів та зменшення загальних витрат. З іншого боку, необхідно створювати умови для врахування потреб споживачів. Для вирішення завдань організації перевезень на розвізно-збірних маршрутах дослідники пропонують застосовувати різні методи формування маршрутів, що базуються на визначенні найкоротших відстаней, але при цьому враховують пріоритетність клієнтів та стратегії їх обслуговування, а також передбачають використання раціональних транспортних засобів на цих маршрутах.

Серед основних підходів, що оптимізують організацію перевезень вантажів на розвізно-збірних маршрутах, варто виокремити методи маршрутизації та методи встановлення раціональної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства.

1. Методологія маршрутизації перевезень базується на вирішенні класичної математичної задачі формування оптимального кільцевого маршруту [1], який включає декілька пунктів з умовою, що кожен пункт відвідується лише один раз, і кінцевий пункт співпадає з початковим ("задача комівояжера"). Оптимальний маршрут оцінюється залежно від поставленої задачі, яка може включати мінімізацію часу доставки, оптимізацію вартості перевезень або мінімізацію витрат. Це завдання активно вирішується при плануванні перевезень різних видів вантажів.

При значній кількості пунктів завезення вантажу, вирішення цієї задачі шляхом простого перебору варіантів маршрутів стає достатньо ресурснозатратним, оскільки кількість можливих варіантів маршрутів для n пунктів заводу становить $n!$, а отримання оптимального варіанту гарантується тільки порівнянням всіх можливих варіантів. Таким чином, застосовуються різні методи формування раціональних розвізних маршрутів для вирішення цієї проблеми, а саме:

- визначення оптимальних розвізно-збірних маршрутів за допомогою методу найкоротшої зв'язуючої мережі з подальшою деталізацією послідовності відвідування пунктів, використовуючи метод підсумовування по стовпчиках;
- застосування методу Кларка-Райта для визначення оптимального розвізно-збірного маршруту з чітко визначеними точками завантаження, а також визначення необхідної кількості транспортних засобів та їхньої вантажопідйомності для ефективного виконання перевезень вантажів.

За першим методом оптимальний маршрут доставки товарів визначається за допомогою наступних кроків: знаходження найкоротшого зв'язуючого маршруту; включення пунктів завантаження в маршрути відповідно до місткості транспортного засобу; визначення послідовності відвідування вантажних пунктів; оцінки можливості одночасної доставки та збору вантажів на пунктах. Цей метод дозволяє ефективно використовувати рухомий склад підприємства та забезпечує мінімальний пробіг при доставці товарів [2].

Метод Кларка-Райта відноситься до числа ітераційних методів, призначених для комп'ютерного вирішення задачі розвезення. Середня похибка рішення не перевищує 5-10% [1]. Його перевагами є його простота, надійність і гнучкість, що дозволяє враховувати різні

додаткові фактори, що впливають на кінцеве рішення задачі. Суть методу полягає в тому, щоб, базуючись на початковій схемі розвезення, крок за кроком переходити до оптимальної схеми розвезення (збору) за кільцевими маршрутами з метою отримання максимального виграшу відстаней.

Варто зазначити, що обидва методи можуть застосовуватись для формування маршрутів у міжміському сполученні [1-2].

2. Оптимізація структури парку рухомого складу. У своїй праці автор [3] рекомендує визначати структуру автопарку в залежності від вантажопідйомності, враховуючи вимоги до перевезення вантажів партіями різних розмірів за розподілом розмірів партій вантажу. Однак недоліком цього підходу є те, що випадковим вважається лише величина партії вантажу, тоді як інші параметри транспортного процесу розглядаються як сталі величини. Також формування структури парку рухомого складу за даним методом призводить до недооцінювання стохастичних властивостей таких параметрів, як розмір партії вантажу, відстань доставки, інтервал між замовленнями на перевезення. Метод не враховує комплексний вплив експлуатаційних характеристик, обмежуючись розрахунком лише одного показника. Також важливим аспектом є неврахування ймовірнісних характеристик транспортного процесу та відсутність урахування ризиків для транспортної компанії [4]. Проте основною його перевагою є доступність та простота застосування.

Дослідниками [5] запропоновано метод встановлення структури парку рухомого складу на основі визначення типорозмірного парку за вантажопідйомністю з використанням критерію собівартості перевезення 1 т вантажу. Проте даний метод доцільно використовувати, якщо кількість відправлень за добу перевищує у тричі розрахункову кількість модельного ряду автомобілів.

Отже, аналіз досліджень дозволив встановити особливості, переваги та недоліки розглянутих методів. Варто зазначити, що поєднання представлених підходів, таких як: маршрутизація перевезень та визначення оптимальної структури парку рухомого складу автотранспортного підприємства є відносно доступними та ефективними методами, що сприяють удосконаленню організації перевезень вантажів на розвізно-збірних маршрутах у міжміському сполученні.

Список використаних джерел

1. Гужевська Л.А. Формування розвізно-збірних маршрутів методом Кларка-Райта при доставці експрес-відправлень / Л.А. Гужевська, І.В. Даниленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки". Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 3 (33).
2. Розрахунок збірно-розвізних маршрутів доставки продукції ТОВ "Пирятинський Сирзавод" / Т. Гайкова, А. Леонтович // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції "Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції". Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – С.16-19.
3. Основи теорії транспортних процесів і систем: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. напряму "Транспортні технології" / М. Ф. Дмитриченко [та ін.]. – К.: Слово, 2009. – 335 с.
4. Вакуленко К. Є., Храпач І. Ю. Формування структури парку автомобільних транспортних засобів (на прикладі ДП "Завод ім. В. О. Малишева") // Комунальне господарство міст: Науково-технічна збірник. – Х.: ХНУМГ імені О. М. Бекетова. – 2013. – Вип. 109. – С. 138 – 143.
5. Lebid I. Development of Methodology for Transportation Fleet Structure Formation / I. Lebid, T. Anufriyeva, N. Luzhanska // Science Review, 2021. – 1(36).

УДК 621.793.7.001.5

ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗМІЦНЕННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ ГАЗОТЕРМІЧНИМ НАПИЛЕННЯМ

Н.П. Забойкина, асист.,

С.О. Магопєць, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

В.М. Лопата, н.с., канд. техн. наук,

ІЕЗ імені Є.О. Патона НАН України, Україна

Збільшити надійність і довговічність деталей автомобілів і тим самим зменшити залежність від зарубіжних постачальників, за основними найдорожчими та металомісткими деталями, дозволить використання технологій їх зміцнення. Спосіб зміцнення деталей повинен забезпечувати високий ресурс їх експлуатації, бути досить універсальним, простим і доступним.

У світовій практиці з розробки та застосування технологій зміцнення деталей автомобільного транспорту все більша увага приділяється газотермічному напиленню (ГТН) [1, 2]. Це зумовлено багатьма його перевагами, проте насамперед тим, що розроблене обладнання для газотермічного напилення дозволяє наносити покриття високої якості.

Якість покриття, продуктивність процесу його нанесення значною мірою залежать від технічних характеристик обладнання, що застосовується. При цьому вирішальний вплив на експлуатаційні властивості покриття має конструкція обладнання. Нині у експлуатації перебуває широка номенклатура установок для газотермічного напилення різних фірм. Однак недостатньо вивчений та не проведений аналіз впливу основних характеристик установок для напилення на фізико-механічні властивості одержуваних покриттів, не розроблено науково обґрунтованих рекомендацій щодо його застосування. Вищевказані причини утруднюють вибір обладнання для організації ділянок з газотермічного напилення та застосування технологічних процесів, що забезпечують високу продуктивність та якість покриттів.

Аналіз науково-технічних джерел [1-7] показав, що розвиток обладнання для газотермічного напилення крокує шляхом розширення його технологічних можливостей та збільшення ресурсу роботи, підвищення продуктивності та зручності експлуатації, скорочення витрат напилюємого матеріалу та підвищення якості покриттів. При цьому основні зусилля спрямовані на вирішення задачі керування параметрами газотермічного потоку: швидкістю та температурою газу та частинок, коефіцієнтом зосередженості потоку, гранулометричним складом частинок, властивостями частинок та несучого середовища.

Провідні фірми в галузі розробки та виробництва обладнання для напилення створюють модульні системи установок газотермічного напилення (табл. 1), великою перевагою яких є сумісність окремих вузлів з усіма джерелами живлення та спеціальним оснащенням, що входить до системи.

З метою отримання покриттів з високими характеристиками міцності зчеплення, щільності, зносостійкості і, отже, підвищення ресурсу деталей автомобілів було зроблено порівняльний аналіз технічних характеристик і технологічних параметрів вітчизняного та зарубіжного обладнання, що випускається в даний час для газотермічного напилення.

В Україні найкращі показники має обладнання для електродугового напилення (рис. 1), розроблене Фізико-механічним інститутом (ФМІ) НАН України (м. Львів). У ФМІ НАН України шляхом удосконалення конструкції обладнання для напилення та підвищення захисно-енергетичного рівня факелу розпилу було вирішено завдання підвищення фізико-механічних властивостей покриттів за рахунок зниження окислення диспергованого металу у факелі розпилу та підвищення швидкості польоту частинок [8].

Таблиця 1 – Характеристика установок для газотермічного напилення

Установка, фірма, країна	Струм, А	Матеріал	Продуктивність, кг/год
Ares-pray, SNMI Франція	200 – 800	Сталь, алюміній, цинк	7 – 30; 3,5 – 15; 16 - 65
VT-600, Colmonoy, США	До 500	Сталь, алюміній, цинк	25,4; 13,6; 70,7
ELMET-P2, RUKOV, Чехія	200 – 400	Алюміній, цинк	25; 66
LD/U2, OSU, Німеччина	До 200	Сталь, алюміній, цинк	9,5 – 10,2; 6; 20
LD/U3, OSU, Німеччина	До 300	Сталь, алюміній, цинк	14,2-15,3; 9; 30
LD/S2, OSU, Німеччина	До 1400	Сталь, алюміній, цинк	65,8; 37,1; 140
ЕМГ-2, Україна	До 400	Сталь	18,8
ЕМП-1, Україна	До 300	Сталь, алюміній	24; 14
УСЗМ-2М, Україна	До 400	Сталь	до 20
РЕ-2, Польща	До 300	Сталь, алюміній	12; 8

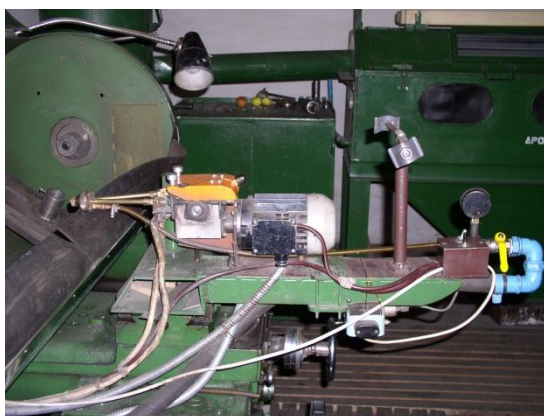


Рис. 1. Установка для электродугового напилення ЕМ - 14

Принцип роботи апарату для напилення полягає у безперервній подачі двох дротів у розпилювальну головку (рис. 1), де між ними горить дуга. Розплавлений дугою матеріал дротів спрямованим потоком стисненого повітря переноситься на підготовлену поверхню. Система розпилення - головка з соплом і направляючими наконечниками. У направляючі подаються два електродні дроти та повітря під робочим тиском. Струмopодаючі кабелі кріпляться до кронштейнів, які розміщені в передній частині апарату для напилення (рис. 1).

Для нанесення покриттів використовуються апарати з різною дутьовою системою та геометрією сопла. В даний час відомо кілька схем формування гетерогенного металоповітряного потоку при електродуговому напиленні: діафрагмова, центральносоплова,

диференційна та закрита [8]. У серійному виробництві найбільшого поширення набула діафрагмова схема, зокрема вона використана при виготовленні установок для електродугового напилення фірм "Metco" та "Mogul" (США). При використанні цієї схеми формується широкий металоповітряний потік. Застосування цієї дутьової системи є ефективним для нанесення антикорозійних покриттів. Центральна - соплова схема використана в апараті для напилення, де створюється вузький потік розпилюемого металу, який є особливо ефективним при нанесенні покриттів на тіла обертання, наприклад, на вали [7, 8].

З метою підвищення якості покриттів доцільно використовувати розпилювальну головку, в основу якої покладено закритую схему формування металоповітряного потоку. У роботі [8] відзначається перевага апаратів із закритою схемою та диференціальним соплом у порівнянні з відкритою схемою центрального сопла. Закрита схема формування металоповітряного потоку дозволяє отримувати надзвичайно дрібні фракції частинок, що розпилюються (діаметром менше 50 мкм), які визначаються високою швидкістю польоту (50...130 м/с) (рис. 2).

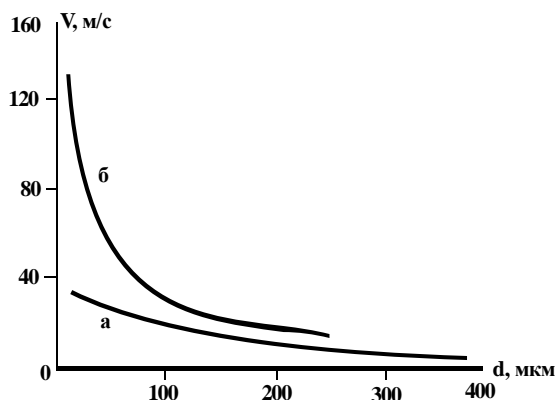


Рисунок 2 – Залежність швидкості польоту частинок матеріалу, що розпилюється, від їхнього розміру під час реалізації різних схем формування металоповітряного потоку: а – центрально – соплова схема; б – закрита схема

Таку схему розпилення слід використовувати, коли виникає необхідність нанесення дрібнодисперсного покриття (50...200 мкм) розпиленням порошкових дротів, до складу яких входять тугоплавкі компоненти. Закритую схему формування металоповітряного потоку використано в апаратах виробництва ФМІ НАН України [8]. Закрита схема має свої переваги в тому випадку, коли розмір дуги в перерізі стає порівняним з перерізом циліндрового каналу, в якому вона горить. Закрита схема формування металоповітряного потоку дозволяє реалізовувати два режими напилення: безперервний та імпульсний. При зменшенні діаметра циліндричної частини сопла тиск у соплі може стати рівним тиску в дуговому проміжку. При такому співвідношенні тисків холодне повітря активно проникатиме в зону горіння дуги та зумовить скорочення її довжини. Коли довжина дуги скоротиться настільки, що розплав замкне дуговий проміжок, виникає імпульсний режим. Співвідношення тисків у дузі залежить від діаметра сопла та потужності дуги. Експериментально встановлено, що чим більший діаметр сопла, тим більшою має бути потужність дуги, щоб реалізувався імпульсний режим роботи апарату. При роботі апарату в імпульсному режимі торці дротів, які плавляться, стають паралельними між собою. Рідка фаза, замикаючи торці електродів-дротів, реалізує рейкотронний ефект. Рейкотронний ефект проявляється в тому, що в щілині між двома паралельними електродами діє електродинамічна сила, яка спрямована паралельно до поверхонь електродів, що плавляться. Розплав викидається електродинамічними силами з проміжку й виникає пауза, після якої цикл повторюється. Частота викидів залежить від швидкості подачі дроту-електроду. Чим вища швидкість подачі дроту, тим вища частота викиду розплаву. При такому способі напилення за рахунок рейкотронного ефекту порції рідкого металу отримують додатковий імпульс, який підвищує

швидкість польоту в початковий момент і сприяє диспергуванню розплаву. При використанні "закритої" схеми максимальна величина розпиленних частинок не перевищує 50 мкм.

Обладнання для електродугового напилення характеризується наступними параметрами: напруга – 18 ... 36 В, сила струму – 50 ... 600 А, потужність дуги – 5 ... 20 кВт, відстань від сопла до поверхні, що напилюється (дистанція напилення) – 50 ... 200 мм, швидкість повздовжнього переміщення - 5 ... 10 мм/об, частота обертання валу -10 ... 60 об/хв, тиск повітря, що стискається (газу, що розпилюється) - 0,35 ... 0,5 МПа, витрата повітря, що стискається (газу, що розпилюється) - 60 ... 150 м³/год, діаметр дроту 1,6 ... 2,0 мм, швидкість подачі дроту - 0,05 ... 0,35 м/с.

Таким чином, до переваг апаратів можна віднести:

- зниження окислення матеріалу, що напилюється, та вигорання легуючих елементів;
- збільшення швидкості частинок матеріалу, що напилюється;
- кут розкриття струменя не перевищує 10 градусів,
- коефіцієнт використання матеріалу збільшується до 0.85;
- пористість сталевих покриттів 5 - 7%, щільність покриттів із алюмінієвих сплавів наближається до щільності литого металу.

На підставі аналізу результатів науково-технічних, практичних та експериментальних досліджень було зроблено такі висновки:

- основною перевагою запропонованого методу газотермічного напилення є його висока продуктивність, максимальне значення енергетичних ККД розпилення та напилення. Переваги запропонованого методу нанесення покриттів забезпечує використання установки для електродугового напилення ЕМ-14 із закритою схемою формування металоповітряного потоку. Застосування закритої схеми формування металоповітряного потоку при напиленні [8] дозволить отримати покриття із щільністю понад 90 % та міцністю зчеплення до 180 МПа;

- вдосконалення устаткування для напилення [8] дозволить збільшити швидкість і температуру струменя газу, що транспортує, і частинок, зменшити діаметр крапель, підвищити щільність і знизити окислюваність покриттів;

- використання у якості розпилювального газу продуктів згорання пропано-повітряної суміші дозволить створити додаткове джерело тепла, а варіювання витрат пропану і повітря - нейтральну або відновлювальну атмосферу в зоні плавлення електродного дроту і тим самим зменшити окислення металу й вигорання легуючих елементів [7, 8].

- підбір складу матеріалу для напилення дасть можливість створити умови для протікання екзотермічних реакцій між його компонентами для отримання додаткової кількості тепла, що виділяється при протіканні реакції та дозволить наносити покриття з карбідів, оксидів, боридів, алюмінідів та силіцидів та збільшити їх твердість [7, 8].

Таким чином, аналіз результатів досліджень дозволяє рекомендувати для зміцнення деталей автомобільного транспорту установку для електродугового напилення ЕМ-14 із закритою схемою формування потоку повітря. Конструкція вибраного обладнання забезпечує створення покриттів різного функціонального призначення з високими експлуатаційними властивостями, що є дуже важливим для підвищення ресурсу деталей автомобільного транспорту.

Список використаних джерел

1. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.Н. Инженерия поверхности. Київ, Наукова думка. 2007. 559 с.
2. Brusilo Y.V., Cherepko A.E. Investigation of properties of coatings deposited by different arc spraying methods. Науковий журнал "Наукоємні технології №4(20) 2013. С. 366-371.
http://www.icit.nau.edu.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=282:-2013-420&catid=10:science-based-technologies

3. . Пащенко В.М., Кузнецов В.Д., Солодкий С.П. Проблеми ефективності захисних покриттів у інженерії поверхні машин і обладнання. Вестник Национального технического университета Украины "КПИ". 2006. №49, С. 178-187
4. Vuoristo, P., Thermal Spray Coating processes, in: Hashmi, S., *Comprehensive Materials Processing*. 2014, Elsevier Ltd. eBook ISBN: 8780080965358, <https://shop.elsevier.com/books/comprehensive-materials-processing/hashmi/978-0-08-096532-1>. DOI 10.1007/978-0-387-68991-3.
5. Espallargas, N. *Future Development of Thermal Spray Coatings*. 2015, Elsevier Ltd. 286 p. ISBN: 9780857097699 eBook ISBN: 978085707745 https://www.asminternational.org/edfas/uncategorized//journal_content/56/10192/26188941/PUBLICATION//.
6. Gildersleeve, E.J., Vaßen, R. Thermally Sprayed Functional Coatings and Multilayers: A Selection of Historical Applications and Potential Pathways for Future Innovation. *J Therm Spray Tech.* 32, 778–817 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11666-023-01587-1>.
7. Uniquecoat technologies, LLC. Turboarc 300 HVAF-Arc Thermal Spray System. Owner's manual, number 4012005-001, April, 2011. <http://www.uniquecoat.com/hvafarc.html>
8. Студент М.М. Розробка захисних та відновних електрометалізаційних покриттів з використанням порошкових дрітків: автореф. дис. на здобуття наук, ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.01 „Матеріалознавство” Львів. 1998. 18 с.

УДК:656.073

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ЛОГІСТИКИ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

С.Р. Шворак, *ст. гр. ТТмз-21,*

В.І. Котенко, *д-р. філософії*

Луцький національний технічний університет, Україна

В сучасному світі міжнародні вантажні перевезення відіграють ключову роль у забезпеченні глобальної економічної активності та обміну ресурсами, тому підвищення ефективності транспортної логістики вантажів є актуальною задачею для автотранспортних підприємств. Зростання обсягів вантажоперевезень та необхідність оптимізації транспортного сполучення вимагають впровадження сучасних підходів до управління логістичними процесами для забезпечення ефективності та конкурентоспроможності перевізників, що здійснюють доставку тарно-штучних вантажів у міжнародному сполученні.

Аналіз ринку транспортних послуг показав, що протягом останніх кількох років спостерігалось значне збільшення частки автотранспорту на ринку вантажних перевезень в Україні, що склало позитивні +57%, тоді як частка водного транспорту втратила майже вдвічі, показавши від'ємний показник -44%. Залізничний транспорт також зафіксував невелике зменшення на рівні -8% [1].

Автори дослідження [1] вважають, що експансія автомобільного транспорту в сфері вантажних перевезень в Україні за останні десятиріччя виявилася досить успішною, у той час як перевезення вантажів іншими видами транспорту значно знизилась. Ця тенденція негативно впливає на євроінтеграцію України, оскільки з точки зору зобов'язань України в рамках Європейського зеленого курсу, частка залізничного та водного повинна зростати на ринку, а автомобільного навпаки знижуватись [2].

Аналіз існуючих досліджень [3-10] дозволив виокремити наступні напрями підвищення ефективності транспортної логістики тарно-штучних вантажів у міжнародному сполученні:

1. Вибір оптимального варіанту доставки партії вантажу залежить від типів ланцюгів постачання. У роботі [3] запропоновано діапазони відстаней та розміри партій для різних ланцюгів постачання, серед яких: доставка з одним експедитором (1F), доставка за участю двох експедиторів без залучення вантажних терміналів (2F), доставка партії вантажу через вантажний термінал (1T), доставка з участю двох вантажних терміналів (2T).

2. Врахування впливу ключових факторів на собівартість перевезення вантажів [4-5]. До таких факторів належать: відстань доставки, пробіг автомобіля між суміжними пунктами завантаження на маршруті, його вантажопідйомність та коефіцієнт запасу, а також середній обсяг завантаження вантажу в один пункт маршруту та коефіцієнт варіації попиту. Вплив цих факторів на собівартість доставки вантажів описаний за допомогою аналітичних моделей у дослідженні [5]. Наявність інформації щодо цих факторів дозволяє здійснити вибір автомобіля з оптимальною вантажопідйомністю, що спрямована на зменшення витрат при перевезенні з урахуванням можливих втрат від несвоєчасного або неповного виконання замовлення на перевезення.

3. Встановлення взаємозв'язків між показниками функціональної ефективності автопоїздів та зміною їх конструктивних параметрів, а також врахування умов перевезень і характеристик доріг забезпечує вирішення організаційних та технологічних аспектів розвитку транспортного сектору відповідно до концепції енергозбереження та ефективного використання ресурсів [6].

4. Розробка та впровадження у транспортний процес раціональних режимів праці та відпочинку водіїв [7].

5. Встановлення узагальнюючим параметром, що визначає ефективність раціонального функціонування логістичного ланцюга доставки вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні, строк виконання доставки вантажу з його подальшою оптимізацією [8]. Важливим є те, що при зміні строку доставки зростають сумарні витрати, які, на думку одержувача транспортних послуг, є одним з найбільш важливих критеріїв, що характеризує ефективність виконання перевезень [8].

6. Застосування базових підходів для оптимізації доставки вантажу, а саме: маршрутизації перевезень вантажів, вибору найбільш ефективних моделей рухомого складу й навантажувально-розвантажувальних механізмів та розрахунку оптимальних параметрів системи управління запасами [9].

7. Визначення впливу експлуатаційних витрат, обсягів замовлення та відстані перевезення на собівартість пробігу 1 км транспортного засобу дозволяє обрати більш ефективний спосіб транспортування вантажів. До експлуатаційних витрат відносять витрати на паливо, витрати на організацію міжнародних перевезень [10].

Отже, проведений аналіз досліджень дозволив виявити, що на сьогодні не існує універсального підходу щодо підвищення ефективності транспортної логістики тарно-штучних вантажів у міжнародному сполученні, тому найбільш ефективним варто вважати індивідуальний підхід із врахуванням особливостей функціонування та ресурсних можливостей автотранспортного підприємства.

Список використаних джерел

1. Лисий В. М., Стебляк Д. М. Вплив війни на розвиток транспортного перевезення в Україні / В. М. Лисий, Д. М. Стебляк // Науковий вісник Ужгородського національного університету. – Ужгород : 2022. – Вип. № 43. – С.92-97.
2. Логістичні технології управління потенціалом морських та річкових перевезень України / [Л. А. Горощкова, О. І. Меньшов, О. О. Васильєва, О. М. Сумець, І. В. Рижигов].// Економічний вісник університету – Переяслав: 2023. – Випуск №57. – С.32-45.
3. Наумов В.С., Вітер Н.С. Методика формування альтернативних транспортно-технологічних систем доставки вантажів / В.С. Наумов, Н.С. Вітер. // Східноєвроп. Журнал передових технологій: зб. наук. пр. –Х., 2011.– Вип. 5/4(53). – С. 16-19.
4. Шевченко І. В. Собівартість вантажних перевезень у формуванні тарифів у міжнародному сполученні / І. В. Шевченко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Д., 2009. - Вип. 28. – С. 291-301.
5. Аналіз результатів моделювання прогнозних характеристик транспортної системи "ЛАС" / [Є. В. Нагорний, О.М. Шептура, А.В. Потапенко] // Східноєвроп. Журнал передових технологій: зб. наук. пр. – Х.:2011. – № 5(4). – С. 55-57.
6. Хмельов І.В. Підвищення енергоресурсної ефективності вантажних міжнародних автомобільних перевезень: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.01. К.:, 2009. – 20 с.
7. Пономарьова Н. В. Аналіз впливу режимів праці і відпочинку водіїв (РПВВ) на ефективність доставки вантажів у міжнародному сполученні/ Пономарьова Н. В., Бабич І. А. – К. : 2011.
8. Нагорний Є.В. Комерційна робота на транспорті: підручник / [Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко, Г.І. Нестеренко]. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 268 с.
9. Нагорний Є.В. Аналіз сучасних підходів до підвищення ефективності логістичних систем доставки вантажів в міжнародному сполученні/ [Є.В. Нагорний, В.С. Наумов, А.В. Іванченко] // Транспортні системи та технології перевезень, 2012. – №3.
10. Shyriaieva S. V., Svirin D. O. Factor Research of Prime Cost of International Road Transportation of Party Cargo // World Science. – 2020. – 7. – P.5-9.

УДК 656

ПРОБЛЕМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

М.В. Бабій¹, доц., канд. техн. наук,

І.В. Паламар¹, студ.,

В.А. Бабій², студ.

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна,

²Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Беззаперечним є той факт, що при організації дорожнього руху на вуличній мережі, особливо ще на стадії проектування, є забезпечення безпеки руху для всіх учасників. Цей чинник є головним навіть на перевагу економічній вигоді. А загалом питання організації дорожнього руху на заданій ділянці потрібно вирішувати у комплексі.

Значну роль тут відіграє правильне та ефективне управління трафіком і як наслідок – це зменшення заторів та підвищення пропускної спроможності доріг. Цього можна досягнути через встановлення світлофорів з обґрунтованими циклами, дорожніх знаків, вибору оптимальних маршрутів для транспорту тощо.

З іншого боку на цей процес має вплив стадія, на якій організовується дорожній рух. До прикладу, якщо це проектування нових доріг, то потрібно враховувати транспортний потенціал даного району, пов'язуючи з генеральними планами забудови, перспективами розвитку громад даного району та суміжних територій і т.п. Модернізація доріг в певній мірі є більш обмеженою, вона змушена бути інтегрованою у вже існуючу інфраструктуру, що може бути складним процесом з технічної та логістичної точки зору.

Разом з тим, під час проектування міської транспортної мережі важливе значення має правильне визначення розрахункових транспортних потоків. Варто відзначити, що її проектування для нових міст істотно відрізняється від реконструкції та розвитку мережі вже існуючих міст.

Перш ніж приступити до проектування вуличної мережі роблять аналіз та встановлюють, якої категорії там буде пролягати дорога. Це зумовлено тим, що інтенсивність руху визначатиме габарити самого дорожнього полотна та інфраструктури, яка забезпечуватиме безпеку дорожнього руху на цій ділянці.

Першочерговою задачею є визначення обсягів транспортних потоків на різних ділянках доріг та перехрестях. Це допомагає визначити необхідність будівництва додаткових дорожніх споруд, встановлення технічних засобів для оптимального регулювання дорожнього руху.

Інша грань при організації дорожнього руху на вуличній мережі – це забезпечення комфортних умов для всіх учасників руху при їх переміщенні розглядуваною ділянкою. Тут необхідно виділити проблеми паркування та розміщення паркувальних майданчиків. Ефективність руху транспорту, що впливає на час переміщення та включає в себе оптимізацію розташування світлофорів, організацію кільцевих розв'язок та інші заходи для покращення пропускної здатності.

Важливим аспектом є забезпечення зручного доступу до громадського транспорту, включаючи автобуси, трамваї і метро. Це сприяє зменшенню автомобільного трафіку та покращенню роботи громадського транспорту.

Проектування вулично-дорожньої мережі також повинно враховувати екологічні аспекти – зменшення викидів шкідливих речовин, наприклад від роботи двигунів внутрішнього згоряння. Натомість потрібно організовувати велосипедні доріжки, розвивати інфраструктуру різних видів електротранспорту, створювати зелені зони для покращення якості повітря тощо.

Важливо окремо виділити забезпечення безпеки вулично-дорожнього руху для всіх учасників, особливо для пішоходів. Сюди входить проектування безпечних переходів для пішоходів, роздільних смуг для руху, а також системи освітлення та сигналізації.

Тому, підсумовуючи мету організації дорожнього руху при проектуванні вулично-дорожньої мережі, – це створення безпечних, ефективних та зручних умов для всіх учасників дорожнього руху, яка сприяє сталому розвитку міста або населеного пункту.

Список використаних джерел

1. *Гаврилов С.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К., Лановий Т.О., Линник І.Є., Поліщук В.П.* Організація дорожнього руху. Книга IV. – К., Знання України, 2014. – 452 с.
2. *Поліщук В.П.* Теорія транспортного потоку. Методи і моделі організації дорожнього руху: навчальний посібник. К.: Знання України, 2008, – 175 с.
3. *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.
4. *Кашканов А. А.* Безпека руху автомобільного транспорту : навчальний посібник / А. А. Кашканов, О. Г. Грисюк. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 177 с.
5. *Бабій М.В., Мазурок О.І., Бакан С.А., Школовий В.Б., Борисюк С.П.* Інформаційне управління транспортними потоками при забезпеченні ланцюгів постачань. Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 17-19 листопада 2022 р „Інноваційні технології розвитку та ефективності функціонування автомобільного транспорту“. Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький: ЦНТУ, 2022. С. 17-18.
6. *Білятинський О.А.* Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг : підручник / О. А. Білятинський, В. П. Старовойда – К. : Вища освіта, 2003. – 343 с.: іл.
7. *Аулін В.В., Крестопчук М.С., Цьонь О.П., Сташків М.Я., Бабій М.В., Бодоряк Ю.Д.* Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – Вип. 4 (35). – С. 247–253.
8. *Бабій М.В., Олійник В.А., Бабій В.А.* Використання цифрових технологій для оптимізації маршрутів при перевезенні пасажирів. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 90-річчю від дня народження професора Рибак Тимотія Івановича та 60-річчю кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики“. Видавець – ФОП Паляниця В.А., 2022. С. 181.
9. *Ляшук О.Л., Цьонь О.П., Дзюра В.О., Бабій М.В., Крестопчук М.С., Лисенко С.В., Бодоряк Ю.Д.* Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки : зб. наук. пр. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – Вип. 5 (36). – С. 311–317.
10. *Бабій М.В., Лачук П.І.* Етапи модернізації транспортної системи України. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року – Т. : ТНТУ, 2021 – Том I. – С. 63.
11. Державні будівельні норми України. Система містобудівної документації. Склад, зміст, порядок розроблення і затвердження комплексних схем транспорту для міст України: ДБН Б.1.1-13:2012. – [Чинний від 2012 – 10 – 01]. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. – 45 с.
12. *Редзюк А.М.* Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку : монографія / Державний автотранспортний науко-во-дослідний і проектний інститут ; Редзюк А. М. – К. : ДП "ДержавтотрансНДІпроект", 2005. – 400 с.
13. *Лобашов О.О.* Практикум з дисципліни "Організація дорожнього руху" : навч. посіб. / О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 221 с.

DIAGNOSTICS OF CAR ELECTRONIC SYSTEMS

T.M. Nadych¹, *Graduate student,*
V.V. Aulin¹, *Prof., Doctor of Technical Sciences,*
Leszek Gil², *Doctor of Engineering,*

¹*Central Ukrainian National Technical University, Ukraine,*

²*University of Economics and Innovation in Lublin, Poland*

The diagnostics of car electronic systems is an essential component of modern technical maintenance for automotive transport. The rapid technological advancements in the automotive industry have led to a significant increase in the number of electronic components and systems used in contemporary vehicles. These systems are responsible for the safety, comfort, and efficiency of an automobile's operation.

The primary goal of diagnostics is to identify and rectify faults that arise within electronic systems governing various aspects of a car's functionality. Diagnostics are carried out using specialized equipment and software that retrieve data from the car's control units and sensors.

The presence of diverse electronic systems in modern vehicles allows for real-time information retrieval concerning various car parameters. Diagnostic scanners enable the detection and recording of Diagnostic Trouble Codes (DTCs) related to various aspects of the vehicle's operation, from the engine to safety and comfort systems.

Accurate diagnostics of electronic systems contribute to preventing serious breakdowns, enhancing road safety, ensuring efficient fuel usage, and prolonging the vehicle's lifespan. With a wide range of diagnostic technologies available, specialists can promptly identify problems and implement appropriate measures to address them.

The servicing of car electronic systems can be classified into the following categories:

1. Preventive maintenance:

– Regular maintenance: Includes scheduled technical inspections and preventive maintenance of the car's electronic systems according to the manufacturer's recommendations. This may involve replacing filters, oil, checking fluid levels, and more.

– Security systems: Regular checks and testing of safety systems such as ABS (anti-lock braking system), ESP (electronic stability control), airbags, tire pressure monitoring systems, etc.

2. Diagnostic servicing:

– Error scanning: Utilization of diagnostic scanners to retrieve error codes from the car's electronic control units, enabling the identification of issues and faults within systems.

– Testing electronic components: Checking the performance of sensors, relays, controllers, and other electronic components for defects or wear.

3. Repair and technical maintenance:

– Replacement or repair of electronic components: Performing repair work on electronic control units, sensors, relays, and other electronic components of the car's systems.

– Software updates and configuration: Updating the software that controls various vehicle systems to correct errors or enhance functionality.

4. Urgent servicing:

Fault rectification: Swift actions to address unknown or urgent problems that may arise during the vehicle's operation.

These categories of servicing for car electronic systems interact to ensure the efficiency, reliability, and safety of automotive transport.

The main diagnostic methods for car electronic systems include:

1. Error scanning (Diagnostic Trouble Codes - DTCs): Detection of specific errors or problems stored in the vehicle's memory. Diagnostic scanners are used, typically connected to the car's diagnostic port (usually the OBD-II port).
2. Parameter checking: Measuring various parameters of the car's operation, such as engine temperature, fuel level, tire pressure, etc., using specialized equipment.
3. Testing electronic components: This may involve checking sensors, relays, control units, wiring, and other electronic components for their functionality.
4. Visual inspection: Examining the system for visible damages, corrosion, or other issues that might affect the performance of electronic components.
5. Road testing: Some problems may only manifest while the vehicle is in motion, hence the importance of conducting tests on the road.

Typically, specialized equipment, diagnostic scanners, and qualified professionals are employed for the diagnostics of car electronic systems. The latter can analyze the obtained information and draw conclusions about the vehicle's system condition, as well as identify and rectify issues.

The diagnostics of car electronic systems is an integral part of modern automotive service, ensuring the maintenance of an optimal state for the vehicle, providing safety, and ensuring its reliability. All these aspects are the subject of research in my dissertation work.

УДК 656

ТРАНСПОРТНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОГО МІСТА

М.В. Бабій, доц., канд. техн. наук,

В.І. Киричук, студ.,

Р.І. Граничка, студ.,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Сучасні міста стикаються з різноманітними транспортними проблемами, які виникають внаслідок швидкого росту населення, інтенсивного розвитку містобудівної інфраструктури та збільшення транспортного руху.

Кожен з нас може спостерігати майже у всіх містах України, що однією з найбільших транспортних проблем є автомобільні затори, які виникають у години пік та в густонаселених районах. Це призводить до великих затримок для водіїв і втрати часу, а крім того, це збільшує викиди від транспорту, призводять до забруднення повітря та утворення багато шуму, що має негативний вплив на здоров'я населення та навколишнє середовище. Але чому затори можна спостерігати і не в густонаселених районах? Тут відповідь очевидна – розвиток транспорту передре розвитку містобудування. Проектована вулична мережа розраховувалась на одну кількість транспорту та при певній інтенсивності, а з часом розвиток транспорту стрімко зріс і автомобіль став доступним для більшості верств населення, тому їх кількість на дорогах також зросла – звідси і затори.

Багато міст не мають безпечних і комфортних умов для пішоходів і велосипедистів, що обмежує їхню мобільність і спричиняє небезпеку на дорогах.

Деякі міста стикаються з проблемами у доступності та якості громадського транспорту, особливо, якщо це позначається на людях з обмеженими можливостями, що призводить до збільшення кількості приватних автомобілів на дорогах. Це, в свою чергу, викликає проблеми з паркуванням в центральних районах міста і спричиняє переповнення парковок та незручності для жителів.

Зустрічаються навіть такі випадки, коли є необхідні види транспорту, але організація їх руху на низькому рівні і тому, наприклад автобус, який доставив пасажирів в пункт "Б" розминувся з поїздом, що відбув із цього пункту. І, напевно, пасажир, якому було вигідно продовжити переміщення поїздом, не скористається більше рейсом цього перевізника і т.п.

Тому розв'язання цих транспортних проблем вимагає комплексного підходу, який включає в себе розвиток громадського транспорту, створення інфраструктури для пішоходів і велосипедистів, впровадження технологічних рішень для управління дорожнім рухом, стимулювання використання екологічно чистих видів транспорту та залучення громадськості до процесу планування міської транспортної інфраструктури. Сюди також варто віднести взаємодію різних видів транспорту – частково можна вирішити питання розвантаження автомобільного пасажирського транспорту, якщо пасажирів пересадити для подальшого переміщення, наприклад на метро чи інший вмістимий транспорт.

Крім того, доцільним є розвивати місця для відпочинку та зелені зони. Такий підхід вирішує багато проблем: знімає напруженість для учасників руху, особливо пішоходів та мешканців мікрорайонів, покращує екологічні показники тощо.

Список використаних джерел

1. *Поліщук В.П.* Теорія транспортного потоку. Методи і моделі організації дорожнього руху: навчальний посібник. К.: Знання України, 2008, – 175 с.
2. *Бабій М.В., Лачук П.І.* Етапи модернізації транспортної системи України. Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року – Т. : ТНТУ, 2021 – Том I. – С. 63.

УДК:633.853.32

МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІДРОСИСТЕМИ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук,

Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук.

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

В.О. Дубовик, голова циклової комісії механіки та транспорту

Олександрійський політехнічний фаховий коледж, Україна

Гідросистема автотракторної техніки відповідає за управління підняттям та опусканням кузова, платформи причепа, завантаженням та розвантаженням матеріалів. Головним елементом будь якої гідросистеми є гідравлічний насос, що призначений для створення напірного потоку рідини та подачі її до виконавчого органу. Таким органом гідросистеми є гідравлічний циліндр, який перетворює гідравлічну енергію потоку рідини у механічну енергію, що витрачається на рух кузова вгору та вниз. Ефективна робота гідросистеми забезпечує швидке та ефективно виконання операцій підйому та опускання кузова автомобіля, чи платформи причепа, що робить такі машини незамінними на будівництві та транспортних господарствах.

Однак при тривалій роботі водія, який зо дня в день, роками, виконує одну й таку ж саму роботу, можуть виникати прикрі помилки які здатні викликати значні пошкодження як самого автомобіля так і дорожньої інфраструктури (рис.1).



Рисунок 1 – Наслідки спричинені піднятим кузовом автомобіля

Для усунення даного недоліка, на деяких будівельних майданчиках чи видобувних підприємствах встановлюють спеціальні обмежувачі висоти проїзду транспорту. Вони дозволяють легко визначити максимальну висоту автомобіля, та запобігти виїзду транспорту з перевищенням максимальної висоти на дороги загального користування. Також деякі виробники встановлюють в свої автомобілі, різноманітні системи індикації (звукові, світлові) піднятого кузова. Такі системи забезпечують, виключно попереджувальну функцію водія або співробітників, що знаходяться поблизу роботи самоскида, що кузов автомобіля все ще знаходиться в піднятому стані. Однак існують системи які обмежують і робочі функції автомобіля наприклад максимальну швидкість, так при піднятому кузові швидкість обмежена 10 км/год.

В даній роботі пропонується модернізувати гідросистему автомобіля таким чином, щоб виключити водія з процесу опускання кузова. Існуюча схема, спрощений вигляд якої наведений на рис.2 а, працює наступним чином робоча рідини з насоса через зворотній клапан надходить до розподільника Р1 з якого зливається в бак. При потребі підняти кузов, водій перемикає рукоятку розподільника Р1 спрямовуючи рідину до гідроциліндра. Після розвантаження кузова, водій за допомогою гідророзподільника, з'єднує поршневу порожнину гідроциліндра з баком.

В запропонованій схемі від водія вимагається лише в потрібний момент ввімкнути схему, а повернення кузова відбудеться в автоматичному режимі. Принципова гідравлічна

схема наведена на рис. 2 б.

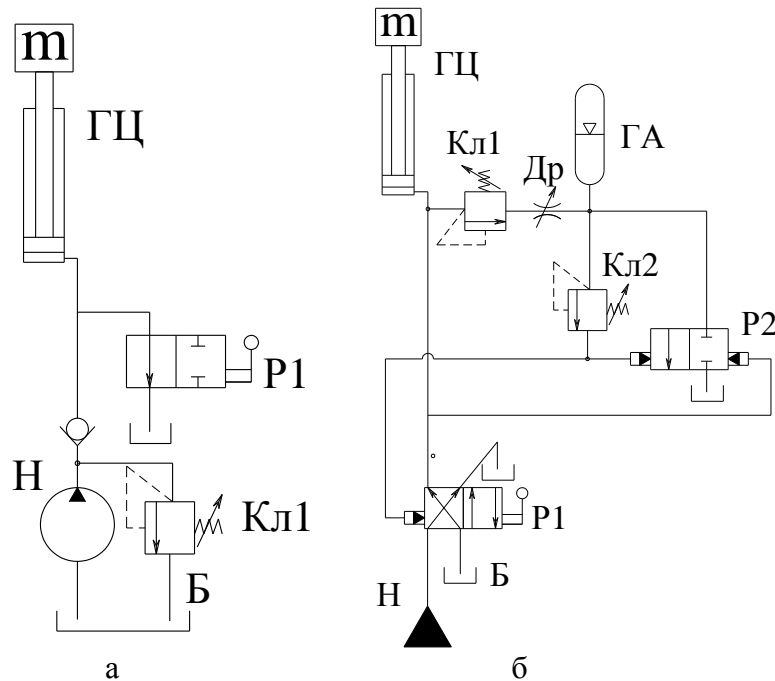


Рисунок 2 – Принципові гідравлічні схеми підняття кузова автомобіля а - базова, б - пропонувана

Після вмикання водієм схеми, робоча рідина від насоса Н по напірній лінії потрапляє до розподільника Р1 з якого надходить до гідроциліндра. Після того, як кузов автомобіля піднявся, в системі починає збільшуватись тиск, до величини налаштування клапана тиску Кл1, з якого рідина потрапляє в гідравлічний акумулятор ГА. За час заповнення гідроакумулятора, кузов автомобіля має розвантажитись, після чого тиск знов зростає, до тиску налаштування клапана Кл2, з якого рідина надходить до розподільників Р1 та Р2 перемикаючи їх золотники. Після перемикавання розподільника Р1 робоча рідина з поршневої порожнини гідроциліндра, під дією ваги кузова, зливається в бак Б. В момент перемикавання розподільника Р1 в ділянці системи від гідроциліндра до бака тиск падає, відповідно клапани Кл1 та Кл2 закриваються. Для повторної роботи схеми гідроакумулятор необхідно "розрядити", оскільки розподільники Р1 та Р2 отримують сигнал від клапана Кл2 в один час, то розподільник Р2 перемикається з'єднуючи порожнину гідроакумулятора з баком, щоб повернути розподільник Р2 в початкове положення, з'єднуємо його лінію керування з напірною лінією після розподільника Р1. Так як час розвантаження кузова автомобіля може бути різним, в схемі передбачено дросель Др, змінюючи живий переріз якого, можливо змінювати час заповнення гідроакумулятора, і тим самим регулювати час витримки кузова в піднятому положенні.

Список використаних джерел

1. Кулешков, Ю. В. Энергозберігаючий гідропривід механізму піднімання кузова автомобіля-самоскида / Ю. В. Кулешков, Т. В. Руденко, М. В. Красота // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кропивницький : ЦНТУ, 2018. - Вип. 48. - С. 62-69..
2. Объемный гидропривод и гидропневмоавтоматика: учебное пособие / Г.А. Аврунин и др. Харьков: ХНАДУ, 2008, 412с.
3. Гидравлика: основной курс ТР 501: Учебное пособие. Т.2 Меркле Д. К.: перевод с немецкого Гнатюк Ю.Й., Четверкин А.А. :- Киев: ДП "Фесто" 2002. -281 с.
4. Гідравліка, гідро та пневмоприводи. Методичні вказівки до лабораторних робіт. Для студентів спеціальності 274 Автомобільний транспорт / Укл. к.т.н., доц Руденко Т.В., д.т.н., проф. Кулешков Ю.В. – Кропивницький: ЦНТУ, 2022.- с.50

УДК 629.341

ДО ПИТАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО ВИКОНАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ АВТОБУСІВ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

І.О. Хітров, доц., канд. техн. наук,

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

Електричний транспорт вважається частиною майбутнього, але правда полягає в тому, що він був значною частиною історії транспорту і продовжують формувати спосіб пересування людей. З великими і малими автомобільними компаніями, що створюють різні моделі електромобілів, одного дня вони стануть панівним видом транспорту, і це недалеко перспектива.

Останніми роками пасажирський транспорт та автомобільний світ зазнали впливу нових форм мобільності, пов'язаних з виходом на ринок електричної енергії. З точки зору мобільності, тенденція вказує на те, що в найближчому майбутньому ми побачимо електричні автобуси в наших містах.

Попит на екологічно чисті транспортні засоби в усьому світі є одним з основних факторів, що визначають попит на світовому ринку електробусів. Крім того, електробус передбачає менші витрати на обслуговування транспортного засобу, саме тому цей ринок приваблює приватні фірми, які переходять на електробуси, що допоможе їм у легкому перевезенні. Крім того, збільшення пільг, що надаються урядом, ще більше стимулює зростання світового ринку електробусів. Зменшення забруднення повітря та мінімізація дорожнього руху є іншими ключовими перевагами зростання попиту на електробуси [1].

Електробус – це різновид електричного транспорту і він працює на електриці, а не на інших видах палива, таких як дизельне або бензин. На відміну від гібридного транспортного засобу, який поєднує енергію акумулятора з двигуном внутрішнього згорання, електробус працює виключно на електриці (з цієї причини електромобілі іноді називають "повністю електричними транспортними засобами").

Акумуляторний електричний автобус – це електричний автобус, який приводиться в рух електродвигуном і отримує енергію від тягових (бортових) акумуляторів (повністю електричні автобуси можуть зберігати і накопичувати електроенергію в тягових акумуляторах, а при потребі підзаряджатися від зовнішнього джерела).

Наприклад пасажирський автобус для міжміських перевезень "Youtong E12" – це 12-метровий повністю електричний автобус, оснащений акумуляторами ємністю 324 кВт-год здатен забезпечити щоденний пробіг до 281 км на одному заряді постійного струму [2]. В такому автобусі застосовується модульна конструкція акумуляторних батарей (кожен акумуляторний блок важить 180 кг), що дозволяє швидко здійснити заміну блоку. Процес зарядки батарей електричних автобусів дещо відрізняється від автобусів з двигунами внутрішнього згорання.

Силовий агрегат електричного автобуса (див. рис. 1) складається з акумуляторної батареї та електродвигуна, між якими встановлений силовий електронний перетворювач, що регулює потік енергії від акумуляторної батареї до електродвигуна і навпаки (у разі рекуперативного гальмування). Система трансмісії передає енергію на колеса для приводу електробуса. Під час гальмування енергія рекуперативного гальмування може бути рекуперована для заряджання акумулятора. Інший спосіб зарядити батарею – скористатися зарядним інтерфейсом і зарядити її електроенергією з мережі. Крім того, енергія батареї також використовується для покриття потреб допоміжних пристроїв, що необхідно для охолодження інших компонентів силової установки та обігріву кабіни електромобіля [3].

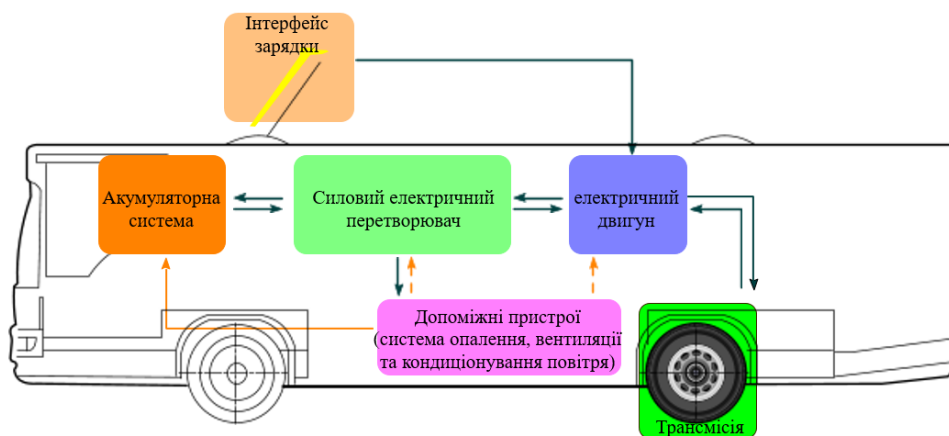


Рисунок 1 – Схема основних компонентів електричного автобуса

Електродвигун перетворює електричну енергію, що надходить від акумулятора, на механічну енергію для приводу коліс. Він також може працювати як генератор для повернення енергії рекуперативного гальмування назад в акумуляторну батарею. Більшість електричних автобусів використовують двигуни змінного струму, зокрема асинхронні (або асинхронні) двигуни та синхронні двигуни з постійними магнітами. Асинхронним двигунам надають перевагу через їх надійність, міцність, розвинену технологію та низьку ціну, тоді як синхронні двигуни з постійними магнітами мають вищу питому потужність, вищий ККД та простішу конструкцію [4].

Силовий електронний перетворювач необхідний для перетворення вихідної потужності постійного струму акумуляторної батареї у вхідну потужність змінного струму для електродвигуна. Здебільшого процес відбувається в два етапи: етапу перетворення постійного струму в постійний для підключення акумуляторної системи до високовольтної лінії постійного струму, до якої підключаються всі допоміжні пристрої, і етапу перетворення постійного струму в змінний (інвертор) для з'єднання лінії постійного струму з електродвигуном. Інвертор контролює швидкість електродвигуна, регулюючи напругу та частоту змінного струму. Ці перетворювачі необхідні для надійної та ефективної роботи силової установки.

Окрім основних компонентів трансмісії електробуса, в бортовій мережі є також багато важливих допоміжних пристроїв, які потребують живлення від акумуляторної батареї: система опалення, вентиляції та кондиціонування повітря забезпечує комфорт пасажирів, системи терморегулювання акумуляторної батареї забезпечують достатню і безпечну роботу цих компонентів, інші допоміжні електричні системи забезпечують роботу дверей, освітлення, склоочисників тощо.

Завдяки інтегрованому підходу електробуси з системою заміни акумуляторів можуть бути оптимізовані для конкретних автобусних маршрутів, а належне розташування станцій заміни батареї може бути оптимізовано для забезпечення безперебійної роботи сервісу.

Повністю гібридний автобус – це частково електричний автобус, тоді як "м'який" гібрид – це просто більш ефективний дизельний автобус (рис. 2).



Рисунок 2 – Ступінь електрифікації автобусів

За останні роки кількість електробусів значно зросла, і оператори громадського транспорту (перевізники) поповнюють свій автопарк електробусами. Однак все ще існує певні фінансові організаційні і технологічні перешкоди, які необхідно усунути до їх широкого впровадження.

1. З фінансової точки зору, однією з головних перешкод є висока початкова капітальна вартість.

2. З організаційної точки зору, необхідно знайти місце для встановлення зарядної інфраструктури та розробити план заміни існуючого парку автобусів.

3. З технічної точки зору, основні проблеми пов'язані з зарядною інфраструктурою та ємністю акумуляторів. Електробуси мають обмежений запас ходу порівняно з дизельними автобусами і потребують спеціальних систем електропостачання високої потужності для забезпечення потреб у зарядці. Щоб подолати обмеження дальності пробігу, автобусні перевізники повинні дослідити, які типи транспортних засобів і технології заряджання підходять для конкретних потреб різних автобусних маршрутів у їхньому місті. Крім того, широкомасштабне розгортання електромобілів у містах матиме значний негативний вплив на електромережу, створюючи перевантаження компонентів, гармонійне забруднення, втрати потужності, а також проблеми з напругою та стабільністю, тобто необхідно адаптувати інфраструктуру.

Результативність та ефективність у визначенні ширших параметрів впливу політики екологізації пасажирського транспорту виражається в аналізі соціальних витрат і вигод паралельно з фінансовою оцінкою загальної вартості у перевезення [5].

Таким чином, коли мова заходить про правильний вибір на сучасному етапі – це координація роботи дизельного та електричного двигунів у поєднанні з акумулятором. Це, звичайно, має вплив на те, як повинна бути спроектована гібридна система.

Список використаних джерел

1. Boud Verbrugge, Mohammed Mahedi Hasan, Haaris Rasool, Thomas Geury, Mohamed El Baghdadi and Omar Hegazy. Smart Integration of Electric Buses in Cities: A Technological Review. Sustainability 2021, 13(21), 12189; <https://doi.org/10.3390/su132112189>
2. Working Principles Of Battery Powered Electric Buses 3D Animation. SIA Magazin : веб-сайт. Режим доступу: <https://siamagazin.com/working-principles-of-battery-powered-electric-buses-3d-animation/>.
3. Electric Bus Market In-depth Business Strategies & Professional Analysis (2020-2025). OpenPR : веб-сайт. Режим доступу : <https://www.openpr.com/news/1974605/electric-bus-market-in-depth-business-strategies>.
4. [Бажинов А. В., Ткачев О. Ю. Сравнительный анализ энергозатрат автомобилей с разными силовыми установками. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2020. Вип. 89. С. 105–111.](#)
5. Going electric. A pathway to zero-emission buses. Policy paper. European Bank for Reconstruction and Development. London. 2021. P. 78.

УДК:633.853.32

ВПЛИВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОМОБІЛЬНОГО ДВИГУНА НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ КАРТЕРНОЇ ОЛИВИ

А. Мартиновський, *ст. гр. АТ22Мз*

М. Красота, *доц., канд. техн. наук*

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Зміна технічного стану автомобільного двигуна інтенсифікує процеси зношування основних його деталей та неминуче позначається на експлуатаційних матеріалах двигуна: на складі оливи, охолоджуючої рідини тощо [1].

Основні зміни властивостей оливи у працюючому двигуні відбуваються з наступних причин [2, 3, 4]:

- високотемпературний та окисний вплив;
- механохімічні перетворення компонентів оливи;
- постійне накопичення:
- продуктів перетворення оливи та її компонентів;
- продуктів згоряння палива;
- антифризу;
- продуктів зношування;
- забруднень, що потрапляють у вигляді пилу, піску та бруду.

У двигуні гаряча олива постійно циркулює і контактує з повітрям, продуктами повного і неповного згоряння палива. Кисень повітря прискорює окиснення оливи. Цей процес відбувається швидше в оливах схильних до піноутворення. Металеві поверхні деталей виступають у ролі каталізаторів процесу окиснення оливи. Олива нагрівається, стикаючись з нагрітими деталями (насамперед, з циліндрами, поршнями та клапанами), що значно прискорює процес окиснення оливи. Результатом можуть стати тверді продукти окиснення (відкладення).

На характер зміни оливи в працюючому двигуні впливають як хімічні перетворення молекул оливи, так і продукти повного і неповного згоряння палива, як і самому циліндрі, і ті, що прорвалися в картер.

Вплив температури на окиснення моторної оливи. Виділяються два види температурного режиму двигуна:

- робота повністю прогрітого двигуна (робочий режим).
- робота не прогрітого двигуна.

У першому випадку спостерігається високотемпературний режим зміни властивостей оливи у двигуні, у другому – низькотемпературний.

Найбільш суттєвими продуктами окиснення оливи є кислоти. Вони викликають корозію металів, а на нейтралізацію кислот, що утворюються, витрачаються лужні присадки, внаслідок чого погіршуються диспергуючі та миючі властивості і скорочується ресурс роботи масла. Зростання загального кислотного числа, TAN (total acid number) є основним показником утворення кислот.

На гарячих поверхнях деталей двигуна утворюються різноманітні вуглецеві відкладення, склад та будова яких залежать від температури поверхонь металу та масла. Розрізняють три види відкладень: нагар, лак, шлам.

Необхідно підкреслити, що утворення та накопичення відкладень на поверхні деталей

двигуна є результатом не тільки недостатньої окислювальної та термічної стабільності оливи, але й недостатньої її миючої здатності. Тому знос двигуна та зниження ресурсу оливи є комплексним показником якості оливи.

Нагар це продукти термічної деструкції та полімеризації оливи та залишків палива. Він утворюється на сильно нагрітих поверхнях (450° - 950° C). Нагар має характерний чорний колір, хоча іноді може бути білого, коричневого або іншого кольору. Товщина шару відкладення періодично змінюється - коли відкладень багато, погіршується відведення тепла, підвищується температура верхнього шару відкладень і вони згорають. Найменша кількість відкладень утворюється в розігрітому двигуні, що працює за навантаженням. За структурою, відкладення бувають монолітними, щільними або пухкими.

Відкладення в канавках поршня навколо кілець перешкоджають їх руху і притисканню до стінок циліндра (заклинювання, залипання, прихоплювання кілець. В результаті заклинювання та утруднення руху кілець, вони не притискаються до стінок і не забезпечують компресію в циліндрах, потужність двигуна падає, зростає прорив газів у картер та витрата оливи. Притискання кілець відкладеннями до стінок циліндра призводить до надмірного зношування циліндрів.

Зношування стінок циліндрів – відкладення на верхній частині поршнів зношують внутрішні стінки циліндрів. Полірування перешкоджає утриманню та збереженню масляної плівки на стінках і значно прискорює швидкість зносу.

Тонкий шар твердої або клейкої вуглецевої речовини від коричневого до чорного кольору, який утворюється на помірно нагрітих поверхнях внаслідок полімеризації тонкого шару оливи в присутності кисню. Лаком покриваються юбка та внутрішня поверхня поршня, шатуни та поршневі пальці, стрижні клапанів та нижні частини циліндрів. Лак значно погіршує відведення тепла (особливо поршня), знижує міцність та збереження масляної плівки на стінках циліндрів.

Відкладення в камері згорання утворюються з частинок вуглецю, в результаті неповного згорання палива і солей металів присадок, що входять до складу в результаті термічного розкладання залишків масла, що потрапляють в камеру. Ці відкладення розжарюються і викликають передчасне займання робочої суміші (до появи іскри). Це створює додаткові навантаження в двигуні, що призводить до прискореного зносу підшипників і колінчастого валу. Крім того, перегріваються окремі частини двигуна, знижується потужність, підвищується витрата палива.

Смоли, шлам, смолисті відкладення (осади) у двигуні утворюються в результаті:

- окислення та інших перетворень оливи та її компонентів;
- накопичення в оливи палива чи продуктів розкладання та неповного згорання;
- антифризу.

Смолисті речовини утворюються в оливі в результаті його окисних перетворень (зшивання окислених молекул) та полімеризації продуктів окиснення та неповного згорання палива. Утворення смол посилюється під час роботи недостатньо прогрітого двигуна. Продукти неповного згорання палива прориваються в картер двигуна під час тривалої роботи на холостому ході або в режимі стоп-старт. При високій температурі та інтенсивній роботі двигуна паливо згорає повніше. Смоли, вуглецеві частинки, водяна пара, важкі фракції палива, кислоти та інші сполуки конденсуються, коагулюють у більші частинки та утворюють у маслі осади.

У дизельному двигуні утворення шламу та збільшення в'язкості оливи викликається накопиченням сажі. Утворенню сажі сприяють перевантаження двигуна та збільшення жирності робочої суміші.

Таким чином, аналіз складових компонентів у відпрацьованій моторній оливі може служити джерелом діагностичної інформації, за допомогою якої можливо виконувати експрес аналіз технічного стану двигуна.

Список використаних джерел

1. Мигаль, В. Д. Методи технічної діагностики автомобілів: навч. посібник / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014.
2. Формальчик Є.Ю., Олісевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник / За загальною ред. Є.Ю.Формальчика. Львів: Афіша, 2004. 492 с.
3. Канарчук В.Е., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник: у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища шк., 2000. – Ч. 1: кн.1.
4. Основи експлуатації автомобілів і тракторів: навч. посібник для студ. установ вищ. проф. освіти / С. П. Баженов, Б. Н. Казьмін, С. В. Носов; під ред. С. П. Баженова. - М.: Академія, 2014.

УДК:656.13

СТІЙКІСТЬ МІСЬКОГО ВАНТАЖНОГО ТРАНСПОРТУ: АНАЛІЗ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

А.С. Галкін, проф., д-р техн. наук,
Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна

В умовах глобалізації та зростання міських агломерацій, стійкість логістичних систем міст набуває все більшої актуальності. Стійкість міського вантажного транспорту є ключовим аспектом у забезпеченні ефективності та надійності міських логістичних систем. Міський вантажний транспорт, будучи сполучною ланкою економіки, є одним з основних елементів цих систем. Сучасні логістичні системи інтегрують дорожні, залізничні та водні шляхи, утворюючи складну мережу взаємозв'язків, де важливою є надійність та пунктуальність. Сучасні виклики, такі як пандемія, військові конфлікти, та екологічні обмеження, підкреслюють потребу в розробці гнучких та адаптивних систем, які здатні витримувати різноманітні стресові події.

Останніми роками з'явилися нові виклики, такі як пандемії, військові конфлікти, екологічні катастрофи, які впливають на вразливість логістичних систем. Виробничтвені концепції, такі як "точно вчасно" та "точно в послідовності", підкреслюють важливість стійкості та гнучкості логістичних систем у містах.

В цьому контексті, на першому етапі наукового дослідження, розробляються критерії оцінки стійкості міських вантажних систем. Відповідно до цих критеріїв, можна формулювати мінімальні вимоги для підвищення функціональної стійкості системи. На другому етапі проводиться аналіз суб'єктів системи та ідентифікуються ключові фактори, що впливають на їх ефективність та стійкість.

Другий етап передбачає детальний аналіз системи та її суб'єктів з метою ідентифікації та зв'язку факторів, що впливають на стійкість. Сюди входить аналіз вразливих зон та визначення причин та наслідків можливих збоїв.

Третім кроком є формулювання пом'якшувальних заходів, що дозволять підвищити стійкість міської вантажної системи. Це може включати розробку нових логістичних планів, оптимізацію інфраструктури та інтеграцію цифрових інструментів.

На останньому етапі на основі отриманих даних розробляються кейс-сценарії, які демонструють практичне застосування розроблених критеріїв та заходів.

Особлива увага приділяється розробці цифрових інструментів для підтримки прийняття рішень (DDST), таких як ConDeKit, які допомагають у формуванні планів сталої міської логістики (SULP) та сталої міської мобільності (SUMP). Ці інструменти сприяють оптимізації розташування логістичних вузлів згідно з місцевими умовами.

Розвиток платформи для динамічного управління логістичною нерухомістю, подібної до "airbnb для логістичної інфраструктури" (LoMa), може забезпечити актуальну інформацію про доступні простори для логістики, що є критично важливим для тимчасового використання під час кризових ситуацій.

Крім того, інтеграція платформи для управління логістичними вузлами та енергопостачанням (ImPla) дозволяє оптимізувати потоки енергії та товарів, забезпечуючи гнучкість та надійність у мінливих умовах. Це передбачає інтероперабельний доступ до вузлів, станцій зарядки, а також бронювання логістичних доків із зеленим енергопостачанням.

Враховуючи значення технічної стандартизації, особливо на рівні ЄС, рекомендації щодо інтерфейсів для збору та обміну транспортними даними, а також інтероперабельності мікрівузлів та енергозабезпечення стануть ключовими для політичних рекомендацій на європейському, національному та регіональному рівнях. EU added value вносить свій вклад у

формулювання технічних стандартів та політичних рекомендацій, що сприяють стандартизації збору та обміну транспортними даними, а також інтегрованості мікрохабів та систем енергопостачання.

Враховуючи досвід воєнних конфліктів, розробка планів стійкості та життєздатності міських районів після війни (Ures) набуває нового значення. Важливим є створення місцевих консолідаційних центрів та складів для відновлення територій, а також розробка планів евакуації мешканців міста з урахуванням військового досвіду та захисту критичної інфраструктури. Ures plan зосереджує увагу на стійкості та життєздатності міських районів після воєнних конфліктів, запропонувавши розміщення локальних консолідаційних центрів і складів для відновлення територій, а також розробку планів евакуації.

Підвищення стійкості міського вантажного транспорту вимагає комплексного підходу, що включає аналіз, планування, впровадження новітніх технологій та тісну співпрацю між різними суб'єктами. Реалізація вищевказаних заходів та інструментів допоможе створити ефективніші та більш стійкі міські логістичні системи, спроможні витримувати різноманітні виклики сучасності.

Список використаних джерел

1. Mattsson, L. G., & Jenelius, E. (2015). Vulnerability and resilience of transport systems—A discussion of recent research. *Transportation research part A: policy and practice*, 81, 16-34.
2. Bešinović, N. (2020). Resilience in railway transport systems: a literature review and research agenda. *Transport Reviews*, 40(4), 457-478.
3. Zhou, Y., Wang, J., & Yang, H. (2019). Resilience of transportation systems: concepts and comprehensive review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(12), 4262-4276.
4. Jenelius, E., & Mattsson, L. G. (2020). Resilience of transport systems. *Encyclopedia of Transportation*.
5. Hughes, J. F., & Healy, K. (2014). Measuring the resilience of transport infrastructure (No. 546).

УДК 629.331

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

**В. Корсіков, ст. гр. АТ-22М,
М. Красота, доц., канд. техн. наук,
Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна**

Одним із напрямів, характерних для розвитку сучасних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ), є їх форсування різними методами. Зростання питомих та агрегатних потужностей двигунів в результаті підвищення середнього ефективного тиску потребує вирішення низки проблем, з яких основна пов'язана з підвищенням рівня температур та теплових напруг деталей циліндро-поршневої групи (ЦПГ). Важливе місце у вирішенні цієї проблеми приділяється питанням удосконалення системи охолодження (СО), яка має забезпечити раціональне охолодження термічно напружених деталей та створити їх оптимальний тепловий режим.

Тепловий стан деталей, температурні напруги, що виникають у них, визначаються параметрами робочого процесу, конструкцією самих деталей, їхньою тепловою і силовою взаємодією один з одним і особливостями охолодження. З іншого боку, параметри робочого процесу, теплообмін, характер розподілу теплових потоків окремими поверхнями залежать від теплового стану камери згорання [1, 2].

Ефективним засобом зниження сумарної теплової напруженості деталей є охолодження. У автомобільних двигунах можливості зниження температури збільшенням теплопередачі рахунок зменшення товщини деталей практично вичерпані. Необхідна інтенсифікація тепловіддачі охолоджувальної рідини (ОР) [3, 4].

Удосконалення СО шляхом інтенсифікації теплообміну в радіаторі є перспективним напрямком досліджень. Це пов'язано також і з тим, що на СО покладаються додаткові функції регулювання теплового режиму цілого ряду агрегатів трансмісії транспортного засобу. Крім того, СО працює разом з агрегатами теплового регулювання салону або кабіни.

При обмежених розмірах простору, що відводиться для розміщення силової установки, стає актуальною задача зменшення конструктивного об'єму і маси радіатора, що забезпечує економію дефіцитних кольорових металів.

Підвищення ефективності системи охолодження потребує фізичного та математичного моделювання теплових процесів об'єктів СО: двигуна та радіатора, що дозволить розрахунково-експериментальним шляхом провести дослідження теплових режимів СО при зміні конструктивних параметрів теплообмінної поверхні радіатора та режимів роботи двигуна, оцінити вплив інтенсифікації тепловіддачі в повітряних каналах серцевини ЦПГ, показники робочого процесу двигуна та рекомендувати найбільш ефективні конструктивні співвідношення елементів набивання радіатора.

Таким чином, основними напрямки теоретичних досліджень систем охолодження слід вважати:

- розробку математичних моделей теплового розрахунку СО, які дозволять враховувати взаємозалежність робочого процесу та теплового стану деталей ЦПГ, а також теплову взаємодію контуру охолодження двигуна та радіатора;
- розробку методики розрахунку втрат теплоти в робочому циклі двигуна за показниками процесів, стиснення та розширення, що визначаються за індикаторною діаграмою;
- експериментальні дослідження впливу конструктивних параметрів теплообмінної поверхні періодичного дроселювання на інтенсивність теплообміну;

- визначенні узагальнених залежностей для оцінки теплових та аеродинамічних характеристик поверхні охолодження радіатора трубчасто-пластинчастого типу;
- у проведенні дослідження впливу інтенсифікації охолодження у радіаторі на тепловий режим та ефективність роботи автомобільного двигуна.

Список використаних джерел

1. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник до курсового проектування/За ред. к.т.н. Дяченко В.Г., к.т.н. Саловського В.С. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – 266 с.: іл.
2. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів: Навч. посібн. для студентів ЗВО. Захарчук В.І. : Видавництво "Каравела", 2022, 232 с.
3. Franz W. Koch, Frank G. Haubner. Cooling System Development and Optimization // SAE Technical Paper Series. 2000. - 2000-01-0283. - 15 pp.
4. Bryzik W., Woods M.E., Schwarz E., Glance P. High Temperature Engine Component Exploratory Design Development // SAE Techn. pap. Ser, № 890296, p. 119-131.

УДК 633. 436

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНИЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОКСИДАМИ АЗОТУ З ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ, ЯКІ КОНВЕРТОВАНІ НА СУМІШЕВЕ ПАЛИВО

В.П. Базюк, *ст.гр. АТм-22-2,*

М.М. Гнип, *доц., PhD.,*

Ф.В. Козак, *проф., канд. техн. наук,*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

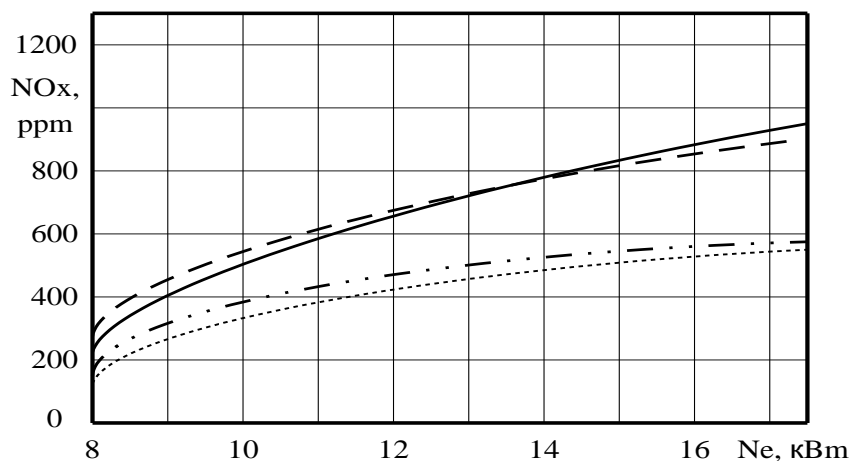
Важливою складовою реалізації будь-яких технічних рішень є покращення екологічних показників [1]. Очевидною перевагою заходів з енергозощадження дизельних двигунів є зниження викидів діоксиду вуглецю, що є вкладом у вирішення важливої загальносвітової проблеми.

Але на особливу увагу заслуговує зміна викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах конвертованих двигунів, а саме оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту [2]. В загальному треба зауважити, що двигуни внутрішнього згорання, які працюють на збіднених паливно-повітряних сумішах та до яких відносяться як дизельні, так і газові двигуни, мають внаслідок характерної організації процесів згорання надзвичайно низькі викиди оксиду вуглецю та вуглеводнів. І основною проблемою сучасних двигунів, які працюють на дизельному паливі, є високі викиди оксидів азоту [3]. Це є головною причиною, чому в країнах ЄС починають активно обмежувати використання дизельних двигунів [4]. Тому були проведені експериментальні дослідження щодо визначення викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах експериментального двигуна до та після його конвертації на газове паливо.

Таблиця 1 – Коротка технічна характеристика експериментального дизельного двигуна Д21А1

Назва параметрів двигуна	Один. вимірювання	Значення
Тип дизельного двигуна	-	Двоциліндровий, чотирьохтактний, повітряного охолодження
Робочий об'єм дизельного двигуна	л	2,08
Маса дизельного двигуна	кг	280
Спосіб сумішоутворення	-	Пряме впорскуванням дизельного палива, нероздільна камера згорання
Номінальна потужність двигуна	кВт (к.с.)	18 (25)
Ефективна питома витрата палива	г/кВтгод (г/к.с.год)	253 (186)
Частота обертання колінчастого вала двигуна при номінальній потужності	об./хв.	1800
Частота обертання колінчастого вала двигуна на оборотах холостого ходу	об./хв.	800

На рис. 1 зображені експериментальні залежності викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах дизельного двигуна Д21А1 при роботі на дизельному паливі та при роботі на альтернативній газовій суміші з пропан-бутану та піролізного газу на частоті обертання колінчастого вала 1800 об./хв. у залежності від зміни навантаження на двигун. За результатами проведених експериментів можна зазначити, що при використанні альтернативної газової суміші, у порівнянні з використанням дизельного палива, у двигуна Д21А1 відбулось суттєве зниження викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах у всьому навантажувальному режимі.



- робота двигуна на дизельному паливі, експериментальна залежність;
 - - - - робота двигуна на дизельному паливі, теоретична залежність;
 ······ робота двигуна на газовому паливі, експериментальна залежність;
 - ··· - робота двигуна на газовому паливі, теоретична залежність;

Рисунок 1 – Залежності викидів оксидів азоту NO_x у відпрацьованих газах дизельного двигуна Д21А1 при роботі на дизельному паливі та при роботі на газовій суміші на частоті обертання колінвала 1800 об./хв. в залежності від зміни навантаження N_e

Отже, з графіка видно, що при роботі на дизельному паливі, при відбиранні потужності 8 кВт, викиди оксидів азоту у відпрацьованих газах базового дизельного двигуна моделі Д21А1 склали 255 ppm, а при роботі конвертованого двигуна на альтернативній газовій суміші – 135 ppm. Або зниження викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах після конвертації на газове паливо склало 47,1 %. При роботі на дизельному паливі, при відбиранні потужності 18 кВт, викиди оксидів азоту у відпрацьованих газах базового дизельного двигуна Д21А1 склали 945 ppm, а при роботі конвертованого двигуна на альтернативній газовій суміші – 570 ppm. Або зниження викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах на альтернативній газовій суміші після конвертації склало 39,7 %.

Список використаних джерел

1. Гнип М. М. Розробка математичної моделі розрахунку викидів оксидів азоту у відпрацьованих газах дизельних двигунів нафтогазової галузі. *Машина, обладнання і матеріали для напроцудування вітчизняного видобутку нафти і газу*: тези доп. II-ї міжнар. наук. конф., м. Івано-Франківськ, 24-27 квітня 2018 р. Івано-Франківськ, 2018. С. 246–250.
2. Крижанівський Є. І., Криштопа С. І., Криштопа Л. І., Гнип М. М., Микитій І. М. Експериментальні дослідження показників дизельного двигуна за умови його роботи на біометанолі. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2019. 86, Т.1. С. 90-100.
3. O'Driscoll R., ApSimon H., Oxley, T. Molden, N. Stettler, M. Thiyagarajah A. A Portable Emissions Measurement System (PEMS) study of NOx and primary NO2 emissions from Euro 6 diesel passenger cars and comparison with COPERT emission factors. *Atmospheric Environment*. 2016. № 145. P. 81-91.
4. Криштопа С. І., Криштопа Л. І., Гнип М. М., Микитій І. М. Дослідження показників дизель-компресорного агрегату при його роботі на альтернативному біопаливі. *Нафтогазова енергетика*. 2019. 2 (32). С. 88–96. Pavels Patlins. Efficient transportation in cities and perishable goods secondary packaging.- Riga Technical University, Latvia, Engineering for rural development Jelgava, 25-27.05.2016.- P. 1395-1401.
5. Яновський В.В. Покращення паливної економічності та екологічних показників конвертованих газових двигунів дорожніх транспортних засобів: дис. канд. техн. наук. Київ, 2004. 198 с.
6. Про альтернативні види рідкого і газового пального: Закон України № 1391-1211. *Відомості Верховної Ради України*. 2000. № 12.
7. Про альтернативні джерела енергії: Закон України № 555-15. *Відомості Верховної Ради України*. 2003. № 24.

УДК 621.43.065; 629.113/115

АНАЛІЗ ДІАГНОСТИЧНИХ ОЗНАК ПРИ ВИХОДІ З ЛАДУ ПІДШИПНИКІВ МАТОЧИН АВТОМОБІЛІВ

**Д. Кабешев, ст. гр. АТ-22М,
М. Красота, доц., канд. техн. наук,
Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна**

Маточинний підшипник - одна з найбільш навантажених деталей, на яку не тільки діє вага автомобіля, а й додаткові навантаження, що створюються при гальмуванні-прискоренні-повороті. Підшипник маточини, що працює в таких умовах, є досить надійним, і сучасні підшипники розраховані на 200 тис. км водіння по гарних дорогах, і 50-100 тис. км їзди по поганим [1, 2].

Існує досить багато різних чинників, які впливають тривалість експлуатаційного терміну служби підшипників. Прискорити знос підшипника може неправильне складання та регулювання виробу на заводі, неякісне мастило, а також погане дорожнє покриття або, наприклад, робота при граничних температурах. Вихід з ладу підшипника може спричинити, як мінімум, виникнення неприємних шумів і гулу. Більш серйозна проблема, що може трапитися через його зношування, це поломка інших деталей у підвісці чи рульовому керуванні [3, 4].

Так, наприклад, несправний підшипник маточини колеса може спричинити його заклинювання в дорозі прямо під час руху. Зрозуміло, що це може призвести до негативних наслідків. Щоб уникнути цього, варто звернути увагу на такі ознаки несправності підшипника.

Виникнення шуму, гулу під час повороту навантаженого та ненавантаженого автомобіля. Подібний шум та гул свідчить про зношення підшипника маточини.

Поява гулу під час прямолінійного руху навантаженого або ненавантаженого автомобіля. Аналогічно попередній ознаці наявність такого гулу свідчить про граничний стан підшипника маточини.

Стабільний гул при їзді машини без вантажу, що наростає під час поворотів в один бік і трохи вщухає при поворотах в інший. Подібні симптоми дуже важливо усунути найближчим часом, оскільки це може призвести до наступного.

Гул перетворюється на хрускіт. Машина періодично йде убік. Такий ефект виникає через розбитий сепаратор, в якому ролики кочення потрапили в одну сторону, а уламки корпусу в іншу, через що підшипник більше не справляється з навантаженнями і не утримує колесо.

Сухий хрускіт під час руху автомобіля. Як правило, цей звук означає першу ознаку поломки маточинного підшипника. Через розбиту обойму сферичні елементи підшипника розосереджені нерівномірно, що дозволяє їм вільно перекочуватися і видавати шум у вигляді хрускоту.

Кермо та кузов автомобіля вібрують. Вібрація виникає через високий ступінь зносу підшипника маточини, так як обойма вже приведена сферичними елементами в непридатність. Даний дефект може спричинити заклинювання вузла.

Тяга автомобіля у певний бік. Цей ефект схожий на те, що з'являється при неправильно налаштованому розвалі-сходженні автомобіля. Власне, за рахунок опору коченню автомобіль може тягнути у певний бік.

Зрозуміло, при виникненні подібних діагностичних ознак слід виконати діагностику та при необхідності ремонт даного вузла

Не варто звертати увагу на те, що зазначений ресурсний термін маточинних підшипників заявлено до 100-200 тис. кілометрів. Це лише максимально допустима межа

експлуатації, яка можлива в тому випадку, якщо дотримувалося своєчасного обслуговування, їздити тільки якісним дорожнім полотном і не експлуатувати машину в суворих кліматичних умовах.

Підшипник кочення, що використовується у маточинному вузлі, визначає працездатність і довговічність ходової частини автомобіля. Наведене вище зумовлює актуальність діагностування стану підшипників маточин методами безрозбірного контролю. Вирішення проблеми раннього діагностування підшипників дозволить вирішити завдання обґрунтованого прогнозування термінів безвідмовної роботи ходової частини автомобілів та визначення їх ресурсу відповідно до фактичного стану підшипникових вузлів.

Список використаних джерел

1. Кисликов В.Ф. Будова й експлуатація автомобілів. [Текст]: Підручник для професійно технічних закладів. / В.Ф. Кисликов, В.В. Лушук – 6-е видання. – К.: "Либідь", 2006. – 400с.
2. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія : підручник – К. : Вища школа, 2007. – 527 с.
3. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
4. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів. - Вінниця: ВІТУ, 2012. - 118 с.

УДК 656.13

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ШВИДКОПСУВНИХ ВАНТАЖІВ У ВІДДАЛЕНІ НАСЕЛЕНІ ПУНКТИ МАРШРУТУ РУХУ "ІВАНО-ФРАНКІВСЬК-ВОРОХТА"

В.В. Бриндзак, *ст.гр. АТм-22-2,*
І.Б. Прунько, *доц., канд. техн. наук,*
Ф.В. Козак, *проф., канд. техн. наук,*

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Однією з головних характеристик діяльності транспортної галузі є різноманіття умов роботи і вимог до перевезення. При формуванні тарифу на перевезення враховуються інтереси транспортного підприємства і клієнта, проте економічна ефективність, надійність, безпеку повинні бути прийнятні для всіх зацікавлених осіб. Також при встановленні ринкової вартості перевезення необхідно врахувати не тільки витрати транспортного підприємства, але і платоспроможність клієнта, умови конкурентного середовища та інше [10, 11].

Транспортна галузь має ряд особливостей як відкрита система, які дозволяють адаптуватися до мінливих зовнішніх умов. До таких особливостей належить: стандартизація транспортних послуг; різноманіття умов роботи і вимог до перевезення; переважно невеликий розмір підприємств; відносно невисокі інвестиційні витрати, пов'язані зі створенням транспортного підприємства.

Проведемо аналіз техніко-експлуатаційні показники роботи автомобіля на маршруті "Івано-Франківськ-Ворохта" дивись таблиця 1.

У додатку Д представлено графік руху на маршруті "Івано-Франківськ-Ворохта" з зворотнім завантаженням автомобіля.

Таблиця 1 – Аналіз зведених техніко-експлуатаційних показників роботи автомобілів на маршруті "Івано-Франківськ-Ворохта"

Назва параметру	Існуючі показники	Проектні показники	Параметри зміни
Марка автомобіля	ГАЗ 3302 Газель	Volkswagen Crafter.	
Витрата пального, л/100км	12	8,0	-
Вантажність, т.	1,0	1,0	=
Довжина вантажного пробігу, км.	100	196	+
Довжина добового пробігу, км.	204	204	=
Коефіцієнт використання пробігу	0,495	0,96	+
Час перебування в наряді, год	7,1	7,71	+
Час обігу, год.	7,06	7,62	+

Закінчення Таблиці 1

Час навантаження-розвантаження за обіг, год	2,3	2,86	+
Технічна швидкість, км/год	42,0	42,0	=
Продуктивність автомобіля за робочий день, т.	0,7	1,4	+
Продуктивність автомобіля за робочий день, ткм.	38,0	105,2	+
Плановий обсяг перевезень, т	83,5	166,9	+
Кількість автомобілів на маршруті	1	1	=
Кількість робочих днів	120	120	=

Аналізуючи вищенаведене, можна зробити висновок, що для вдосконалення перевезення швидкопсувних вантажів з ТОВ "Терра-ІВ" м. Івано-Франківськ в торгівельну мережу магазинів Ворохтянського напрямку необхідно використати комплексний підхід із впровадженням наступних заходів:

1. Розробка чіткого маршруту руху, який би забезпечував високу продуктивність та якість перевезень;
2. Використання для виконання перевезень автомобіля Volkswagen Crafter;
3. Комбіноване виконання процесу навантаження-розвантаження;
4. Розробка чіткого графіка роботи автомобіля, узгодивши режим роботи усіх учасників транспортного процесу;
5. Розробка графіка роботи водіїв;
6. Впровадження зворотного часткового завантаження автомобіля.

Впровадження запропонованих заходів дозволить:

1. Вдвічі покращити продуктивність роботи рухомого складу, що дасть можливість зменшити тарифи на перевезення за рахунок зменшення собівартості та покращити привабливість перевізника на ринку транспортних послуг.
2. Максимально задовольнити потреби всіх учасників транспортного процесу.
3. Забезпечити виробіток фонду робочого часу водія та збільшення заробітної плати за рахунок збільшення часу перебування в наряді.

Дисциплінувати та чітко організувати взяті на себе зобов'язання під час виконання транспортного процесу.

Запропоновані в роботі заходи і рекомендації повністю відповідають схваленій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. №430-р Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року [11], а саме гарантування доставки "від дверей до дверей" та виконання "шести правил логістики" в ланцюгах поставок (вантаж, якість, кількість, час, місце, витрати - тобто необхідний товар, необхідної якості, в необхідній кількості доставлений у відповідний час у визначене місце з мінімальними витратами).

Проведені дослідження та аналіз техніко-експлуатаційних показників роботи при вдосконаленні перевезення швидкопсувних вантажів з ТОВ "Терра-ІВ" м. Івано-Франківськ у торговельну мережу магазинів Ворохтянського напрямку і запропоновані рекомендації, які передані перевізнику дозволять оновити рухомий склад, впровадити зворотне завантаження на маршруті і таким чином досягти покращення продуктивності роботи рухомого складу.

Рекомендації з вдосконалення перевезення швидкопсувних вантажів із ТОВ "Терра-ІВ" м. Івано-Франківськ у торговельну мережу магазинів Ворохтянського напрямку прийняті до використання та подальшої розробки перевізником ТОВ "Терра-ІВ".

Одним із поставлених завдань є обстеження маршруту шляхом логістики вантажних транспортних потоків у цьому напрямку та виявлення (винайдення) вантажу, який би відповідав умовам перевезення за напрямком, масою і специфічним вимогам для його перевезення і зберігання.

Моніторинг різних видів і груп вантажів показав, що такий вантаж, як гриби, потребує особливих умов перевезення і зберігання. Другий вантаж - лісові ягоди (чорниця, малина, брусниця та інше) у літній період. У зимовий період у зворотньому напрямі пропонується перевозити живу рибу типу форель, яку вирощують у лісових господарствах Яремчанського і Надвірнянського регіонів.

Попутне завантаження автомобіля не тільки має транспортну складову, але і матиме екологічне значення, оскільки за кожний зайвий кілометр пробігу в атмосферу викидається небажана порція шкідливих речовин, що впливають на навколишнє середовище. При цьому від запропонованих заходів продуктивність автомобіля збільшиться до 63 %.

Врахувавши вище зазначені чинники, в зворотньому напрямі запропоновано здійснювати перевезення наступних вантажів: живої і мороженої форелі; свіжих грибів та ягід. Відправником даного вантажу виступає ТОВ "Ліберті" смт. Ворохта, вул. Данила Галицького 80А. Сферою діяльності даного підприємства є переробка сільськогосподарської та збиральницької продукції, оптова та роздрібна торгівля.

Список використаних джерел

1. Обсяг перевезених вантажів автомобільним транспортом за 2018 рік. Режим доступу http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/tr/vtk/vtk_2018_u.htm
2. Купчак П. М. Харчова промисловість України в умовах активізації інтеграційних та глобалізаційних процесів : монографія / За ред. д-ра екон. наук, проф. Л. В. Дейнеко. – К. : Рада по вивч. прод. сил України НАН України, 2009. – 152 с.
3. Правила перевезення швидкопсувних вантажів. Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1031-02>.
4. Thor-Erik Sandberg Hanssen, Terje Andreas Mathisen. Factors facilitating intermodal transport of perishable goods - transport purchasers viewpoint. - Bodø Graduate School of Business, University of Nordland, Norway, European Transport \ Trasporti Europei -2011- n. 49.- P. 75-89.
5. Pavels Patlins. Efficient transportation in cities and perishable goods secondary packaging.- Riga Technical University, Latvia, Engineering for rural development Jelgava, 25-27.05.2016.- P. 1395-1401.
6. Bornare, S. Deshmukh, C. Talele. Problems and Management Techniques in Distribution of Perishable Goods. - International journal of science, spirituality, business and technology, Vol. 4, No. 2, May 2016. - P. 100-104.
7. Організація автомобільних перевезень: у 2-х ч.: Навчальний посібник/ М. С. Оліскевич. - Львів: Видавництво Львівської політехніки.-Ч.1. Вантажні перевезення. 2017. -336с.
8. Коваленко В.М., Щуріхін В.К.. Вантажні автомобільні перевезення: Підручник. - К.: Літера ЛТД, 2006.- 304с.
9. ДСТУ 2609-94. Вантажні автомобільні перевезення. Терміни та визначення. - Держстандарт України, 1994.- 24 с.
10. Яцківський Л.Ю., Зеркалов Д.В. Загальний курс транспорту: Навчальний посібник.- Кн.1.-К.: Арістей, 2007. - 544с.
11. Вільковський С.К., Бакуліч О.О.. Вантажознавство : навчальний посібник.-Львів: Інтелект-Захід . 2005.- 224с.

УДК:633.853.32

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ХОДОВОЇ ЧАСТИНИ АВТОМОБІЛЯ

**Є. Стрілецький, ст. гр. АТ22М,
М. Красота, доц., канд. техн. наук,
Центральноукраїнський національний технічний університет**

Для уникнення важковитратного ремонту ходової частини автомобіля, необхідно завчасно визначати її несправності, використовуючи сучасні методи перевірки технічного стану [1].

Відомі методи діагностики ходової частини автомобіля можна класифікувати на візуальні, механічні та інструментальні [2].

Інструментальний метод дозволяє отримати результати у цифровому вираженні, оскільки діагностика проводиться на спеціальних стендах або за допомогою технологічного обладнання. Застосування стендів дає набагато достовірнішу інформацію, ніж прості візуальні або механічні методи контролю. Більше того, спеціальне комп'ютеризоване обладнання дозволяє проводити комплексну діагностику та оцінити такі параметри, як коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям, навантаження на колеса автомобіля та елементи, що сполучають з кузовом, стан кульових і рульових наконечників та багато іншого.

При діагностуванні ходової частини автомобіля інструментальними методами основну увагу приділяють контролю пружних властивостей підвіски та кутам встановлення коліс автомобілів.

При діагностуванні використовують два методи інструментального контролю стану підвісок [3]: *методи коливань кузова та методи коливання коліс*. Ці методи полягають у діагностуванні не самих амортизаторів, а роботи підвіски в цілому. При цьому, на результати випробувань деякою мірою впливає стан шарнірів, пружин, стабілізаторів, тиск у шинах та ін.

Метод коливань кузова. Цей метод полягає в дослідженні загасання коливань кузова після його розгойдування й оцінює роботу підвіски тільки при малих швидкостях руху штока амортизатора. У більшості випадків дозволяє вірогідно встановити лише повну втрату його працездатності: якщо шток переміщується практично без опору або амортизатор заклинило, а також різницю станів амортизаторів однієї осі.

Метод коливань коліс. Такий метод точніше моделює реальні умови роботи амортизаторів і дозволяє детальніше визначити ступінь їхнього зношування. Він реалізується в лініях експрес-діагностики двома способами: амплітудно-резонансним (ТНТА) і EUSAMA (European Association Of Shock Absorber Manufacturer – Європейська асоціація виробників амортизаторів).

Найсучаснішим обладнанням для діагностування підвіски є діагностична лінія, до складу якої входять декілька модулів [3 - 6].

Тестер уведення колеса - тестер перевірки стану геометрії осей автомобіля. Відхилення уведення колеса заміряється рухомою пластиною як зсув у м/км.

Тестер підвіски – тестер перевірки стану підвіски автомобіля. За допомогою вібрації пластин симулюються нерівності дороги на різних швидкостях.

Гальмівний стенд (розглянутий вище) – тестер перевірки гальмівної системи автомобіля. У процесі вимірювання визначається овальність, гальмівна сила, різниця гальмівних сил і коефіцієнт гальмування, а також зусилля на педалі гальма.

Стенд "розвал-сходження" являє собою обладнання, на якому можливо визначити кут нахилу коліс автомобіля та відрегулювати його до потрібного значення.

Усі стенди "розвал-сходження" поділяються за принципом дії на 3 категорії:

- оптичні та електронно-оптичні стенди;
- стенди, з вимірювальними головками;
- стенди, що використовують тривимірну технологію (3D стенди).

Використання сучасного технологічного обладнання для діагностування ходової частини автомобілів дозволить зменшити простой транспортних засобів, підвищить точність постановки діагнозу, і як результат зменшить експлуатаційні витрати автомобіля.

Список використаних джерел

1. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України / Укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.С., Клімов О.М. – Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. – 188 с.
2. Тітова Л. Л., Надточій О. В., Роговський І. Л. Технічне діагностування автотранспортних засобів. : Навчальний посібник. Київ. НУБіП України, 2020. 432 с. ISBN 978-617-7878-12-3.
3. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. / М. В. Красота, Ю. В. Кулешков, С. О. Магопечь [та ін.] ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 208 с.
4. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту: Підручник / В. Волков та ін. Харків : ХНАДУ, 2010. 556 с.
5. Технологічне обладнання для підприємств автомобільного транспорту : підручник / В. М. Міщенко, О. П. Кравченко, І. К. Шаша та ін. [під заг. ред. В. П. Волкова]. – Х. : ХНАДУ, 2010. – 556 с.
6. Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навч. посіб. [Електронний ресурс]; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 187 с.

UDC 656.1

SMART TECHNOLOGIES APPLICATION IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

O.P. Burmistrov, *st.gr. 33TT,*
D.O. Muzylyov, *Associate Professor, Ph.D.,*
M.V. Karnaukh, *Associate Professor, Ph.D.,*
State Biotechnological University, Ukraine

The main aspect of any system development is the search for optimal solutions, but perfection is an elusive concept. Due to technology advancing at an incredible pace, transport companies face new logistics challenges. To stay competitive, carriers must keep up with the changing times and remain relevant. Being relevant means providing quality service to customers. This requires effective organization and the integration of new technologies in the supply [1]. Additionally, marketers must communicate the benefits of their services to potential customers, so that they can make informed decisions when choosing a service provider.

Transport logistics serves as a testing ground for many innovative technologies, with smart technologies accounting for a significant proportion of this list. These tools and devices have the ability to improve and simplify various production processes, beginning from calculations to the goods delivery to their destinations. Typically, transport companies design their own logistics system, consisting of the most efficient means for fast and high-quality service operation. Carriers have several approaches based on the concept of a smart city being built exclusively on their basis [2-3]. The list of applications used in this system includes automated routing systems, vehicle park search, intersection control, and road anomaly detection such as traffic jams. These technologies are actively used in urban logistics, but some of them have also been applied to cargo transportation.

It is important to understand that smart technologies unify software and hardware, which, assisted by artificial intelligence, gain the ability to self-control and take responsibility for their actions. Artificial intelligence refers to a computing system that can replicate human thought processes [4]. Smart technologies use machine learning to analyse data gathered during past tasks. Smart transport is widely used in urban logistics and transportation, offering fleet and supply chain management solutions [5]. This paper aims to highlight the most relevant and effective smart technologies for transport logistics, as follows:

1. A smart video recorder uses machine vision to enable artificial intelligence to analyse what the driver potentially sees and what is happening inside the vehicle [6]. The AI predicts traffic events that are likely to occur based on the data obtained and uses sound sensors to warn the driver of possible danger. In case of any hazardous events, the system automatically records and if the driver ignores the alerts repeatedly, the system sends information and evidence to an authorized manager. [7];

2. The Radio Frequency Identification System (RFID) is an accounting system that uses RFID tags and scanners to track cargo in real-time. An RFID tag is a storage device that contains information about the goods, including the item number that corresponds to the data specified by the accounting system. The barcode is placed directly on the cargo, and when it enters the registration area of an RFID scanner, the cargo data is read. This enables the subscriber to receive true information about the cargo in real-time [8].;

3. The smart system designed for early acoustic detection of mechanical defects in a vehicle comprises microphones with a frequency spectrum of 10-20 kHz located near the moving equipment. These microphones transmit the signal to the monitoring system, which analyses and processes the sound signal. The processed information is then sent to a mobile application, which informs the user about the current technical condition of the vehicle [9].;

4. An intelligent logistics route optimization system is a software application used to

streamline supply chain operations. The system analyses data from source and demand points, processes it using built-in algorithms, and provides optimization recommendations. By taking into account various information components, this system provides efficient and rational routes for transportation [10].

The technologies mentioned in this thesis simplify and optimize transport production processes, reducing service costs.

References

1. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Blockchain Technology in Transportation as a Part of the Efficiency in Industry 4.0 Strategy. In: Tonkonogiy V. et al. (eds) Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, 216-225 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_22
2. Побудова моделі системи перевезення партійних вантажів у міжміському сполученні / В. М. Нефьодов, О. П. Калініченко, О. В. Павленко // Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектура. - 2018. - Вип. 142. - С. 103-107. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kgm_tech_2018_142_21
3. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Mathematical Model of Reverse Loading Advisability for Trucks Considering Idle Times. In: Karabegović I. (eds) New Technologies, Development and Application III. NT 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 128. Springer, Cham, 612 620 (2020). https://doi.org/10.1007/978-3-030-46817-0_71
4. Meidute-Kavaliauskiene, I., Taşkın, K., Ghorbani, S., Činčikaitė, R., Kačenauskaitė, R.: Reviewing the Applications of Neural Networks in Supply Chain: Exploring Research Propositions for Future Directions. Information. 13, 261 (2022). <https://doi.org/10.3390/info13050261>
5. Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N.A., Gundogan, K., Ge, L., Liang, F.: Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications. Sensors. 23, 3880 (2023). <https://doi.org/10.3390/s23083880>
6. Lin, C. -F., Yuan, S. -M., Leu M. -C., and Tsai, C. -T.: A Framework for Scalable Cloud Video Recorder System in Surveillance Environment. 2012 9th International Conference on Ubiquitous Intelligence and Computing and 9th International Conference on Autonomic and Trusted Computing, Fukuoka, Japan, pp. 655-660, (2012). <https://doi.org/10.1109/UIC-ATC.2012.72>.
7. Muzylyov D., Shramenko N., Karnaukh M. (2021) Choice of Carrier Behavior Strategy According to Industry 4.0. In: Ivanov V., Trojanowska J., Pavlenko I., Zajac J., Peraković D. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. DSMIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77719-7_22
8. Reznik, N., Ivanets, I.: Use of RFID Technology in the Field of Logistics and Supply Chain Management. Advantages and Disadvantages of RFID Technology. Young Scientist, 2(102), 76-81 (2022). <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2022-2-102-15>
9. Suman, A., Kumar, C., & Suman, P.: Early detection of mechanical malfunctions in vehicles using sound signal processing. Applied Acoustics, 188, 108578 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108578>
10. Zhijun Ma, Xiaobei Yang and Huahui Li, "Intelligent Supply Chain and Logistics Route Optimization Algorithm in Wireless Sensor Network", Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2022, no. May, pp. 8161820, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/8161820>

УДК:62-5

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ АВТОМОБІЛЯ

Ю.В. Кулешков¹, проф., д-р техн. наук,
В.О. Дубовик², голова циклової комісії механіки та транспорту, канд. техн. наук,
О.М. Лахман¹, магістр,
Т.В. Руденко¹, доц., канд. техн. наук,
М.В. Красота¹, доц., канд. техн. наук,
¹Центральнo український національний технічний університет, Україна
²Олександрійський політехнічний фаховий коледж, Україна

Одними з найважливіших систем і агрегатів автомобілів, що визначають безпеку дорожнього руху, а також їх надійність і продуктивність, є гальмівні системи.

В процесі експлуатації автомобілів відбувається зміна технічного стану гальм, що є причиною виникнення різних несправностей і відмов, які у багатьох випадках призводять до дорожньо-транспортного пригод. У зв'язку з цим своєчасне виявлення і попередження несправностей гальмівних систем автомобілів є актуальною задачею. Тому діагностування є якісно новою, більш досконалою формою контрольних робіт.

Контроль гальмівних систем автотранспортних засобів при експлуатації може здійснюватись як в дорожніх, так і в стендових умовах.

Найбільше розповсюдження отримали стендові методи, причому на силових стендах з біговими барабанами. Але дані методи потребують наявності високовартісних стендів, а також значних матеріальних затрат при низькій якості отримання діагностичної інформації. Тому перспективним є метод діагностування гальмівних систем по зміні кутової швидкості вивішених коліс. Він полягає в реєстрації процесу гальмування вивішених коліс, отриманні гальмівних діаграм і визначенні по ним параметрів гальмівного процесу. Метод має високу оперативність, не вимагає великих капітальних витрат, що важливо для автотранспортних підприємств і станцій технічного обслуговування.

Метод полягає у визначенні гальмівних якостей автомобілів в процесі гальмування вивішених коліс і коліс, що вільно обертаються з певною швидкістю на частковому режимі (зі зниженим зусиллям на педалі гальма і підвищеною початковою швидкістю гальмування) і з відключеним гідровакуумним підсилювачем гальм.

Подальшим розвитком даного методу є використання його для діагностування гальмівних систем автомобілів з пневматичним приводом.

Розглянутий метод не має достатньо повного теоретичного обґрунтування, особливо для автомобілів з гідравлічним приводом гальм. Розроблена математична модель процесу гальмування вивішених коліс не містить аналітичного виразу для визначення уповільнення незагальмованого колеса на ділянці запізнювання гальмівної системи, що не дозволяє досліджувати весь процес гальмування. Це призводить до неможливості теоретичного обґрунтування режимів діагностування, які приймаються лише за результатами експериментальних досліджень, а також об'єктивного обґрунтування діагностичних параметрів, що обмежує їх кількість.

Крім того, визначення технічного стану гальмівних систем проводиться без врахування зносу шин, що впливає на показники процесу гальмування і призводить до зниження точності і достовірності діагностування. Ці недоліки вказують на необхідність подальшого вдосконалення розглянутого методу.

Момент опору прокручування вивішених коліс може бути визначений силою опору P_c , приведеної до коліс. Вона описується лінійною емпіричною залежністю:

$$P_c = P_{c0} + k_c v \quad (1)$$

де P_{C0} - сила опору при швидкості, близькій до нуля, Н; k_c - коефіцієнт, що враховує вплив швидкості на силу тертя, Н с / м; v - лінійна швидкість колеса, м/с.

Для одного вивішеного колеса

$$P_{CK} = P_C / m = P_{C0} / m + k_c v / m, \quad (2)$$

де P_{CK} - сила опору, яка припадає на одне колесо, Н; m - число коліс (для привідних $m = 2$, для ведених коліс $m = 1$).

Швидкість автомобіля v пов'язана з кутовою швидкістю колеса ω_K залежністю $v = \omega_K \cdot r_K$. Так як $\omega_K = d\phi/dt$, то

$$v = r_K \cdot d\phi / dt \quad (3)$$

Після підстановки (3) у (2) отримуємо

$$P_{CK} = P_{C0} / m + (d\phi / dt) k_c r_K / m \quad (4)$$

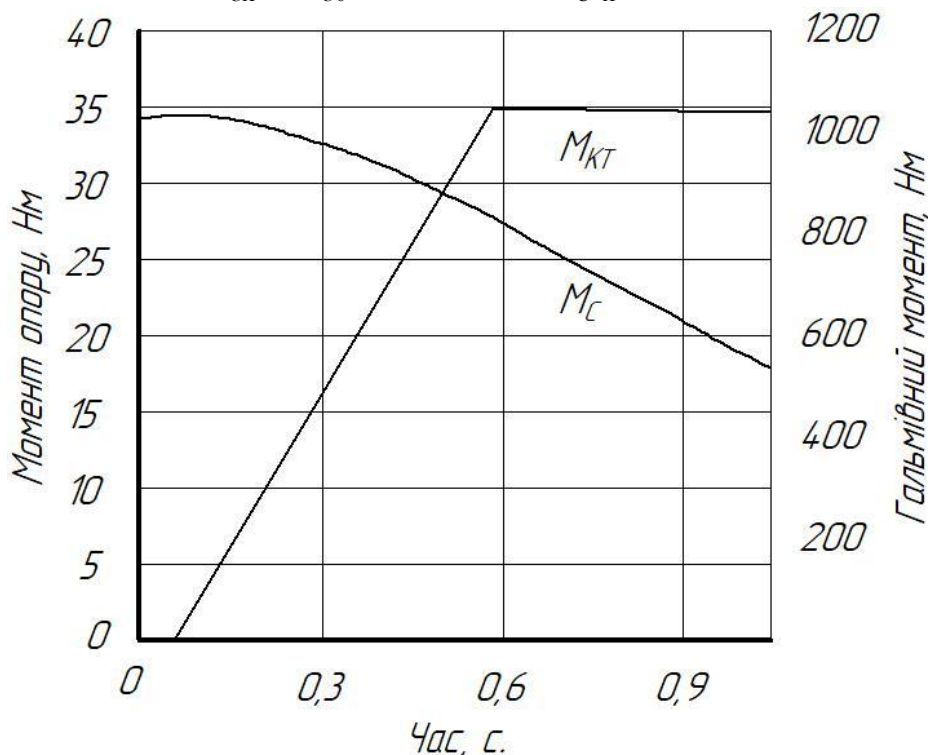


Рисунок – Зміна гальмівного моменту і моменту опору по часу при гальмуванні колеса

В вищенаведеному можна сформулювати наступні мету і задачі дослідження.

Метою дослідження є підвищення ефективності технічної експлуатації автомобілів удосконаленням методу діагностування гальмівних систем по зміні кутової швидкості коліс.

Задачі дослідження:

1. Розробити математичну модель процесу гальмування коліс автомобіля з гідравлічним приводом гальм, яка дозволяє дослідити вплив різних факторів технічного стану гальм на показники гальмівного процесу.

2. Обґрунтувати діагностичні параметри і режими діагностування на основі математичної моделі.

3. Провести експериментальні дослідження впливу різних факторів технічного стану гальм на зміну діагностичних параметрів.

4. Розробити технологічні рекомендації для діагностування гальмівних систем.

УДК 656.11

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ АВТОМОБІЛЕМ У СКЛАДНИХ ДОРОЖНІХ УМОВАХ

А.Й. Матвіїшин, доц., канд. техн. наук,

І.Д. Витвіцький,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Проведено дослідження щодо використання положення теорії інформації при формуванні дорожніх умов з метою забезпечення оптимального інформаційного завантаження, емоційної напруженості та надійності роботи водія.

Процес сприйняття водієм дорожньої обстановки опосередковано вивчався у роботах щодо визначення безпечної ширини проїжджої частини доріг. Дорога створюється для безпечного руху і вимоги, що пред'являються до неї, визначені проектуванням, будівництвом та експлуатацією. Дорога повинна відповідати вимогам безвідмовності, довговічності та збереження при впливі транспортних потоків та погодно-кліматичних умов. Основна умова безвідмовності дороги полягає в тому, щоб швидкість автомобілів на різних ділянках доріг змінювалася, можливо, менше: дорога, якою можливий рух з постійною швидкістю 60 км/год, безпечніша і економічніша, ніж дорога, на якій швидкості змінюються на різних ділянках від 30 до 90 км/год.

Складними прийнято вважати ділянки з конфліктними зонами, невдалими поєднаннями елементів траси чи несприятливої обстановки руху, які впливають різке зміна режимів руху.

За впливом на водія, що визначається діями останнього за направленням автомобілем та тяжкістю наслідків у разі, якщо ці дії виявляться неправильними, всі елементи можуть бути розбиті на чотири класи:

1-й клас – транспортний потік, щільність якого визначає необхідність маневрів, обгонів, роз'їздів тощо;

2-й клас - траса дороги, яка включає елементи плану (довжина ділянки; елементи кривої в плані; відстань видимості та ін.), поздовжнього (поздовжній ухил; елементи кривої в поздовжньому профілі та ін.) та поперечного профілю дороги (число смуг руху ширина смуги руху, проїжджої частини, узбіччя та земляного полотна та ін.);

3-й клас – елементи облаштування дороги: технічні засоби організації дорожнього руху (знаки, розмітка, огороження, освітлення, світлофори та автоматичні засоби керування рухом); перетину та примикання; автобусні зупинки; майданчики відпочинку; захисні споруди (снігозахисні лісонасадження, постійні снігозахисні паркани, шумозахисні та вітрозахисні пристрої, пристрої для захисту дороги від снігових лавин, обвалів, зсувів та ін.), штучні споруди (мости, шляхопроводи, естакади, труби, тунелі та ін.), елементи архітектурно-художнього оформлення доріг; пункти обліку руху, вагового контролю тощо;

4-й клас - елементи перспективи та ландшафту, що враховують спільну ув'язку у просторі всіх елементів вищевказаних класів.

За тривалістю часу впливу на психофізіологічний стан водія елементи поділяються на короткочасні (3-й клас), довготривалі (2-й та 4-й класи) та змінного (1-й клас) впливу.

Для 1-го класу організації руху можлива найвища швидкість автомобіля та супутні їй типові помилки водіїв, наприклад, перевищення дійсної швидкості над допустимою за умовами безпеки руху, що призводить до невідповідності уваги водія умовам руху.

Елементи 2-го класу є стимулами (подразниками), що викликають з боку водія певну реакцію і сприяють виникненню емоційної напруги. Причому величина емоційної напруги за інших рівних умов (кутової швидкості переміщення, відстаней між елементами тощо) визначатиметься закономірностями надходження об'єктів у поле зору водія під час руху

дорогою. У випадках, коли швидкість надходження до водія інформації невелика і не потрібні серйозні зусилля у переробці, а також за відсутності постійних або періодичних подразників робота водія стає монотонною і його надійність знижується.

Емоційна напруженість водія при сприйнятті інформації залежить від двох факторів: цінності та кількості інформації. Оскільки кількісна характеристика інформації пов'язана з несподіванкою її пред'явлення, емоційну напругу водія можна регулювати в процесі проектування дороги.

Під час руху дорогою емоційна напруженість водія змінюється у досить широких межах. Протягом деякого періоду часу він (водій) може через перевантаження інформацією та складність дорожніх умов відчувати дуже високий рівень напруги і, перебуваючи в монотонних умовах, відчувати сенсорний голод. Найкращі показники роботи водій має при оптимальній емоційній нарузі, але короточасні екстремальні рівні напруженості не знижують надійності його роботи. Точність та надійність роботи водія залежать від тривалості перебування його у різних станах емоційної напруги.

Дослідження показують, що на жодній із доріг поки що не вдається створити умови, що забезпечують роботу водія тільки при оптимальному рівні емоційної напруги. На двохсмугових дорогах найчастіше має місце перевантаження водія, а на автомагістралях – монотонність руху та інформаційне недовантаження. Зіставлення аварійності на різних дорогах та відповідних їм розподілів часу, протягом якого водій перебуває в одному з трьох екстремальних станів емоційної напруженості, дозволяє встановити допустимий час його перебування в цих станах.

Короточасний стан високої емоційної напруги небезпечний, якщо нервова система водія має компенсаторні можливості та динаміка нервових процесів у момент ускладнення умов руху достатня для своєчасної реалізації цих можливостей. Таким прикладом може бути перехід у менш складні дорожні умови, наприклад, перехід від монотонних умов роботи до напружених.

Розподіл уваги водія між об'єктами дорожньої обстановки залежить від напруженості його роботи. Серед об'єктів сприйняття є такі, які охоплюються увагою водія протягом усього часу руху: зустрічні та попутні автомобілі, проїжджа частина, дорожні знаки, покажчики та пішоходи. При малій інтенсивності руху основними об'єктами уваги водія є елементи залізниці.

Більшу частину часу (43,2 %) увага водія зосереджена в тій частині поля зору, куди проектується зображення перспективи дороги, близько третини всього часу витрачено на огляд та оцінку проїжджої частини перед автомобілем на відстані від 25 до 120 м, близько 14 % часу - на орієнтацію на проїзdnій частині: 6,9% на ліву межу смуги та 7,2% на праву межу проїзdnій частини. Інші фіксації погляду були викликані випадковими об'єктами, які мають відношення до забезпечення проїзду дорогою. Загалом лише елементи дороги в даному випадку займали увагу водія протягом 86% всього часу.

Інакше розподіляється увага на цій ж ділянці із зустрічним рухом із щільністю 4-6 авт./км. Зустрічні автомобілі займають увагу понад 30% часу, а елементи дороги - 47,9%, причому більшість із цього часу йде на орієнтування на проїзdnій частині та оцінку покриття безпосередньо перед автомобілем. При більш щільному зустрічному та попутному потоці тривалість фіксації на автомобілях ще більша за рахунок оцінки напрямку дороги, об'єктів поза земляним полотном та проїздною частиною на великій відстані перед автомобілем.

Зустрічні та попутні автомобілі займають 40-60% часу уваги водія. Друге місце за тривалістю зосередження уваги займає оцінка дорожньо-транспортної ситуації перед автомобілем. Третє місце – орієнтування на проїзджій частині. Частка часу, яку займає ця операція, залежить від плану траси та інтенсивності руху. На прямих у плані за малої інтенсивності руху (50 авт./год і менше) на орієнтування йде менше 5% часу, а за високої (200 авт./год і більше) - до 20%; на кривих у плані залежно від радіусу кривої - від 15 до 25%.

Видалення точки фіксації погляду по глибині збільшується зі зростанням швидкості руху, причому це поширюється як оцінку покриття, і сприйняття всіх об'єктів дорожньої

обстановки.

Мінімальна тривалість фіксації погляду, що спостерігалася при високому інформаційному завантаженні при дефіциті часу, становить 0,2 с, хоча біологічні механізми зорової системи забезпечують сприйняття і тривалості проєціювання зображення на сітківку 0,1 с. У випадку ускладнення умов роботи (шум, вібрація) мінімальна тривалість фіксації збільшується. Будь-яка зміна режиму руху є зовнішнім виявом реалізації водіїв рішення, хоча оцінка елементів дороги починається значно раніше.

Для кривих у плані з радіусом менше 2000 м завжди є зона впливу, найменша довжина якої 50 м, а для кривих з радіусом, меншим 800 м, довжина зони впливу збільшується обернено пропорційно радіусу кривої і може досягати 300 м, в той час як режим руху при таких радіусах кривих змінюється на довжині від 100 до 50 м. На закругленнях з радіусом понад 800 м помилки водіїв у виборі режиму руху практично не становлять небезпеки. Це означає, що зусилля щодо підвищення безпеки руху на кривих у плані мають бути спрямовані насамперед на закруглення з радіусом менше 800 м-коду.

Найважливіша для водія та інформація, яка прямо пов'язана із забезпеченням безпеки руху. Такою інформацією є, перш за все перевантаження в поперечному напрямку, що характеризується коефіцієнтом поперечної сили. Водій бачить заокруглення спотвореним у перспективі, тому об'єктивною та постійно присутньою характеристикою закруглення може бути лише видима кривизна ліній.

УДК 621.43.065; 629.113/.115

ПРОБЛЕМИ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ШУМУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТРАКТОРІВ

О. Войченко, ст. гр. АІ(ТС)-22Мз,

Р. Осін, доц., канд. техн. наук,

М. Красота, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Трактор є складною акустичною системою, що складається з багатьох окремих акустичних джерел. Одним із основних джерел шуму трактора є відпрацьовані гази двигуна. Тому одним із засобів по зменшенню шуму автомобілів є боротьба саме з цим джерелом шуму за рахунок використання глушників шуму відпрацьованих газів двигунів [1, 2].

Останнім часом досягнуто значних успіхів в створенні ефективних глушників шуму автомобільних двигунів [3]. З іншої сторони ще не можна вважати, що існуючі глушники повністю відповідають вимогам, які до них пред'являються, перш за все в плані шумопридушуючої ефективності.

До вихлопної системи поршневих двигунів внутрішнього згорання висуваються дві основні вимоги. По-перше, вона повинна мати по можливості мінімальний гідравлічний опір, який визначається геометричною конфігурацією випускних труб та аеродинамікою перебігу в них, і, зокрема, наявністю каналів зворотних хвиль тиску. У разі оптимального налаштування випускної системи відбуватиметься більш повне та швидке очищення циліндрів двигуна від відпрацьованих газів, що призведе до збільшення потужності та зниження витрати палива. По-друге, випускна система має максимально знижувати аеродинамічний шум, що створюється двигуном. Для цього встановлюються глушники, які, у свою чергу, створюють додатковий опір усій системі та тим самим погіршують газообмін. Таким чином, при конструюванні, доведенні або вдосконаленні системи вихлопу ДВЗ необхідно органічно враховувати ці дві протилежні вимоги. При цьому окремо стоїть завдання, пов'язане з нейтралізацією шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Головною особливістю газодинамічних та теплообмінних процесів у впускних та випускних системах двигунів є сильна газодинамічна нестационарність, обумовлена швидким періодичним прискоренням та уповільненням потоку, пов'язаних із циклічністю робочого процесу ДВЗ.

Незважаючи на велику кількість досліджень і наукових розробок у цій галузі, залишається ряд нез'ясованих питань. Відсутні загальновизнані рекомендації проектування глушників, не до кінця досліджені фізичні процеси шумоглушіння, не встановлений зв'язок акустичних процесів в глушниках з їх конструктивним виконанням, немає методики вибору глушників за їх акустичною ефективністю. Отже, є необхідність у продовженню досліджень в напрямку проектування та моделювання випускних систем сільськогосподарських тракторів.

Список використаних джерел

1. Факторович А.А., Постніков И.Г. Захист міст від транспортного шуму.–Київ: Будівельник, 2002. – 144 с
2. Денісов В.Н., Рогальов В.А. Проблеми екологізації автомобільного транспорту. – Київ: "Просіт", 2005. – 311 с.
3. Транспортна екологія: навчальний посібник / О. І. Запорожець, С. В. Бойченко, О. Л. Матвєєва, С. Й. Шаманський, Т. І. Дмитруха, С. М. Маджд; за заг. редакцією С. В. Бойченка. – К.: НАУ, 2017. – 507 с.
4. Ю.В. Кулешков, Т.В. Руденко, М.В. Красота, Ю.О. Тігов. Аналіз причин виникнення шуму в гідроприводах//Збірник наукових праць кіровоградського національного технічного університету /техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація/– вип. 24,ч.ІІ – Кіровоград: КНТУ, 2011. – с. 40-45.

УДК 330.3:656.13

МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ПОСЛУГА (MaaS): ДОЦІЛЬНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ У МАЛИХ МІСЬКИХ АБО СІЛЬСЬКИХ РАЙОНАХ

Ю.Я. Вовк, доц., канд. техн. наук,

І.П. Вовк, доц., канд. екон., наук,

В.Р. Худобей, асп.,

С.В. Питлик, ст.,

Я.Ю. Вовк, ст.,

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

Концепція Мобільності як послуги (MaaS) полягає в тому, що пасажери можуть отримувати доступ до різних видів транспорту через один цифровий інтерфейс [1, 2]. Дослідимо можливість застосування MaaS у малих міських або сільських районах.

Основні ідеї про MaaS:

- MaaS є інтегрованою мобільною концепцією, яка дозволяє пасажерам планувати, бронювати та оплачувати подорожі за допомогою одного цифрового інтерфейсу на основі платежу за використання або підписки.

- MaaS має багато переваг для пасажирів, транспортних операторів, місцевих влад та навколишнього середовища, таких як зручність, ефективність, доступність, зменшення витрат, зниження забруднення тощо.

- MaaS потребує впровадження нових технологій та створення партнерств між різними постачальниками мобільності (MSP), щоб забезпечити інтеграцію та координацію послуг.

- MaaS може бути адаптовано до потреб малих міських або сільських районів, які зазвичай мають менше різноманіття та доступності транспорту. Сільська MaaS та універсальна MaaS є двома концепціями, які спрямовані на підвищення мобільності та соціальної справедливості в цих районах.

- MaaS потребує ретельного планування, оцінки та регулювання, щоб досягти бажаних результатів та уникнути потенційних проблем. Можливі способи розробки та впровадження MaaS: створення етичних стандартів, забезпечення прозорості та відповідальності, сприяння громадській свідомості та освіті тощо.

Мобільність як послуга (MaaS) може мати ряд переваг для малих міських або сільських районів [1, 2]:

- Покращення доступності: MaaS може забезпечити більшу доступність до транспорту в районах, де інші види транспорту можуть бути обмеженими. Це може бути особливо корисним для людей, які не мають власного автомобіля.

- Зниження витрат: MaaS може допомогти знизити витрати на транспорт, оскільки він дозволяє користувачам платити лише за те, що вони використовують, замість того, щоб витратити гроші на власність автомобіля.

- Екологічна стійкість: MaaS може сприяти зменшенню викидів вуглецю, оскільки він спонукає до більш ефективного використання транспортних засобів і може зменшити кількість автомобілів на дорогах.

- Соціальна справедливість: MaaS може допомогти забезпечити рівний доступ до транспорту для всіх членів суспільства, незалежно від їхнього доходу або місця проживання.

- Гнучкість: MaaS може надавати більш гнучкі та персоналізовані опції для пасажирів, дозволяючи їм вибирати з різних видів транспорту в залежності від їхніх потреб.

- Інтеграція: MaaS може сприяти інтеграції різних видів транспорту, що дозволяє пасажирам легко переходити від одного виду транспорту до іншого.

- Технологічний розвиток: Впровадження МaaS може сприяти технологічному розвитку та інноваціям в сфері транспорту.

Мобільність як послуга (МaaS) може мати декілька недоліків для малих міських або сільських районів:

- Обмежений доступ до технологій: У сільській місцевості може бути обмежений доступ до високошвидкісного інтернету або смартфонів, що є необхідними для використання МaaS.

- Недостатній транспортний розвиток: У малих міських або сільських районах може бути менше видів транспорту, які можна інтегрувати в систему МaaS.

- Відсутність приватних постачальників: МaaS вимагає співпраці між публічним та приватним секторами. У малих міських або сільських районах може бути менше приватних постачальників мобільності, готових до такої співпраці.

- Високі витрати на впровадження: Впровадження МaaS може вимагати значних витрат на технології, інфраструктуру та управління.

- Соціальні та культурні бар'єри: Деякі люди можуть бути неохочими або не здатними використовувати цифрові технології, або вони можуть віддавати перевагу власному автомобілю перед іншими видами транспорту.

Нові технології є важливими для реалізації Мобільності як послуги (МaaS) з декількох причин:

- Інтеграція послуг: МaaS вимагає інтеграції різних видів транспорту в одну систему. Нові технології, такі як API (інтерфейс програмування додатків), дозволяють різним постачальникам мобільності обмінюватися даними та координувати послуги.

- Цифрові платформи: МaaS вимагає цифрової платформи, яка дозволяє користувачам планувати, бронювати та оплачувати подорожі за допомогою одного інтерфейсу. Нові технології, такі як мобільні додатки та хмарні сервіси, дозволяють створювати такі платформи.

- Аналіз даних: МaaS вимагає аналізу великих обсягів даних про транспортні потоки, попит на послуги, патерни користувачів тощо. Нові технології, такі як штучний інтелект та машинне навчання, дозволяють проводити такий аналіз.

- Безпека та приватність: МaaS вимагає захисту даних користувачів та забезпечення їх приватності. Нові технології, такі як шифрування та блокчейн, можуть допомогти забезпечити ці потреби.

- Автоматизація: МaaS може включати автоматизовані види транспорту, такі як автономні автомобілі. Нові технології в області робототехніки та автономних систем можуть допомогти реалізувати ці можливості.

Ці технології допомагають МaaS стати більш ефективним, зручним та доступним для користувачів. Вони також допомагають постачальникам послуг мобільності краще розуміти та задовольняти потреби своїх користувачів.

Список використаних джерел

1. Agriesti, S. A. M., Soe, R. M., & Saif, M. A. (2022). Framework for connecting the mobility challenges in low density areas to smart mobility solutions: the case study of Estonian municipalities. *European Transport Research Review*, 14(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s12544-022-00557-y>
2. SKEDGO. (2022). *Can MaaS work in rural areas?*. Retrieved September 2, 2022 from <https://skedgo.com/can-maas-work-in-rural-areas/>

УДК:633.853.32

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ВПУСКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ

М. Зеленьак, *ст. гр. АТ-22М,*
М. Красота, *доц., канд. техн. наук,*
Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Значне підвищення енергетичних та економічних показників поршневих ДВЗ досягнуто останніми роками внаслідок вдосконалення процесів газообміну, сумішоутворення, згоряння та тепловиділення. При цьому є ще значний резерв підвищення техніко-економічних показників двигунів за рахунок покращення термогазодинамічних характеристик газоповітряних трактів [1-3].

Впускна системи поршневих двигунів внутрішнього згоряння з оптимальними газодинамічними характеристиками повинна забезпечувати високі вихідні показники робочого процесу: середній ефективний тиск, літрової потужність, питома витрата палива – при задовільних екологічних показниках [4, 5].

Загалом, цим вимогам відповідає конструкція впускного каналу з мінімально можливим аеродинамічним опором, що організує при наповненні спрямований рух заряду в циліндрі певної інтенсивності.

Для впускних систем поршневих ДВЗ існують два основні завдання, від успішного вирішення яких залежить отримання ефективного робочого процесу: створення впускної системи із заданими аеродинамічними характеристиками; вибір газодинамічних параметрів каналів та робочого заряду в циліндрі та камері згоряння.

Аеродинамічний опір впускної системи безпосередньо позначається на рівні сумарних насосних втрат та величині коефіцієнта наповнення. Аеродинамічний опір впускної системи безпосередньо впливає на коефіцієнт залишкових газів, величину витрати газів через систему і рівень сумарних насосних втрат.

На теперішній час розроблено комплекс параметрів, що оцінюють рівень аеродинамічних опорів та інтенсивність руху газу в циліндрі. Вибір методів оцінки та доведення газоповітряних каналів визначається поставленими цілями та наявними експериментальними можливостями.

Отже, можливо зробити висновок, що ступінь досконалості процесів газообміну багато в чому визначає техніко-економічні показники двигуна в цілому. Відомостей про газодинамічні й теплообмінні характеристики потоку в газоповітряних трактах двигуна в динаміці надзвичайно мало. На перший план у пізнавальному плані виходять процеси в газоповітряних трубопроводах, існує потреба у їхньому подальшому удосконалюванні з метою підвищення показників поршневих ДВЗ.

Список використаних джерел

1. Розрахунок автомобільних двигунів. Навчальний посібник до курсового проектування/За ред. к.т.н. Дяченко В.Г., к.т.н. Саловського В.С. – Кіровоград: КДТУ, 2003. – 266 с.: іл.
2. Основи теорії та динаміки автомобільних двигунів : підручник / В. Ф. Шапко, С. В. Шапко. – Харків : Точка, 2016. – 232 с.
3. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 т. / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с.
4. Захарчук В. І. Основи теорії та конструкції автомобільних двигунів : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Луцьк: ЛНТУ, 2011 – 233 с.
5. Шапко В. Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник / В. Ф. Шапко. – Харків : Точка, 2011. – 194 с.

UDC 330.3:656.13

SOCIO-ECOLOGICAL DEMANDS IN FREIGHT FORWARDING: SUSTAINABILITY AND RESPONSIBILITY

Yu.Ya. Vovk, associate prof., Ph.D. of technical science,

I.P. Vovk, associate prof., Ph.D. of economics,

T.R. Dzyvak, Ph.D. student,

O.O. Korol, student,

P.D. Khmil, student

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

The freight forwarding industry plays a pivotal role in global trade, but it also bears significant responsibility concerning socio-ecological demands in the modern world. This article explores the evolving landscape of freight forwarding, focusing on sustainability and responsibility as core principles that shape the industry's future.

The freight forwarding industry has undergone substantial transformation, influenced by the changing socio-ecological demands of our times. The growing emphasis on sustainability and social responsibility in global logistics has brought forth new challenges and opportunities. Freight forwarders are under increasing pressure to align their operations with these evolving standards [1-2].

Sustainability in freight forwarding encompasses a wide array of measures aimed at reducing the environmental impact of the industry. This includes optimizing transportation routes, reducing emissions, using alternative fuels, and adopting cleaner technologies. The need to address climate change and reduce the carbon footprint is a priority.

Social responsibility in freight forwarding is not limited to ecological concerns but also extends to ethical and humanitarian aspects. Ensuring fair labor practices, respecting human rights, and engaging in philanthropic initiatives are essential components of the responsibility agenda. It includes collaborating with suppliers who uphold these standards.

Many countries and international bodies have introduced regulations to enforce sustainability and responsibility in freight forwarding. Freight forwarders must adapt to these regulations or, in some cases, take a proactive stance in implementing eco-friendly practices to meet or exceed these standards.

Adopting sustainability and responsibility principles can lead to various benefits for freight forwarding companies. This includes cost savings through fuel efficiency, enhanced reputation, compliance with regulations, access to eco-conscious markets, and increased customer loyalty [1-2].

The socio-ecological demands placed on the freight forwarding industry are steadily increasing, shaping a new era for logistics. Embracing sustainability and responsibility is not merely a response to a changing world but also a strategic move towards a more ethical, efficient, and profitable future. As the industry navigates these demands, the opportunity for innovative solutions and responsible leadership arises.

References

1. Cabezas, H., Pawlowski, C. W., Mayer, A. L., & Hoagland, N. T. (2004). Sustainability: ecological, social, economic, technological, and systems perspectives. *Technological Choices for Sustainability*, 37-64.
2. Ferreira, F. (2017). Critical sustainability studies: a holistic and visionary conception of socio-ecological conscientization. *Journal of Sustainability Education*, 13, 1-22.

УДК 621.664

ШЕСТЕРЕННИЙ НАСОС, У ЯКОМУ УСУНЕНА КОМПРЕСІЯ РОБОЧОЇ РІДИНИ У ЗАЩЕМЛЕНОМУ ОБ'ЄМІ

Ю.В. Кулешков, проф., д-р техн. наук,

Я. С. Стародумов, магістр,

О. В. Бевз, доц., канд. техн. наук,

Т.В. Руденко, доц., канд. техн. наук,

М.В. Красота, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Компресія робочої рідини в защемленому об'єму, що утворюється неробочими поверхнями евольвентних профілів шестерень властива практично всім конструкціям шестеренних насосів.

Компресія робочої рідини при роботі шестеренного насоса призводить до ряду негативних явищ, яка знижує його основні технічні характеристики, такі як коефіцієнт подачі, механічний і загальний ККД. Крім того, динамічні навантаження ударного характеру, що при цьому виникають, призводять до підвищеної інтенсивності зносу деталей і з'єднань насоса, що, в кінцевому рахунку, призводять до зниження ресурсу шестеренного насоса.

Відомі схеми та конструктивні рішення зводяться, головним чином до ослаблення впливу компресії робочої рідини, не запобігаючи виникненню цього негативного тиску в принципі [1].

Метою дослідження стало створення шестеренного насоса, в якому відсутня компресія робочої рідини в защемленому об'єму шестеренного насоса.

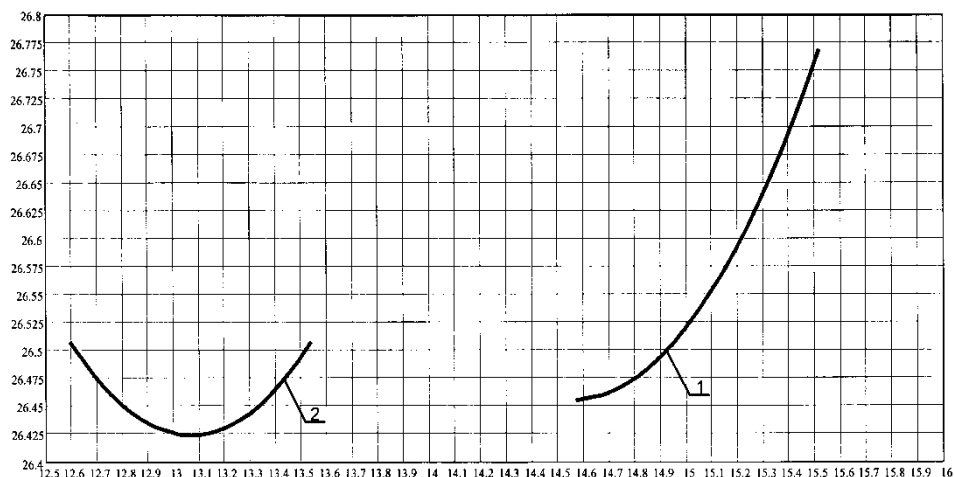
Нами пропонується шестеренний насос, конструктивні особливості якого дають змогу принципово виключити компресію робочої рідини в защемленому об'єму насоса. Це стає можливим завдяки використанню у шестеренному насосі вдосконаленого зубчастого зачеплення з асиметричною лінією зачеплення [2].

Зрозуміти сутність пропонованого способу усунення компресії робочої рідини в защемленому об'єму шестеренного насоса можна простеживши закон зміни величини защемленого об'єму від руху точки зачеплення зубів шестерень по лінії зачеплення [3, 4].

Відомо, що в шестеренному насосі, в якому використовується зубчасте зачеплення із симетричною лінією зачеплення, закон зміни величини защемленого об'єму носить параболічний характер (див. рис. 1 крива 2) [3].

З рис. 1 бачимо, що крива 2, що описує зміну защемленого об'єму для зубчастого зачеплення з симетричною лінією зачеплення являє собою симетричну параболу щодо вертикальної прямої, що проходить через її вершину. При цьому момент утворення защемленого об'єму збігається з його максимальним значенням (див. рис. 1 крива 2) і при подальшій зміні защемленого об'єму відбувається його зменшення до мінімального значення, що призводить до компресії робочої рідини.

Максимальний затиснений об'єм утворюється в момент, коли друга пара зубів шестерень вступає в зачеплення. Така подія завжди має місце, адже існує таке поняття, як коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення, який завжди більший одиниці: $\varepsilon > 1$. До речі в шестеренних гідромашинах зубчасте зачеплення проектується таким чином, щоб коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення був мінімальним. Це пов'язано з тим, щоб існування затисненого об'єму було якомога меншим. Так, наприклад, коефіцієнт перекриття зубчастого зачеплення насосів НШ-32У, НШ-46У, НШ-50У становить всього $\varepsilon = 1,044$.



1 – для шестерень з асиметричною лінією зачеплення; 2 - для шестерень із симетричною лінією зачеплення

Рисунок 1 - Графічні залежності зміни затисненого об'єму в залежності від положення точки зачеплення на лінії зачеплення

Мінімальне значення затиснутого об'єму утворюється в момент, коли точки зачеплення обох пар зубів розташовані симетрично щодо полюса зачеплення (див. рис. 1). При переході від максимального до мінімального затисненого об'єму і відбувається компресія робочої рідини.

Справді, збільшення тиску в затиснутому об'ємі може бути описано наступною залежністю [3]:

$$\Delta p = \frac{\Delta V}{V} E, \quad (1)$$

де Δp - зміна (збільшення) тиску в защемленому об'ємі, Па;

ΔV - зміна (зменшення) защемленого об'єму, м³;

$\frac{\Delta V}{V}$ - відносне зменшення защемленого об'єму ;

E - об'ємний модуль пружності рідини, Па.

Зменшення защемленого об'єму визначається за такою формулою:

$$\Delta V = V_{z \max} - V_{z \min} . \quad (2)$$

Нами ж передбачається зубчасте зчеплення з асиметричною лінією зачеплення і таке співвідношення параметрів зубів шестерень, при якому закон зміни защемленого об'єму несиметричний щодо вертикалі, що проходить через вершину параболи, що відповідає мінімальному значенню рис. 1 крива 1. Більше того, запропоноване зубчасте зачеплення виконано таким чином, що момент утворення защемленого об'єму збігається з мінімальним його значенням. А це означає, що подальша зміна защемленого об'єму може бути пов'язана тільки з його збільшенням, що саме виключає компресію робочої рідини в защемленому об'ємі насоса. У цьому полягає основна сутність запропонованого способу усунення компресії робочої рідини в защемленому об'ємі. Закономірність зміни защемленого об'єму для шестерень з асиметричною лінією зачеплення відображена графіком крива 1 на рис. 1.

Пропонована конструкція шестеренного насоса [2] дозволяє принципово виключити компресію робочої рідини в защемленому об'ємі шестеренного насоса, що безпосередньо впливає на основні технічні характеристики шестеренного насоса.

Пропонована конструкція шестеренного насоса дозволяє:

- виключити пульсуючу зміну торцевого зазору, що має місце в серійному насосі, що дозволяє збільшити коефіцієнт об'ємної подачі шестеренного насоса та знизити зношування торців шестерень та втулок насоса;

- виключити динамічні навантаження ударного характеру деталі шестеренного насоса, що є причиною збільшення довговічності шестеренного насоса;
- зменшити пульсацію тиску та об'ємної подачі шестеренного насоса;
- знизити вібрації та шум, що випромінюється в процесі роботи шестеренного насоса;
- збільшити механічний та загальний ККД шестеренного насоса за рахунок зниження динамічної складової у роботі шестеренного насоса.

Ще більші переваги обіцяє використання запропонованого конструктивного рішення при його використанні на шестеренних гідромоторах. Це дозволяє підвищити довговічність гідромоторів, істотно знизити момент, що запускає гідромотор, підвищити коефіцієнт об'ємної подачі гідромотора, а також механічний і загальний ККД. Крім того, використання запропонованого зубчастого зачеплення дозволяє значно підвищити момент, що крутить, на валу гідромотора.

Список використаних джерел

1. Кулешков Ю.В. к.т.н, Бевз О.В. інж. Аналіз існуючих способів усунення негативного впливу затиснутого об'єму на працездатність шестеренних насосів. Підвищення надійності відновлюємих деталей машин № 8 (том 2), 2001. – С. 13-17.
2. Патент України № 42895 МКВ F04C2/08. Шестеренна гідромашина зовнішнього зачеплення. /Ю.В. Кулешков, М.І. Черновол, В.С. Надєїн, О.В. Бевз, Г.В. Москаленко. Опубл. 15.11.2001., Бюл. №10.
3. Ю.В. Кулешков, О.В. Бевз, О.О. Матвієнко, Г.В. Москаленко. Теоретичне обґрунтування усунення компресії робочої рідини в затиснутому об'ємі шестеренного насоса з асиметричною лінією зачеплення Вибрації в техніці та технологіях № 4 (30) 2003. – С. 97 - 102.
4. Черновол, М. І., Ю. В. Кулешков. "Оптимізація зубчастого зачеплення шестеренного насоса типу НШ у напрямі підвищення його питомого об'єму." Вісник аграрної науки, травень 5 (2011): 42-45.

UDC 330.3:656.13

IMPACT OF SMART TECHNOLOGIES ON ROAD TRAFFIC SAFETY: STUDY OF TECHNOLOGICAL INNOVATIONS

Yu.Ya. Vovk, associate prof., Ph.D. of technical science,

Ya.Yu. Vovk, student,

O.A. Petrenko, student,

A.O. Veres, student,

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

This paper discusses the significance and influence of smart technologies on road safety. Research demonstrates how technological innovations such as collision avoidance systems and driver assistance systems contribute to enhancing road safety. Contemporary developments in smart transportation open new possibilities for preventing accidents and increasing the safety of all road users.

Road safety has always been one of the most critical global issues. With the help of modern smart technologies like IoT, autonomous vehicles, and collision avoidance systems, we have the opportunity to significantly improve the situation and reduce the number of road traffic accidents [1-2].

Collision avoidance systems employ modern sensors and cameras to monitor the vehicle's surrounding environment. These systems detect potential collisions, even if the driver doesn't see them. If a collision threat is detected, the system can alert the driver and even take automatic measures to prevent an accident.

Driver assistance systems encompass features such as adaptive cruise control, lane-keeping systems, and automatic braking. They aid drivers in vehicle control and respond to potential hazardous situations.

Research indicates that the implementation of smart technologies in transportation helps reduce the number of road traffic accidents and severe injuries. Collision avoidance systems and driver assistance systems significantly decrease risks and ensure safer road traffic.

Despite all the advantages of smart technologies, challenges related to privacy, cybersecurity, and infrastructure aspects exist. However, the growing interest and investments in this field create prospects for further development and improvement of smart technologies on the road.

The impact of smart technologies on road safety is undeniable. Collision avoidance systems and driver assistance systems contribute to reducing accidents and saving lives. With the continuous advancement of technology, we can expect further improvements in road safety through smart technologies.

References

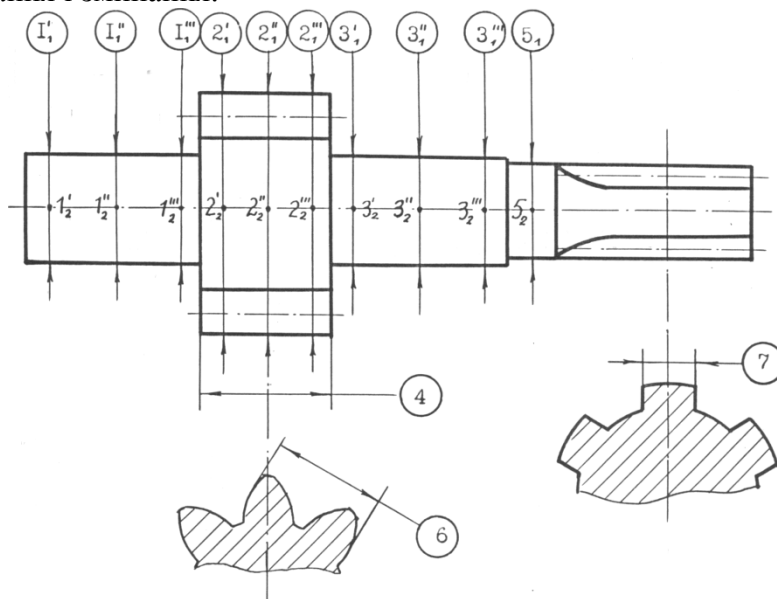
1. Lindov, O., & Omerhodžić, A. (2023, May). Implementation of Smart Road Technologies in the Function of Road Traffic Safety Management. In *International Conference "New Technologies, Development and Applications"* (pp. 621-627). Cham: Springer Nature Switzerland.
2. Vovk, Y. (2016). Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 1(1), 6–10. <https://doi.org/10.14254/jsdtl.2016.1-1.1>

УДК 621.797

ВИВЧЕННЯ ЗНОСІВ ШЕСТЕРЕНЬ ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ**Ю.В. Кулешков**, проф., д-р техн. наук,**Д. О. Черниш**, магістр,**Т.В. Руденко**, доц., канд. техн. наук,**М.В. Красота**, доц., канд. техн. наук,**Р.А. Осін**, доц., канд. техн. наук,*Центрально український національний технічний університет, Україна*

Методика збору інформації про зношування шестерень насоса

Характеризуючи зноси шестерень шестереного насоса приходимо до наступного. Основні дефекти шестерень насосів НШ та схема їх контролю представлена на рисунку. Переважним видом зносу робочих поверхонь шестерень слід вважати абразивне зношування. Про це свідчать характерні риси на поверхнях, що зношуються. Зношування евольвентного профілю зубів слід віднести до механічного стирання шліци ведучої шестерні схильні до механічного стирання і змінання.



1; 3 – вимірювання діаметра цапф; 2 – вимірювання зовнішнього діаметра шестерні; 4 – вимірювання ширини вінця шестерні; 5 - вимірювання діаметра шийки під ущільнення; 6 - Вимірювання загальної нормалі зубів шестерні; 7 - вимірювання шліців ведучої шестерні по ширині

Рисунок - Схема замірів елементів шестерень при дефектуванні ведучої шестерні насоса НШ

І якщо зношування цапф і шестерень по діаметру носить рівномірний характер, то про інші поверхні, що зношуються цього сказати не можна. Так у результаті нерівномірного зношування вінця по ширині торці шестерень стають неплоскими. Найбільше зношування спостерігається у верхівок зубів шестерень. Це пов'язано з тим, що окружна швидкість пропорційна радіусу, і із збільшенням швидкості тертя збільшується й його інтенсивність.

Найбільше зношування зубів шестерень по висоті ведучої шестерні розташоване у ніжки зубів, а у веденої у вершин зубів. Такий характер зносу евольвентного профілю вздовж висоти зуба був підтверджений власними дослідженнями і відповідає теоретичним положенням про коефіцієнт ковзання зубів шестерень.

Стан матеріалу шестерень багато в чому визначає їхню працездатність і надійність в експлуатації. Металографічний аналіз матеріалу зношених шестерень показав, що мікроструктура цементованого шару зношених шестерень являє собою мартенсит, надлишкові карбіди і залишковий аустеніт, Мікроструктура серцевини - середньогольчастий низьковуглецевий мартенсит, троостит і невелика кількість фериту. Зернистість сталі відповідає 5 балу за у відповідності до ДСТУ 9074:2021 [1]. У цілому мікроструктура металу зношених шестерень відповідає вимогам.

Поряд з тим, твердість робочих поверхонь зношених шестерень становить HRC 51...56, що нв 5...6 одиниць нижче технічних вимог виготовлення шестерень. Крім того, на евольвентних та шліцевих поверхнях зношених деталей у цементованому шарі були виявлені мікротріщини.

Характеризуючи стан матеріалу зношених шестерень приходимо до однозначного висновку про дефектність цементованого шару шестерень.

При повторній цементатії дефектного шару відновлених шестерень відбувається перенавуглецювання цементованого шару. Це призводить до зростання надлишкових карбідів, виникнення цементитної сітки, великого розкиду твердості цементованого шару, що різко знижує якість дифузійного шару. Для забезпечення працездатності та надійності відновлених шестерень на рівні нових дефектний цементований шар підлягає видаленню не менше ніж на 0,5 мм на бік.

Методика збору інформації про зношування шестерень насоса

При вивченні зношеного стану шестерень насосів НШ використовувався вибірковий метод. Щоб отримати репрезентативну вибірку, що відтворює пропорції генеральної сукупності всіх деталей ремонтного фонду, робимо її випадковою. Випадкову вибірку відбирають таким способом, який не має жодного відношення до досліджуваних ознак і забезпечує кожному окремому члену генеральної сукупності однаково можливість потрапити у вибірку.

Збір даних про зношування шестерень проводився на підприємствах Кіровоградської області. Насоси, що надходять у ремонт, розбивалися на дві групи:

- насоси, що вперше надійшли в ремонт;
- Насоси, що ремонтуються не вперше.

Після розбирання та миття проводили мікрометричний замір елементів шестерень насоса. Схема дефектації шестерень насоса типу НШ представлена на рисунку.

Вимірювальний інструмент для визначення величини зносів елементів шестерень вибирався виходячи з точності виконання розмірів при виготовленні шестерень і величини зносу її робочих поверхонь.

Похибка напрямку зубів шестерень визначали за допомогою спеціального пристосування, що складається зі станини, центрів для закріплення досліджуваної шестірні та каретки з індикаторною головкою, що переміщається по напрямних. Прилад налаштовується по циліндричному еталону.

Усі виміри проводилися згідно з рекомендаціями ДСТУ ГОСТ 8.051:2009 [2].

Величину зносів елементів шестерень визначали за залежністю

$$I = P_{\text{доп}} - P_i \quad (1)$$

де $P_{\text{доп}}$ - гранично допустимий розмір елемента нової шестерні, мм, його можна знайти технічних умовах на капітальний ремонт насоса ;

P_i – розмір елемента зношеної шестерні, мм.

Похибка спрямування зуба визначається одразу за показанням граничного відхилення стрілки індикаторної головки.

Величину зносів всіх елементів кожної конкретної деталі, що дозволило надалі шукати взаємозв'язок між зносами елементів шестерні,

Вивчення закономірностей зносного стану деталей насосів НШ, дає змогу побудувати статистичну математичну модель зношених деталей шестеренного насоса. Запропонована статистична математична модель дасть можливість підвищити ефективність ремонту насосів шляхом впровадження організаційних заходів щодо раціонального використання відомих і розроблюваних технологій.

Під статичною математичною моделлю зношеної деталі розумітимемо математичний образ деталі, характеристики якого визначають вид, і ступінь взаємозв'язку зносів елементів деталей між собою, які адекватні реальному стану справ. Ці характеристики можна визначити в результаті статистичної обробки інформації, що надходить у вигляді дефектувальних відомостей.

Побудова математичної моделі зношеної шестерні полягає в наступному:

1. Збір інформації про зношування шестерень насоса шляхом мікрометражу.
2. Визначення мінімального необхідного обсягу вибірки,
3. Визначення числових характеристик випадкової величини вибірки:
 - середнього значення зносу;
 - абсолютного показника розсіювання - дисперсії та середнього квадратичного відхилення
 - відносного показника розсіювання - коефіцієнта варіації.
4. Перевірка зібраної інформації на точки, що випадають.
5. Графічне зображення дослідної інформації, побудова гістограм, полігонів, кривої накопичених дослідних ймовірностей,
6. Вибір теоретичного закону розподілу та визначення його параметрів.
7. Перевірка ступеню співпадання дослідних і теоретичних законів розподілу за критерієм згоди.
8. Вирівнювання емпіричного розподілу за прийнятим теоретичним законом розподілу, відображення теоретичного закону графічно.
9. Визначення коефіцієнтів придатності без ремонту та коефіцієнтів відновлення шестерень.
10. Знаходження тісноти взаємозв'язку (парної кореляції) між зносами різних елементів шестерень.
11. Знаходження рівнянь регресії взаємозв'язку між зносами елементів шестерень.
12. Перевірка коефіцієнтів кореляції та регресії за критерієм Стьюдента та рівнянь регресії за критерієм Фішера.

Список використаних джерел.

1. ДСТУ 9074:2021 Сталь. Еталони мікроструктури. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=94147
2. ДСТУ 8.051:2009. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Погрішності, що допускаються при вимірюванні лінійних розмірів до 500 мм. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55992

УДК 621.86

СИНТЕЗ ПІДВІСКИ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

І.Б. Гевко, проф., д-р техн. наук,
О.Л. Ляшук, проф., д-р техн. наук,
Р.М. Рогатинський, проф., д-р техн. наук,
Р.В. Хорошун, асист,
Б.Р. Гевко, канд. екон. наук,
А.Й. Матвійшин, доц., канд. техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Автомобільні амортизатори є важливими елементами підвіски автомобілів, які впливають на комфорт і безпеку водіння. Вони призначені для поглинання ударів і коливань, які виникають під час руху по дорозі. Відтак для підвищення плавності ходу автотранспортних засобів у їх конструкціях слід використовувати керовані системи підвіски з демпфуючими елементами, які позитивно впливатимуть на плавність ходу і зниження коливних процесів, що спричиняються різноманітними факторами (нерівностями дороги, різкими поворотами тощо).

З метою пошуку ефективних конструкцій автомобільних амортизаторів нами було проведено структурно-схемний синтез підвіски автотранспортних засобів методом ієрархічного групування за допомогою морфологічного аналізу й отримано шість базових видів підвіски з оригінальними типами амортизаторів (гідралічного, гідропневматичного, пневматичного, магніторідинного, гідровакуумного та пневмовакуумного типу). При цьому було виділено такі базові морфологічні конструктивні ознаки та елементи:

- амортизаційний принцип, який включає такі ознаки: тип амортизаційного принципу; тип амортизаційної речовини; отвори протікання гідравлічної речовини в поршні (їх площу і кількість); кількість камер; розташування камер; кількість електромагнітних котушок;

- тип пружного елемента, що складається з двох основних ознак, а саме пружина, до конструктивних ознак якої віднесено наступні ознаки: конструкція; геометричний переріз; жорсткість; направленість; кількість; розташування; та пневмобалон, до конструктивних ознак якого віднесено наступне: геометричні параметри; керованість (адаптивність); конструкція; наповнення; жорсткість;

- демпфуючий елемент, який включає такі ознаки: розташування; кількість; матеріал; поєднання; конструктивні параметри.

Загальна кількість базових генерованих варіантів підвіски автотранспортного засобу становитиме 167 варіантів, а кількість базових варіантів в залежності від типу амортизаційного принципу коливатиметься у межах від 96 до 148 варіантів.

Використовуючи даний метод синтезу нами було розроблено і досліджено конструкції гідропневматичних амортизаторів з активним пневмобалоном та демпфуючими елементами, які у порівнянні з традиційними стійками володіли високою адаптивністю та вібраційною стійкістю [1-3].

Список використаних джерел

1. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.
2. Liashuk O., Hevko I., Hud V., Khoroshun R., Hevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93-103.
3. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R. Khoroshun, A. Matviyishyn. - COMMUNICATIONS, 2022. - Vol. 24, № 3, P. 247-258.

УДК 621.797

ВПЛИВ ЗНОСУ ДЕТАЛЕЙ ШЕСТЕРЕНОГО НАСОСУ НА ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

Ю.В. Кулешков¹, проф., д-р техн. наук,

В. Г. Кружилов¹, магістр,

Т.В. Руденко¹, доц., канд. техн. наук,

М.В. Красота¹, доц., канд. техн. наук,

В.О. Дубовик², голова циклової комісії механіки та транспорту, канд. техн. наук,

¹Центрально український національний технічний університет, Україна,

²Олександрійський політехнічний фаховий коледж, Україна

В процесі експлуатації насосів відбувається зношування його деталей, що викликає зміну розмірів деталей, спотворення початкової макро- і мікро- геометрії поверхонь, що з'єднуються, а також зміна їх фізико-механічних властивостей. Результатом зносу є також порушення вихідних посадок, наявність перекосу деталей, що з'єднуються, що супроводжується зменшенням розрахункової площі контакту і прискореним зносом деталей насоса в подальшій роботі насоса, величина яких визначає, переважно, технічні характеристики насоса. При цьому, як показують дослідження, вкрай негативний вплив на працездатність насоса нерівномірно зносить його деталі. Основними напрямками внутрішніх витоків через зазори в відмінювання насоса є δ_1 - зазор в з'єднанні "цапфа - втулка"; δ_2 - зазор в з'єднанні стиків втулок; δ_3 - зазор в з'єднанні евольвентних профілів зубів шестерень; δ_4 - зазор в з'єднанні "втулка - корпус"; δ_5 - радіальний зазор в з'єднанні "корпус - шестерня", δ_6 - торцевий зазор в з'єднанні торців шестерень і горців втулок.

Інтегральним показником, що визначає працездатність шестеренного насоса, є коефіцієнт подачі насоса (КП). Відповідно до ДСТУ ГСТУ 3-25-180-97 [3] граничним станом слід вважати такий стан, коли КП насоса знижується більш ніж на 20% і становить 0,70...0,74. Аналізуючи дані, наведені в літературних джерелах [1, 2, 3] приходимо до висновку, що гранично допустимим рівнем КП для насосів, що експлуатуються в умовах сільськогосподарського виробництва, є рівень - 0,60...0,65. а в промисловості – 0,80 [3].

Зношування колодязів корпусу по діаметру, є безпосередньою причиною зростання радіального зазору в поєднанні "корпус - шестірні". У процесі роботи насоса зазори у зазначеному поєднанні досягають значень 0,195...0,261 мм, при гранично допустимому зазорі 0,170 мм, що є причиною зниження КП насоса до рівня 0,68 [2, 4, 5]. Крім того, значні зношування колодязів корпусу призводять до порушення початкового розташування деталей насоса і навіть до перекосу всього вузла, що кацає.

Втулки насоса виконують функцію підшипником ковзання та функцію замикачів. У процесі експлуатації вони зазнають нерівномірного зношування по всіх робочих поверхнях. На думку авторів статті [5] найбільша частка внутрішніх втрат рідини приходить на радіальні зазори у з'єднанні "корпус - шестерні" і "цапфа - втулка". Так за величині зазору у поєднанні "цапфа-втулка" значення КП насоса знижується до рівня 0,63 [2, 4, 5], тобто досягає свого граничного значення. Величина зазору у поєднанні "корпус - втулка" як правило, не перевищує 0,12 мм витоків робочої рідини в цих з'єднаннях при зазначених зазорах невеликі і становлять 2...3 дм³/хв [2, 4, 5].

Втулки в процесі роботи насоса під дією пульсуючого тиску кратного моменту здійснюють коливальні рухи навколо своєї осі. Це призводить до зношування стикових поверхонь втулок. При збільшенні зазору в зазначеному поєднанні до 0,22 мм, що в 2 рази більше нормального, КП знижується незначно до рівня 0,82.

Знос втулок насоса по торцях за наявності автокомпенсації торцевих зазорів не повинен істотно позначатися на збільшенні витоків робочої рідини. Однак оскільки лінійна швидкість при обертальному русі пропорційна радіусу, то закономірно, що знос торців шестерень і торців втулок, що сполучаються з ними, нерівномірний з явною тенденцією збільшення в напрямку від центру до периферії. Крім того, нерівномірний знос деталей у зазначеному поєднанні, внаслідок биття торця шестерні, через неточність її виготовлення і складання насоса, порушення співвісності його приводу, а також перекоосу всього вузла, що качає, через прогресуючий знос колодязів корпусу і зовнішнього діаметра втулок, призводить до суттєвого збільшення витоків через торцевий зазор.

Зношування шестерень дещо менше за величиною, ніж знос деталей, що сполучаються. Однак і ці зноси роблять свій внесок у збільшення зазорів у відповідних сполученнях.

Слід зазначити, що теоретична об'ємна подача (ОП) насоса визначається лише геометричними параметрами активних елементів насоса - шестерень.

При цьому розрахунок показує, що зменшення вихідних параметрів шестерень насоса НШ-46 по зовнішньому діаметру на 0,8 мм, а по ширині зуба на 1,0 мм [5], що є граничними зносами, знижує ОП насоса на 12,3%. У той же час експериментальні дослідження показують, що незначні зноси шестерень по зовнішньому діаметру в межах 0,03...0,08 мм і по ширині вінця шестерні на 0,1 мм знижує ОП насоса на 10...15 %. Основна причина цього негативного явища - це порушення герметичності між порожнинами нагнітання і всмоктування насоса внаслідок порушення вихідних посадок і утворення зазорів у всіх без винятку з'єднаннях, а також нерівномірного характеру зношування деталей насоса.

Одним з найбільш навантажених і відповідальних з'єднань є з'єднання шестерень насоса по евольвентному профілю, що безпосередньо відокремлює напірну порожнину насоса від всмоктуючої. Лінія контакту зубів має рухливий характер. Зі збільшенням зазору по лінії контакту зубів шестерень з 0,05 до 0,3 мм виток через з'єднання зростають з $0,258 \cdot 10^3$ до $55,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{хв}$ [5].

Частка витоків через з'єднання зубів шестерень по евольвентному профілю зазвичай лежить в межах 3,5...8,2% [1], а в окремих випадках може досягати 80% [5]. Однак досі лише у роботах окремих дослідників приділяється належна увага зазначеному з'єднанню. Так Ібрагімов Р.А. [5] вважає за необхідне при ремонті насосів виправляти похибку напрямку зубів шестерень шевінгуванням. У той же час ряд авторів вважають, що профіль зуба зношується рівномірно по всій ширині зуба, величина зносу незначна і практично не впливає на роботу насоса і в технічних вимогах на капітальний ремонт агрегатів гідравлічних систем цей параметр не включений до контрольованих дефектів.

Нерівномірний односторонній знос, як колодязів корпусу, так і втулок з боку протилежної силовому гідравлічному впливу напору рідини призводить до зміщення всього вузла, що качає, в бік камери всмоктування. В результаті цього з боку камери нагнітання на всю глибину корпусу утворюються серповидні зазори між вузлом, що качає, і поверхнею корпусу. По мірі зношування корпусу, втулок, а також вінця і цапф шестерень по діаметру серповидні зазори збільшуються. Внаслідок цього відбувається збільшення порожнини високого тиску та зменшення перехідної зони від порожнини всмоктування до порожнини нагнітання. В результаті збільшуються витоки через радіальний зазор, збільшуються навантаження на цапфи шестерень і втулки через зростання впливу неврівноважених сил, що сприяє збільшенню умов роботи при з'єднанні насоса і прискореному зносу його деталей.

Крім цього сумарне зношування корпусу, втулок, шестерень призводить до збільшення міжцентрової відстані зачеплення шестерень насоса - A_d [5, 6]. Збільшення міжосьової відстані - A_d , а також зростання зносу шестерень по зовнішньому діаметру сприяє зменшенню ОП насоса та зменшенню коефіцієнта перекриття зубчастого зачеплення шестерень насоса. У справедливості цього твердження можна переконатися з наступних аналітичних залежностей об'єму робочої камери насоса - q_0 та коефіцієнта перекриття зубчастого зачеплення - ε від цих величин [6]:

$$q_0 = 2 \cdot \pi \cdot b \cdot \left(R_e^2 - r^2 - k \cdot \frac{t_0^2}{12} \right), \quad (1)$$

або

$$q_0 = 0,5 \cdot \pi \cdot b \cdot \left(D_e^2 - d^2 - k \cdot \frac{t_0^2}{3} \right) \quad (2)$$

де π - число "пи";

b - ширина шестерень м;

R_e і D_e - відповідно зовнішній радіус і діаметр шестерень, м;

r і d - відповідно радіус і діаметр початкового кола шестерень, м;

t_0 - основний крок зачеплення, м;

основний крок зачеплення визначають у відповідності до залежності

$$t_0 = m \cdot \pi \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

де m - модуль зубчастого зачеплення, мм;

α - кут зубчастого зачеплення.

Коефіцієнт k , який залежить від коефіцієнту перекриття зубчастого зачеплення - ε і визначається і відповідності до залежності

$$k = 4 - 6 \cdot \varepsilon + 3 \cdot \varepsilon^2 \quad (4)$$

де ε - коефіцієнту перекриття зубчастого зачеплення і визначається за формулою

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{D_e^2 - d_0^2 - A_d \cdot \sin \alpha}}{t_0}, \quad (5)$$

де d_0 - діаметр основного кола, м;

$$d_0 = m \cdot z \cdot \cos \alpha_0 \quad (6)$$

де m – модуль зачеплення, м;

z – число зубів шестерень;

α_0 - кут вихідного контуру, стандартне значення $\alpha_0 = 20^0$ ий а

α - кут зубчастого зачеплення, град.

З вищевикладеного випливає, що працездатність насоса залежить від стану з'єднань деталей насоса. Зношування деталей насоса призводить до порушення вихідних посадок деталей, що з'єднуються, геометричних параметрів насоса. Це спричиняє зростання внутрішніх витоків робочої рідини у насосі та погіршення його технічних характеристик. Зазначені негативні процеси посилюються нерівномірністю зношування деталей. При цьому витoki робочої рідини визначаються величиною зазорів у всіх без винятку з'єднаннях насоса.

Однак питома вага внутрішніх витоків робочої рідини у насосах залежить в кожному конкретному з'єднанні, крім величини зазору від витоків робочої рідини в інших сполученнях насоса, і різний на різних стадіях експлуатації насоса та в різних умовах експлуатації насоса. Звідси випливає неоднозначність оцінок витоків робочої рідини різними авторами через з'єднання насоса. Тому це питання вивчено поки що недостатньо повно і потребує додаткових досліджень, зокрема, в теоретичному аспекті.

Список використаних джерел

1. Р.А. Ибрагимов. Повышение работоспособности отремонтированных насосов гидросистем машин, эксплуатируемых в условиях хлопководства. Автореферат. Дис. к.т.н. - Янгиюль, 1984. 19 с.
2. Р.А. Ибрагимов. Исследование влияния продолжительности эксплуатации шестеренного насоса типа НП1-УР на его объемный КПД. Гидросистемы и приводы маггип для хлопководства. Труды ТИИИМСХ вып. 115, Ташкент - 1981, с. 29-66.
3. ГСТУ 3-25-180-97. Насосы шестеренные объемного гидропривода. Технические условия. К. Миппромпологи гики Украины 97 -50 с.
4. Али-Ахмад-Абдула - Саад, Р.А. Ибрагимов. Исследование влияния степени износа шестеренного насоса типа НШ-УР на его объемную характеристику. Труды ТИИИМСХ вып 109, Ташкент - 1979, с. 3 -39.
5. Р.А. Ибрагимов. К вопросу исследования износа основных деталей насосов типа НШ (на примере шестеренного насоса НШ-46У). Гидросистемы и приводы машин для хлопководства. Труды ТИИИМСХ вып. 95, Ташкент - 1978, с. 12- 27.
6. Черновол, М. І., Ю. В. Кулешков. "Оптимізація зубчастого зачеплення шестеренного насоса типу НШ у напрямі підвищення його питомого об'єму." Вісник аграрної науки, травень 5 (2011): 42-45.

УДК 629.332

РЕГУЛЬОВАНЕ ПЕРЕХРЕСТЯ З РОЗУМНИМ СВІТЛОФОРОМ

І.Б. Гевко, проф., д-р техн. наук,

Р.В. Хорошун, асист.,

Т.Д. Навроцька, канд. техн. наук,

Б.Р. Гевко, канд. екон. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Організація дорожнього руху визначає як безпеку дорожнього руху, так і ефективність автотранспортних перевезень. Організація ефективного руху на регульованих перехрестях повинна забезпечувати зазначені параметри і зниження непродуктивних витрат і простоїв, як пішоходів, так і водіїв з транспортними засобами.

Головною метою розроблення регульованого перехрестя з розумним світлофором є сприяння максимальній інтенсивності руху та мінімізації простоїв на них автотранспортних засобів та пішоходів, що сприятиме зменшенню:

- непродуктивних витрати палива автомобілів при очікуванні;
- простою транспортних засобів і водіїв та збільшенні інтенсивності їх руху;
- забруднення навколишнього середовища.

Відтак з метою уникнення надлишкових витрат палива, непродуктивного часу простою транспортних засобів та їх водіїв чи пішоходів, а також додаткового забруднення навколишнього середовища [1] нами розроблено регульоване перехрестя з розумним світлофором, схему якого зображено рис. 1.

Регульоване перехрестя з розумним світлофором складається із опор світлофора 1, що розміщенні з обох сторін дорожнього полотна 2 на перехресті 3. В опорах світлофора 1 встановлені світлофорні тумби 4, в яких вмонтовані сенсорні датчики руху 5, що фіксують завчасну появу у напрямку руху до них транспортних засобів 6 чи пішоходів 7, дані з яких сенсорно передаються у прилад вирахування наближення до перехрестя транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 (на рисунку не показано).

Регульоване перехрестя з розумним світлофором працює наступним чином. При інтенсивному русі транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 рух на перехресті 3 регулюється періодичною подачею дозволяючих і забороняючих сигналів із світлофорних тумб 4. При зменшенні інтенсивності руху і відносно рідкій появі транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 на перехресті 3 рух на ньому регулюється приладом вирахування наближення до перехрестя транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 (на рисунку не показано). При цьому поява транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 на дорожньому полотні 2, швидкість їх руху та відстань до перехрестя 3 фіксується сенсорними датчиками руху 5, з яких дані сенсорно передаються у прилад вирахування наближення до перехрестя транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 (на рисунку не показано). Враховуючи переважне право перетину чи найшвидше наближення до перехрестя 3 транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 прилад вирахування наближення до перехрестя транспортних засобів 6 чи пішоходів 7 (на рисунку не показано) подає сигнали на вмикання дозволяючого руху світла у відповідних світлофорних тумбах 4 для транспортних засобів 6 чи пішоходів 7, які мають переважне право перетину чи найшвидше наближення до перехрестя 3.

Таким чином запропоноване регульоване перехрестя з розумним світлофором дозволить уникати надлишкових витрат палива, непродуктивного часу простою транспортних засобів та їх водіїв чи пішоходів, а також додаткового забруднення навколишнього середовища.

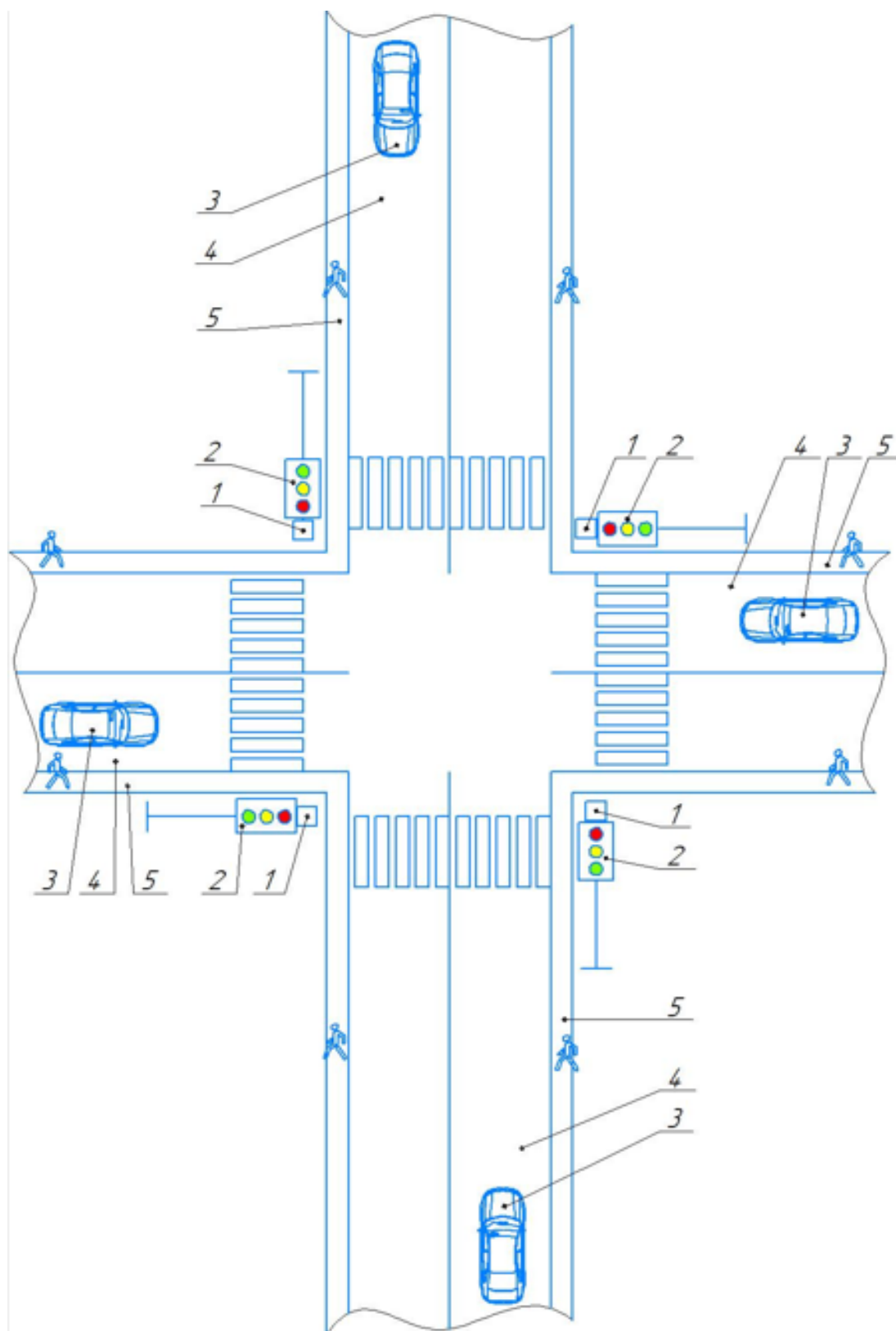


Рисунок 1 – Регульоване перехрестя з розумним світлофором

Список використаних джерел

1. Гевко І., Гудь В., Матвішин А., Гевко Б. Сенсорний регульований пішохідний перехід з розумним світлофором / Четверта всеукраїнська наук.-техн. інтернет конф. "Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем". Рівне, 26 - 27 квітня, 2023. – с. 150-151.

УДК 629.3

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ МОТОРНИХ ОЛИВ ВРАХУВАННЯМ РЕЖИМІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

С.Ф. Посонський, доц., канд. техн. наук,
Хмельницький національний університет, Україна,

В.П. Петленко, магістр

Є.К. Солових, проф., д-р техн. наук

С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Якість моторної оливи безпосередньо впливає на надійність сучасних двигунів. У процесі експлуатації транспортних засобів відбувається зміна фізичних та хімічних властивостей моторної оливи.

Важливість моніторингу стану оливи обумовлено наступними статистичними даними: за результатами аналізу 640 зразків працюючого мастильного матеріалу, відібраних при зміні оливи в двигунах легкових, вантажних автомобілів і автобусів, що експлуатувалися в різних умовах свідчать про те, що у 28% автомобілів в моторній оливі було неприпустимо великий вміст палива (понад 4%), 8% двигунів автотранспортних засобів працювали на водооливній емульсії.

Розглядали оливи різного походження – мінеральні, синтетичні, змішані, які знаходять широке застосування у транспортних засобах. Також розглядали можливості застосування віскощільномірів для контролю моторних та трансмісійних олив.

З'ясована основна функція оливи у створенні тонкого оливного шару між поверхнями спряжених деталей, що знаходяться в відносному русі, тим самим виключаючи сухе тертя між поверхнями та зменшуючи їх знос. Присутність оливи відіграє істотну роль в охолодженні поверхонь тертя, а також у підтримці їх чистоти.

У процесі експлуатації фізико-хімічні властивості оливи погіршуються, що веде до її старіння. Виявлено, що процеси старіння сильно залежить від умов експлуатації оливи. В якості основних причин старіння моторних і трансмісійних оливи можна назвати окислення, забруднення оливи твердими частинками внаслідок зносу, а також потрапляння в оливу води (для моторних оливи). Проаналізовано велику кількість параметрів, призначених для опису старіння оливи.

Визначено, що з основних проблем автомобільного транспорту є проблема ефективності їх використання в залежності від режимів експлуатації. Реалізація повного ресурсу, закладеного у вузлі або агрегаті, можлива лише за умови використання мастильних матеріалів сучасного покоління, що повністю відповідають умовам експлуатації та конструктивним особливостям транспортного засобу.

Крім цього, олива, що працювала в агрегаті, є носієм інформації про термодинамічні, хімічні та трибологічні процеси, що відбуваються в мастильній системі автомобіля.

Зміна технічного стану двигуна внутрішнього згорання під час експлуатації або виникнення збою в роботі його систем може вплинути на стан моторної оливи. У процесі експлуатації оливи виконує функції накопичувача продуктів зносу і забруднень, що утворюються під час роботи двигуна, але це призводить до зміни основних показників якості оливи).

Зносостійкість трибоспряжень багато в чому визначається процесами, що відбуваються у фрикційному контакті, тобто реальними навантажувальними та

температурними режимами, які в процесі експлуатації трибоспряжень деталей змінюються і найбільш явно виражені у часі. Найбільш загальний вид залежності становить сумарний знос від часу роботи деталей трибоспряження. Залежність швидкості зміни зносу в часі від вихідного, нульового рівня для нових деталей до допустимого, вище якого настає катастрофічний знос з подальшим руйнуванням поверхонь деталей. Виділено принципи відмінності відрізняються в часі і за механізмом трьох стадій процесів зношування трибоспряжень деталей.

Перша стадія зношування, тривалість якої становить незначний час роботи є припрацюванням трибоспряжень деталей. У цей період відбуваються процеси зміни геометрії поверхонь тертя та фізико-хімічних властивостей обох фрикційних матеріалів, що взаємодіють.

У свою чергу, значні термоциклічні напруження, що відбуваються в зоні фрикційного контакту, можуть впливати і на фазові перетворення, що відбуваються в поверхневих шарах деталей.

Правильне і спрямоване використання цих явищ багато в чому впливає на процеси, пов'язані з припрацюванням деталей, і, в кінцевому рахунку, на витрати енергії і матеріалів і тривалість роботи трибоспряжень деталей.

У процесі припрацювання при терті виділяється велика кількість матеріалу деталей, що за обсягом рівна зносу трибоспряжень деталей пар тертя за весь термін експлуатації. Під час припрацювання згладжуються і значною мірою "знімаються" невідповідності в конструкції вузла тертя, придбані як при виготовленні його деталей (наприклад, такі, як недотримання в площинності, відхилення в кутах і діаметрах контактуючих деталей), так і при складанні їх трибоспряжень (недостатня посадка, перекося і т.д.).

Обкатка або припрацювання двигуна є невід'ємним етапом перевірки виготовленого або того, що пройшов капітальний ремонт двигунів. За допомогою обкатки контролюється якість нового двигуна, але й виявляються проблеми, пов'язані з якістю її проведення.

Під час другої стадії зношування, тертя стабілізується, інтенсивність зношування знижується й у середньому залишається майже незмінною. Винятком можуть бути окремі сплески на цій залежності, викликані порушеннями в режимі експлуатації вузлів тертя. Під час запуску двигуна при низьких температурах, коли у трибоспряження ще не потрапило олива, або, коли дають зовнішні впливи і в зоні тертя утворюється оливне голодування, наприклад, рух по крутому підйому. Ці сплески інтенсивності зношування зазвичай бувають нетривалими і тому сильно спотворюють загальну картину інтенсивності зношування трибоспряжень деталей машин.

У процесі поступового зношування збільшуються зазори в трибоспряженнях деталей двигуна. Це призводить до того, що до кінця цього періоду зношування спряження деталей підвищується, зовнішні впливи впливають сильніше, і період щодо стабільної роботи вузла або агрегату закінчується.

Третя стадія зношування починається з тоді, коли під впливом різних факторів різко збільшується інтенсивність зношування, досягаючи свого катастрофічного значення, і трибоспряження деталей виходить з ладу. Для різних матеріалів та конструкцій трибоспряження представлені вище стадії зношування будуть різними за величиною та крутістю ходу кривих, проте загальний характер їх за формою зберігається. Подані норми пробігу до капітального ремонту відповідно до чинних норм технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту.

Розглянуті різні конструктивні рішення виконавчих пристроїв для діагностики стану оливи в транспортних засобах в режимі реального часу. Виявлені переваги та недоліки цих пристроїв.

Розроблено експериментальну установку для дослідження в'язкісних властивостей моторної оливи. Також розроблено методику обробки отриманих експериментальних даних. Принцип роботи виміральної установки ґрунтується на вимірюванні експериментальних даних ультразвуковим методом та зіставлення з даними, знятими за допомогою капілярного віскозиметра. Ця методика була перевірена в ході експерименту щодо вимірювання в'язкості та часу проходження ультразвукового сигналу еталонних рідин.

Використання запропонованої установки дозволяє вимірювати в'язкісні властивості моторної оливи. В результаті експериментальних досліджень були побудовані графіки, за якими побічно можна визначити в'язкість моторної оливи. Використовуючи показник зміни в'язкісних властивостей моторної оливи, можна визначити ступінь придатності олив. За допомогою п'єзоелектричного перетворювача визначено рівень в'язкості досліджуваних моторних олив.

УДК: 629.113

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ J. RIERA ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФРОНТАЛЬНОГО УДАРУ КУЗОВА АВТОБУСА

К.Е. Голенко¹, ст. викл., канд. техн. наук,
М.О. Диха¹, доц., канд. техн. наук,
В.О. Дитинюк¹, викл.,
О.С. Ковтун¹, асп.,
М.В. Гетьман¹, асп.,
О.З. Горбай², проф., д-р техн. наук,
А.В. Гай², магістр,

¹Хмельницький національний університет, Україна

²Національний університет "Львівська політехніка", Україна

Аналіз безпеки автобусів в умовах фронтального удару (краш-тесту) є невід'ємним етапом нормативних випробувань при сертифікації нових моделей та допущення їх до експлуатації на дорогах загального користування. Ці випробування спроектовані для імітації сценарію зіткнення автобуса, коли його передня частина взаємодіє з іншим транспортним засобом чи нерухомою перешкодою. Мета таких тестів - оцінити здатність автобуса забезпечувати захист пасажирів під час поглинання енергії удару несівною структурою каркасу кузова. Наступні два нормативні документи широко використовуються для оцінки того, чи може конструкція витримувати ударне навантаження: регламент СЕК ООН №29 (UNECE R29) і Програма оцінки нових автомобілів (NCAP). Випробування NCAP на лобовий удар згідно з вимогами NHTSA є простішим, ніж регламент UNECE R29 у формуванні крайових умов, але більш ресурсозатратний з точки зору комп'ютерного моделювання – автобус рухається до жорсткої стіни зі швидкістю 56 км/год перпендикулярно до її поверхні та закінчує випробування до повного поглинання енергії удару ним.

Існує щонайменше два підходи до оцінки ударних навантажень, які виникають у разі зіткнення автобуса із залізобетонними будівлями (випадок NCAP): метод J. Riera (метод Рієри) [1-4] і моделювання краш-тесту автобуса (рис.1) методом кінцевих елементів. Початково модель Рієри (1968, 1980) було розроблено для аналізу ударних навантажень зі сторони літака на відносно жорстку однорідну конструкцію (наприклад, сильно укріпленої захисної оболонки ядерного реактора). Актуальність цього методу знов набула більшого значення після зруйнування будівель Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку, коли дві головні вежі комплексу ВТЦ були вражені викраденими комерційними авіалайнерами.



а



б

Рисунок 1 – Натурні випробування на встановлення безпеки при фронтальному ударі: а) 29,76 км/год - Ікарус 411; б) 56,32 км/год (NHTSA) – MCI D-Series

Метод Рієри являє собою аналітичне моделювання, яке можна застосувати й для обчислення ударних та імпульсних сил, що діють на конструкцію кузова автобуса під час фронтального краш-тесту згідно NCAP або альтернативних нормативних вимог (рис. 1).

Запропонована нами ідея полягає у застосуванні підходу Рієри до кузова автобуса, структуру якого можна розглядати як модель, розділену секціями на маси m_i , що сполучені пружними зв'язками жорсткості P_i :

$$F_x(t) = P_c[x(t)] + \beta[x(t)] \cdot V^2(t), \quad (1)$$

де: F_x – загальна реакція тіла (кузова автобуса); P_c – загальна сила удару; $x(t)$ – відстань між стіною та центром мас кожної секції; β – питома щільність автобуса; V – залишкова швидкість нерозбитої частини автобуса.

Кузов автобуса можна спростити до моделі стрижня, що спрощує математичне моделювання його фронтального удару. Оскільки такий стрижень пластично деформується, то відбувається сповільнення його penetрації в однорідний матеріал стіни. Тиск потоку в точці контакту між двома матеріалами з теореми Бернуллі можна застосувати для такого розрахункового випадку й записати наступне рівняння для визначення тиску:

$$P(t) = \frac{1}{2} \rho_p [V(t) - U(t)]^2 = \frac{1}{2} \rho_t U^2(t), \quad (2)$$

де: V – швидкість стрижня; U – швидкість penetрації; ρ_p та ρ_t – густина стрижня та стіни відповідно, що визначаються наступним чином:

$$U(t) = V(t) / (1 + \sqrt{\rho_t / \rho_p}) \quad (3)$$

В загальному випадку актуалізуємо розрахунок сили взаємодії стрижня та стіни у певний момент часу i :

$$dF_i(t) = P_i(t) \cdot dA_i, \quad (4)$$

де: $dF_i(t)$ – повна похідна сили; A_i – поперечний переріз стрижня (кузова автобуса) в момент часу i .

Суть рівняння (4) полягає у визначенні сили (реакції) F_i в момент часу i на основі змінного тиску P_i з урахуванням змінної загальної площі поперечного перерізу A_i , що контактує зі стіною. Значення A_i є змінним, оскільки стрижень деформується і різні елементи знаходять контакт із поверхнею удару у момент часу i . Таким чином, загальна комбінована реакція F_i на кожному кроці часу i може бути застосована для визначення уповільнення кузова автобуса на основі залишкової маси непошкоджених секцій (рис. 2).

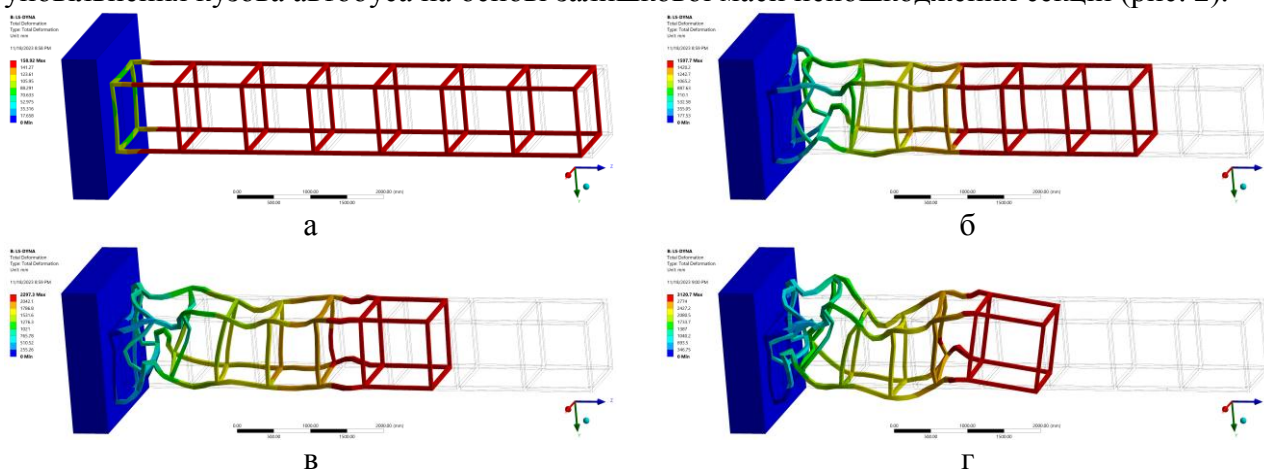


Рисунок 2 – Моделювання фронтального краш-тесту у LS-DYNA (карта деформацій): а) $t = 10$ мс; б) $t = 80$ мс; в) $t = 120$ мс; г) $t = 150$ мс

Проведемо моделювання просторової ферми (рис. 2), що складається з 7-ми однакових секцій розміром $1 \times 1 \times 1$ м, причому до найбільш віддаленої до ударної поверхні секції прикладена маса 5000 кг, а початкова швидкість удару – 56 км/год, що відповідає нормативним вимогам NCAP [5,6]. Матеріал ферми – Structural Steel NL, з нелінійним графіком напружень-деформацій ($\sigma_t = 250$ МПа, $E_t = 1,45 \cdot 10^9$ Па) у середовищі Ansys LS-

DYNA [7]. В результаті випробувань отримані наступні максимальні деформації: 158.9 мм ($t = 10$ мс); 1597.7 мм ($t = 80$ мс); 2297.3 мм ($t = 120$ мс); 3120.7 мм ($t = 150$ мс). Максимальні напруження станом на $t = 150$ мс становлять 1324 МПа (рис.3) й знаходяться далеко за точкою межі текучості застосованого у розрахунку матеріалу.

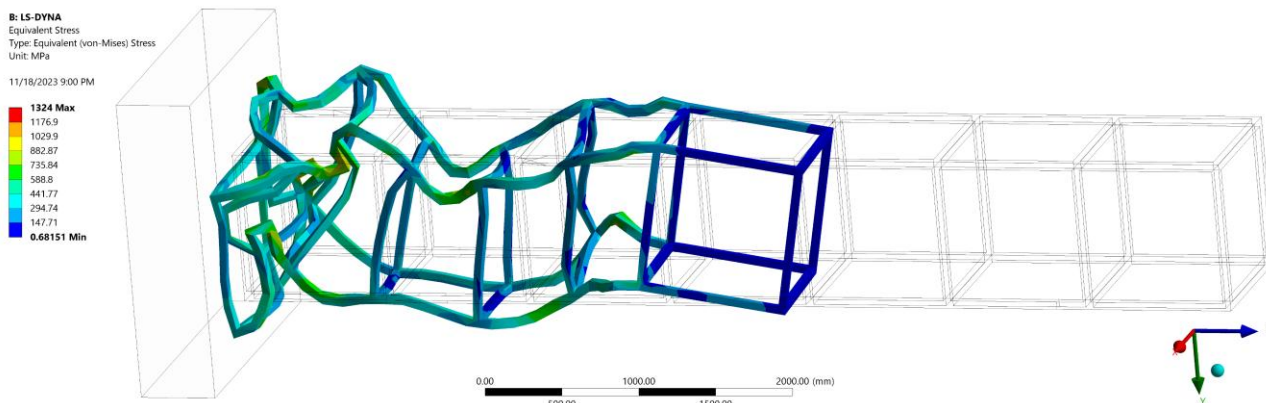


Рисунок 3 – Карта напружень ферми у LS-DYNA ($t = 150$ мс)

За результатами моделювання фронтального удару просторової ферми (наприклад, каркас кузова автобуса) у середовищі LS-DYNA Ansys [7] є можливість отримати масив цінних показників: деформації, напруження, енергію поглинання удару, що особливо цікаво з огляду на співставлення з теорією Рієри: в міру абсорбції енергії секціями швидкість їх деформації зменшується. Особливо актуальним є формування методик прогнозування зазначених пластичних деформацій для встановлення зон залишкового простору салону, що є темою ґрунтовних досліджень, за основу котрих є доцільним прийняття зазначеною теорії Рієри, адже результати математичного моделювання досить точно корелюються з FEA-аналізом на прикладі простих конструкцій, наприклад, таких, як представлена в даній роботі.

Список використаних джерел

1. Bocchieri R.T., Kirkpatrick S.W., Kitzinger D. (2009). Expansion of the Riera Approach for Predicting Aircraft Impact Damage to Steel and Concrete Buildings. 05 - Modeling, Testing and Response Analysis of Structures, Systems and Components 05-3c - Dynamic Response – Impact. SMiRT 20 - Espoo (Helsinki), Finland. August 9-14, 2009.
2. Liu, Jingbo & Han, Pengfei. (2018). Numerical Analyses of a Shield Building Subjected to a Large Commercial Aircraft Impact. Shock and Vibration. 2018. 1-17. 10.1155/2018/7854969.
3. Zhu, Xiuyun & Li, Jianbo & Lin, Gao & Pan, Rong & Li, Liang. (2021). Sensitivity Analysis of Steel-Plate Concrete Containment against a Large Commercial Aircraft. Energies. 14. 2829. 10.3390/en14102829.
4. Markov, Vladimir & Popov, Yu & Pusev, V. & Selivanov, V.. (2019). Computing the loads affecting a structure subjected to a high-velocity projectile impact using the Riera approach. AIP Conference Proceedings. 2103. 020010. 10.1063/1.5099874.
5. Asadina, Navid & Khalkhali, Abolfazl & Saranjam, Mohammad Javad. (2018). Sensitivity analysis and optimization for occupant safety in automotive frontal crash test. Latin American Journal of Solids and Structures. 15. 10.1590/1679-78254666.
6. S.A, Prabhakaran & Balaji, G. & Annamalai, K. & Vm, Gobinath. (2022). Robust design assessment of automotive crash box structures through model order reduction. International Journal of Crashworthiness. 28. 1-14. 10.1080/13588265.2022.2074937.
7. Hariram, V. & Venkatesh, K. & Saidev, M. & Mahesh, M. & Vinothkumar, M. & Rao, Kogapu & Seralathan, S. & Premkumar, T.. (2021). Vehicle Body and Roll Cage Assessment involving Frontal, Side and Roll-over Crash Analysis by FEA using LS-Dyna. International Journal of Vehicle Structures and Systems. 13. 10.4273/ijvss.13.4.18.

UDC 621.892

INCREASING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLE UNITS WHILE ENSURING CONTROL OF THE INDICATORS AND PROPERTIES OF THE LUBRICANT ENVIRONMENT

V.A. Honchar, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. of science,*
Ye.K. Solovykh, *Prof., Dr. Tech. of science,*
I.V. Zhilova, *getter,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

The main function performed by lubricants is to reduce friction and wear of joints of components, systems and aggregates, due to the creation of a strong oil film on their surface. At the same time, oil environments should provide:

- sealing of gaps in couplings of working units and, first of all, parts of the cylinder-piston group;
- effective removal of heat from tribocoupler parts, removal of wear products and other foreign substances from friction zones;
- reliable protection of the working surface of engine parts from the corrosive effects of oil oxidation products and fuel combustion;
- prevention of the formation of all types of deposits (soot, varnishes, ash deposits, sludge) on engine parts during different modes of its operation;
- high stability during oxidation, mechanical impact and watering, i.e. preservation of original properties both under various conditions of use and during long-term storage;
- low fuel consumption during engine operation;
- a long service life before replacement without harming the reliability of nodes, systems and aggregates.

Performance of the specified functions by oils is possible only if their quality meets a number of operational requirements:

- to have optimal viscous properties, which determine the reliable and economical operation of nodes, systems and aggregates in all operational modes;
- have a good lubricating ability to prevent intensive wear of tribo-coupling parts;
- have sufficient chemical resistance, which ensures a minimal change in the properties of the lubricant during use;
- have resistance to the processes of evaporation, foaming and formation of emulsions.
- reliably protect friction surfaces and other metal parts from atmospheric corrosion.

Engine oil is an important element of engine construction. It can perform its functions for a long time and reliably, providing a given engine resource, only if its properties are precisely matched to the thermal, mechanical and chemical effects that the oil exerts on the lubrication system. Mutual compliance of the engine design, its operating conditions and oil properties is one of the most important conditions for achieving high engine reliability.

A number of factors affect the change in the condition and quality indicators of motor oil: original properties of the oil, design features of the engine, its technical condition and operating mode, properties of the oil used for topping up, maintenance technology and vehicle operating conditions.

The existing system of normalizing the resource of motor oil does not take into account the

peculiarities of the operation of special cars. For example, a feature of the operation of lifting installations is short runs and the performance of special works during the parking period. It is known that the oil service life meter is used to measure the car's mileage in kilometers or hours of operation. And in this case, the service life of the engine oil depends both on the mileage of the installation and on the performance of the attached equipment. Most often, at enterprises, the mileage of the lifting equipment to the place of work is not taken into account.

In order to determine the periodicity of replacing engine oil, it is necessary to know the regularities of the influence of working hours on the change in the quality indicators of engine oil under different modes of operation of special vehicles.

According to these laws, a technique for adjusting the periodicity of replacing the motor oil of special cars should be developed, taking into account the operating modes.

In the process of motor oil tests, data collection is carried out on the performance of the observed equipment, expressed in km of the chassis and hours of operation of the attached equipment. The mileage and the number of hours of operation of special and transport equipment are recorded in the waybills, which drivers submit to the dispatching service. From there, the waybills are sent to the information processing and analysis group, where they are processed using a PC. Then the group of information processing and analysis provides the technical department with information about the accounting of the operation of the vehicles. In the technical department, in accordance with this information, the breakdown of work is carried out according to the on-board logs of cars on the server. The on-board logbook is kept for each car from the beginning of its operation, the working hours of the cars are entered into it as a cumulative total for each day. This is all displayed on the enterprise server.

Control over the date of engine oil replacement was also carried out using the vehicle's on-board logbook, which records the work performed during maintenance, in particular, engine oil replacement. Since the planning of the experiment is the sequence of setting up experiments and its number, the main goal of planning is to obtain the maximum amount of information with the least material and time costs and increased accuracy of the obtained results.

If the change in engine oil quality indicators depends on one factor - the performance of a special car. This will be a so-called one-factor experiment. The classic planning of such an experiment consists in the fact that first the lower or upper value of the factor is established, that is, one of its limit levels, and then successively from the bottom up, or vice versa, the values of the factor change in jumps, according to the accepted interval of variation.

When solving tasks related to the establishment of empirical distributions, the planning of the experiment consists in determining the minimum sample size so that the sampling error does not exceed certain specified sizes.

The results of processing the raw data are summarized in a table, based on which the nature of the distribution of the random variable can be determined, since they show how the values of the observation results are distributed throughout the interval.

The empirical distribution can be represented in the form of a graph, and thus the empirical distribution curve is obtained. Construction of graphs is accompanied by rejection of strongly deviating values and "smoothing" of experimental curves. Smoothing of experimental curves or their alignment can be done using the method of least squares.

The empirical distribution obtained from experimental data is approximated to any corresponding theoretical distribution.

The empirical distribution of a random variable is replaced by the most appropriate theoretical distribution to describe the patterns to which it is subject.

Analysis of statistical characteristics of mathematical models showed their adequacy to experimental data. The value of Fisher's dispersion ratio F exceeded the table values for all models

(at a probability of 0.95), the average error of approximation E was in the range of 0.6...14%.

According to the patterns of changes in engine oil quality indicators, described by mathematical models and depicted graphically, it is possible to determine the moment of oil replacement, if the maximum allowable values of oil indicators are plotted on the curve.

It is noted that the average maximum service life of oils of the Г2 group lies, depending on the service life meter, in fairly wide ranges. Thus, the maximum operating time is from 621 to 1526 m-hours, and the maximum mileage is from 40221 to 134230 km.

Based on the results of the tests, it is possible to establish the recommended terms of the unchanged operation of the oil for all special equipment similar to the tested one. Of course, at the same time, it is necessary to maintain a certain reserve of oil quality, which allows you to continue the normal operation of cars.

Confidence estimation of a statistical characteristic based on sample data allows you to specify the interval (confidence interval) of values in which the true, but unknown value of the distribution parameter of the general population lies with a predetermined probability (confidence probability).

The economic effect of establishing objective standards for the resource of motor oil allows to reduce the consumption of motor oils and oil filters, to reduce the complexity of maintenance and the downtime of cars.

УДК 621.891

МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ

А.Б. Гупка, доц., канд. техн. наук,
Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

Для розробки найбільш ефективних шляхів забезпечення зносостійкості гільз циліндрів досліджений механізм їх зношування в період пуску і прогрівання двигуна, при роботі на оптимальному і пониженому теплових режимах, при різних швидкостях і навантаженнях, а також при запиленні повітря абразивними частками.

В залежності від конструктивних особливостей двигунів, пускове зношування коливається від 2,4 до 23,3% від загального зношення [1]. В двигунах ЗІЛ-130, ЯМЗ-236 і –238 70-80% від пускового зношування визване запізненим надходженням масла до них; 11-16% - роботою на низькотемпературному режимі при прогріванні; 9-11% - корозійними процесами, які відбуваються на гільзах в період простою. Тому основним видом зношення гільз в пусковий період являється молекулярно-механічне, викликане запізненням надходження масла до них [2]. Металографічні дослідження поверхні тертя вставок після 750 пусків і прогрівань двигуна ЗІЛ-130 показали, що на них видно пошкодження, викликані безпосереднім динамічним контактом гільз з кільцями через погіршення умов змащування (табл). Із таблиці видно, що в таких умовах тертя мікротвердість і пружність вставки в робочій зоні зросли в 3,5 та 1,5 рази, а текучість і пластичність знизилася в 4 і 7 рази.

Таблиця 1 – Фізико – механічні властивості поверхонь вставок гільз двигунів ЗІЛ-130 в робочій зоні

Вид досліджень	Текучість (повзучість)		Пружність, %		Пластичність, %		Мікротвердість, кгс/мм ²	
	Відстань від верхнього торця гільзи, мм							
	5	14	5	14	5	14	5	14
Хонінгування	34,2	28,1	40,8	41,3	59,2	58,7	312-449	421-449
Обкатування (ТУ заводу)	8,2	10,6	39,1	43,2	60,9	56,7	516-702	520-522
Пускові випробування (650 пусків)	16,9	7,4	42,9	64,2	13,6	8,6	481-598	1011-1797
Високотемпературний режим ($N_{ном}$; 120 год)	10,7	7,9	57,7	53,4	42,3	46,6	555-1248	1248-1757
Абразивне зношування (238 год)	7,7	15,2	44,8	34,3	55,2	65,7	555-1120	253-350
Міські перевезення (150 тис. км)	4,5	14,8	37,4	36,1	62,6	63,9	559-635	339-555
Міжміські перевезення (150 тис. км)	3,9	6,7	42,4	40,8	57,6	59,2	371-917	555-764

Рентгеноструктурний і металографічний аналізи показали, що збільшення твердості викликано розпадом аустеніта і виділенням з нього мартенситу і високодисперсних карбідів, а також наклепом за рахунок викривлення кристалічної ґратки і подрібнення блоків мозаїки при пластичній деформації поверхневих шарів.

Зношування гільз при роботі двигунів на пониженому і нормальному тепловому режимах складають відповідно 15-23 та 5-14% від загального зношування [1].

Дослідження особливостей зношування гільз при роботі двигуна на пониженому тепловому режимі і визначення переважаючого виду зношування в цей період здійснювалося на одноциліндровому відсіку і повнорозмірному двигуні ЗІЛ-130, на двигунах КамАЗ-740, ЗІЛ-645, ЯМЗ-236, та –238. Експериментально встановлено, що в такому випадку збільшується в 1,5 рази прорив газів в картер, який викликає руйнування масляної плівки в зоні контакту гільза-кільце і насичення її конденсатом, в результаті чого інтенсифікується молекулярно – хімічне зношування гільзи. Корозійна дія агресивних продуктів згорання виявляється при вмісті сірки вище встановлених норм ГОСТ 2084 – 67. В цьому випадку зниження зношування гільз досягається застосуванням масел з високою нейтралізуючою здатністю. Безперечно, що при роботі двигуна на стандартному паливі застосування зносостійких чавунів повинно сприяти зниженню зношування гільз. Випробуваннями двигуна ЗІЛ-130 із серійними гільзами зі вставками та дослідними із перлітного чавуну (НВ 220-285) встановлено, що зносостійкість дослідних гільз та кілець спряжених з ними, в 1,1-1,5 рази вище серійних гільз та кілець в них (рис.1, 2.).

Металографічні дослідження вставки гільзи після роботи двигуна ЗІЛ-130 на протязі 120 годин на номінальній потужності при температурі води та масла $90\pm 5^{\circ}$ показали, що в зоні ВМТ спостерігаються деформовані ділянки із закритими графітовими включеннями та тріщинами вздовж них, сліди мікрозадирів та вириви металічної основи, викликані пластичною деформацією від безпосереднього динамічного контакту з кільцями та термічною втомністю матеріалу. Мікротвердість вище ВМТ зросла в 2,2 рази, а в зоні ВМТ – майже в 4 рази (див.табл.). При цьому текучість та пластичність знизилися в 3,5 та 1,3 рази, а пружність зросла в 1,4 рази. Збільшення твердості вставки у ВМТ викликано зміною структури аустенітного чавуну сумісною дією тепла, яке виділяється при згоранні палива та генерується при терті, пластичною деформацією поверхні з одночасною механо-хіміко-термічною обробкою продуктами згорання палива. В результаті виникають складні процеси трансформації металу з утворенням вторинних структур на поверхні із феритно-карбідної суміші та мартенситу тонкої будови в підповерхневих шарах. Приведені вище зміни твердості, текучості, пружності та пластичності поверхні вставки гільзи показують, що при роботі двигуна на високотемпературному режимі виникає постійне чергування процесу розриву та відновлення масляної плівки на місці контакту. Це сприяє подальшому експлуатаційному зміцненню вставки, яке не перевищує значень, за межами яких починається руйнування аустенітного чавуну. Вказані дослідження показали, що при роботі двигуна на високотемпературному режимі основним видом зношування гільз є молекулярно-механічне, зниження якого можливе при використанні чавуну з високою антифрикційністю та зносостійкістю. Дослідження на двигунах ЗІЛ- 130 таких гільз із перлітних чавунів (НВ 220-285), показали, що зносостійкість дослідних гільз та спряжених з ними кілець в 1,2-1,3 рази вище, ніж серійних гільз та кілець в них (рис.1,2).

Абразивне зношування гільз в експлуатації коливається від 40 до 78 % від загального зношування [1]. Абразивна зносостійкість гільз зі вставками в двигуні ЗІЛ-130 при випробуванні з подачею в циліндри кварцевого пилю в 1,4-2,1 рази вище, ніж без вставки із того ж перлітного чавуну, а на машинах тертя в 2 рази нижче. Це пояснюється тим, що в двигуні створюються умови для зміцнення вставки за рахунок розпаду аустеніту. Однак, зносостійкість вставки в двигуні при наявності абразива в зоні тертя знижується майже в два рази, в зв'язку з порушенням динамічної рівноваги між процесами утворення та руйнування захистних ВС, викликані миттєвим зняттям, зміцненого при терті шару та додатковим знеміцненням об'ємів, що лежать нижче, дією абразиву, так як в цьому випадку енергія, яка

витрачається на зняття поверхневого шару, менша на 2, 3 порядки. Ось чому твердість, текучість та пружність вставки в зоні ВМТ знижується відповідно в 1,2-1,5; 2,0 та 1,2 рази, а пластичність зростає в 1,1 разу (див. табл.). Одним із міроприємств по зниженню абразивної зносостійкості гільз являється використання чавунів з високою твердістю. Дослідження на двигунах ЗІЛ-130 та ЗІЛ-375 таких гільз із перлитних чавунів (НВ 220-235) показали, що абразивна зносостійкість дослідних гільз та кілець в них в 1,1-1,3 рази вище, ніж серійних гільз та кілець в них (рис.1,2).

Дослідження поверхні тертя вставок гільз після експлуатаційних досліджень двигунів ЗІЛ-130 в міських та міжміських перевезеннях показали, що їх твердість в зоні ВМТ в 2-3 рази нижча, ніж після роботи на стенді при відсутності подачі абразива в гільзи та в 1,03-1,4 рази вище, ніж після дослідження на абразивну зносостійкість (див.табл). Останнє вказує на значну долю абразивного зношування гільз в експлуатації [1].

Стенові та експлуатаційні дослідження показали, що утворення в процесі роботи двигуна специфічного рельєфу та властивостей поверхні вставок гільз приводить до зниження в 2 та більше разів інтенсивності їх зношування.

Таким чином, в процесі роботи двигуна проходить зміцнення вставки гільзи, в результаті чого зменшується поверхнева та підповерхнева деформація, утворюється поверхневий антифрикційний шар із феритно-карбідної суміші, який являється джерелом утворення захистних ВС I типу (твердий розчин кисню в залізі), і який має різко виражену гетерогенність по механічних властивостях (твердість), фізико-хімічних показниках (адгезія масла), та характеристиках топографії поверхні (чергування виступів та западин). Такий гетерогенний стан експлуатаційної поверхні вставок по всіх показниках забезпечує їм високу антифрикційність та зносостійкість.

Аналіз зносостійкості гільз із різних чавунів та дослідження механізму їх зношування показали, що основним видом зношування гільз являється абразивне, зниження якого досягається зменшенням циклічності утворення та руйнування ВС I типу. Для забезпечення високої абразивної зносостійкості гільз та кілець в них необхідно: підвищити вихідну твердість та антифрикційність чавуну для гільз; забезпечити хімічним складом структури з максимальною схильністю до зміцнення в процесі роботи двигуна для зниження поверхневої та підповерхневої деформації гільзи кільцями. Експериментально встановлено, що ці вимоги досягаються за рахунок: гетерогенної високодисперсної структури чавуну з наявністю в ній м'якої металічної складової, яка являється джерелом утворення ВС I типу; високій об'ємній міцності та твердості, теплопровідності, теплоємності чавуну та графіту в ньому певної форми, розміру, розміщення та кількості. Для заміни біметалічних гільз зі вставкою на монометалічні проведений комплекс досліджень по виготовленню гільз із перлитних чавунів з твердістю НВ 220-280, які забезпечують дані вимоги за рахунок високодисперсної металічної основи, зміцненої евтектичними залізохромистими карбідами в кількості 10-15% по об'єму, з пластинчастим, прямим та завихреним графітом рівномірного та нерівномірного розміщення, довжиною 45-180 мкм, в кількості 10-12% по площі. Такий чавун в процесі тертя забезпечує послідовне збіднення структури м'якими складовими (ферритом) та збагачення твердими (евтектоїдним цементитом, евтектичними карбідами та фосфідною евтектикою), в результаті чого на поверхні утворюються захистні ВС з високою міцністю та низькою циклічністю їх утворення та руйнування. Дослідження на двигунах ЗІЛ-130 та ЗІЛ-375 таких гільз із перлитного чавуну, зміцненого складнолегованими та евтектичними карбідами за рахунок комплексного легування Cr (0,6-1,2%), V (0,15-0,35%), Cu (0,8-1,5%), показали, що по припрацюванні та по зносостійкості монолітні гільзи та кільця в них не поступаються серійним кільцям зі вставками та їх кільцям (рис.1,2). Металографічними дослідженнями поверхні тертя монолітних гільз після дослідження встановлено, що вони менше піддаються поверхневій та підповерхневій деформації ніж вставки, завдяки високій вихідній твердості і низькому коефіцієнту тертя, запобігаючих мікросхоплюванню кілець з гільзою при даних питомих тисках та швидкостях ковзання кілець.

Таким чином, проведені дослідження дозволили замінити високовартісні біметалічні гільзи з нирезистою вставкою на монометалічні із економно легованих перлитних чавунів.

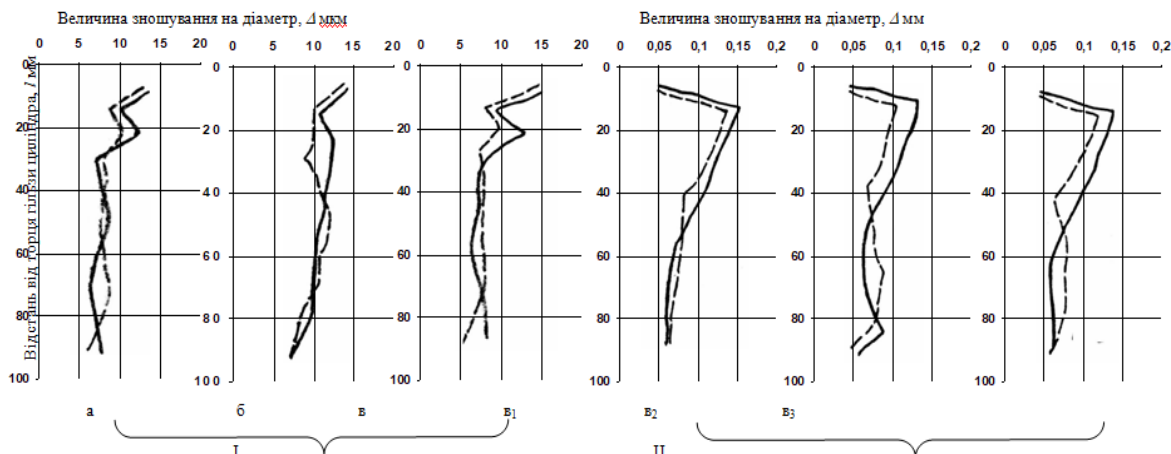


Рисунок 1 – Зношування дослідних(-----) та серійних (-----) гільз циліндрів двигунів ЗІЛ-130 (I), ЗІЛ-375(II). а - В умовах корозійно-механічного зношування, б - В умовах молекулярно-механічного зношування, в – в умовах абразивного зношування (в₁ - зношування гільз в площині, перпендикулярній осі колінчастого вала; в₂ – зношування гільз в площині паралельній осі колінчастого вала; в₃ – середнє зношування)

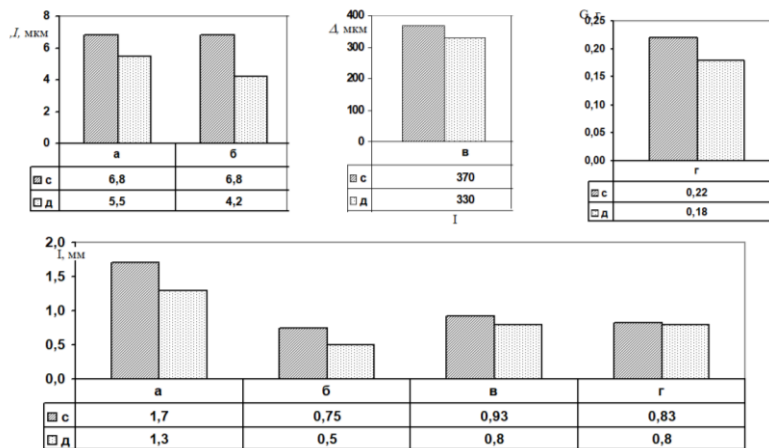


Рисунок 2 – Зношування поршневих кілець в серійних (▨ с) і дослідних (□ д) гільзах циліндрів двигунів ЗІЛ-130 (I) та ЗІЛ-375 (II): I – середнє зношення верхніх поршневих кілець по висоті (а), по товщині (б), зміна зазору в замку (в), і зміна ваги (г). II – а – перші компресійні кільця, б – другі компресійні кільця, в – треті компресійні кільця, д – диски маслоз’ємних кілець.

Список використаних джерел

- Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines / O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hryniv, O. Liashuk, A. Gupka // Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.
- Oleg Lyashuk, Andrii Gupka, Yuriy Pyndus, Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, & Mykola Stashkiv. (2019, Травень 28). The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria. ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPT 2019), Ternopil, Ukraine.

УДК 629.1

УДОСКОНАЛЕННЯ МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЦПГ ДИЗЕЛІВ АВТОМОБІЛІВ МЕТОДОМ РЕСУРСНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Д.П. Косякевич¹, асп.,
С.І. Пritула¹, магістр,
С.В. Лисенко¹, доц., канд. техн. наук,
В.З. Гудь², проф., д-р техн. наук

¹Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна
²Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна

Циліндропоршнева група (ЦПГ) на 80% визначає ресурс до першого ремонту ДВЗ. Для контролю за її станом, визначення залишкового ресурсу необхідні відповідні методи та засоби. Потреба в них підвищилася через розширення безрозбірного ремонту ДВЗ трибоскладами, які додаються в оливу.

Визначено, що діагностування ЦПГ необхідне, коли виявлено: значне напрацювання ДВЗ; зниження потужності дизеля та складність його пуску; підвищений чад оливи та синій колір ОГ; велика витрата картерних газів; викид із сапуна, з оливозаливної горловини парів та бризок оливи; викид оливи у випускну трубу; наявність оливи на поршні, у ТКР, у впускному колекторі; блискітки металів у зрізі осаду в відцентровому оливоочиснику та на оливофільтрах; підвищене забруднення олією повітряного фільтра; прискорене старіння оливи та її шлам на деталях ДВС; поява ненормальних стуків та шумів у ЦПГ; замаслювання, закоксовування форсунок; біло-блакитний дим (не все паливо спалахує через знижену компресію та температуру стисненого повітря); підвищена питома витрата палива.

Однак визначення стану ЦПГ без виявлення можливих дефектів поршня (прогар), поршневих кілець (знос, закоксовування, залягання, полумки), гільз циліндрів (знос, овальність, прогари), клапанів ГРМ (знос, сколи, тріщини, корозія та прогар фасок, ослаблення вставок у гніздах, неповне закриття через відсутність теплових зазорів), тріщин у головках і гільзах циліндрів, прогару прокладок та інших можливих несправностей, кінцевої мети не досягає.

Стан ЦПГ істотно залежить від закоксованості кілець. Оцінка їх зношеності та ущільнюючої здатності без розкоксовування ЦПГ при тривалому напрацюванні ДВЗ часто недостовірна. Через це у рекомендаціях з діагностування ЦПГ, в т.ч. і наших, зазначено, що автомобіль повинен відпрацювати повну зміну, щоб у тривалому навантаженому режимі випалити нагар і кокс в ЦПГ і тільки тоді ТД.

Для практики безрозбірного ремонту ДВЗ трибоскладами, які додаються в оливу, в першу чергу потрібно переконатися в безаварійному стані ЦПГ. Тому значущість розкоксовування посилюється. Потрібно визначати максимальну пневмощільність, яку можуть дати кільця, звільнені від закоксованості та защемлення в канавках поршня, що відбувається при тривалій малонавантаженої роботі машин. При цьому, як показав аналіз практики безрозбірного ремонту, якщо після розкоксовування параметри ЦПГ покращилися, то ЦПГ безаварійна та РВС-обробка буде ефективною. Якщо параметри не змінилися, доцільно перевірити герметичність клапанів ГРМ, а якщо погіршилися, то можлива полумка кілець і РВС-обробку проводити не слід. Тільки після розкоксовування ЦПГ результати діагностування відповідають справжній зношеності і можна визначити потребу та вид ремонту.

З викладеного вважаємо, що при несправності ЦПГ необхідно перевіряти всі елементи ЦПГ, а також картерну оливу крапельною пробою. Слід брати до уваги можливу наявність над поршнем таких ущільнювачів як оливи, вода, паливо, інакше результати контролю будуть невірними. Зіставлення результатів контролю пневмощільності сухих циліндрів і

після введення в них 50 мл. оливи дозволяє уточнювати стан ЦПГ і ГРМ.

Розроблено та апробовано експрес-спосіб оцінки залишкового ресурсу ЦПГ дизельних та бензинових автотракторних ДВЗ з кореляційного зв'язку вакууму та компресії в циліндрах, а також метод виявлення дефектів у циліндрах.

Технології контролю ЦПГ групи ДВЗ реалізовані приладами постійного перепаду тиску на витратомірній щілини, забезпечені номінальними, допустимими і граничними значеннями витрати картерних газів, обґрунтованими за їхньою залежністю від ефективної потужності дизелів та за положеннями оптимізації нормативів параметрів у теорії управління надійністю автомобілів. Обґрунтовано також аналогічні нормативи компресії у циліндрах.

Мета планово-запобіжної системи технічного обслуговування і ремонту парку машин – найбільш повне використання ресурсу їх агрегатів за оптимальною продуктивністю, безвідмовністю, безпекою руху, паливною економічністю, екологічністю машин та найменших витрат на усунення їх відмов та несправностей. І в цьому діагностування технічного стану є найважливішим прийомом покращення використання машин .

Діагностування як прийом оптимізації системи ТОiP, технічної експлуатації машин сприяє і заощадженню матеріальних і трудових витрат.

Основні компоненти ресурсозбереження, що забезпечуються діагностуванням машин є наступні:

– по-перше, за результатами діагностування обслуговування та ремонту скорочують їх аварії та відмови агрегатів машин (50..63 %), запобігається їх прискорене зношування, що різко зменшує сукупні матеріальні та трудові витрати, простої машин, підвищується продуктивність машин;

– по-друге, призначення ремонту за результатами ресурсного діагностування скорочує невинновдані ремонти, витрата запасних частин і трудові витрати, дозволяє більш повно використовувати ресурс машин (12...20 %);

– у третіх, призначення та якісне виконання фактично необхідних регульовальних робіт скорочує трудові витрати при ТО (17...37 %);

– по-четверте, контроль паливної економічності дизелів та проведення необхідного ТО паливної апаратури дозволяє на 10-15% знизити витрату дизельного палива;

– по-п'яте, контроль димності ВГ та обслуговування за його результатами паливної апаратури та системи впуску повітря дизелів знижує викиди шкідливих речовин, зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

Хімотологічний та спектральний контроль моторних олив дозволяє призначати його зміну за фактичною працездатністю, що до 1,5 раза знижує витрату олив. Але, в основному, такі роботи забезпечують поглиблене діагностування агрегатів машин, завчасне виявлення причин їх прискореного зношування, дозволяють точніше призначати конкретні роботи з усунення несправностей агрегатів, запобігання аваріям та зменшенню зношування, підвищенню їх ресурсу та зменшенню експлуатаційних витрат.

Контроль агрегатів та вузлів рульового управління, гальм, шин, приладів освітлення та сигналізації, датчиків, показчиків контрольних приладів, електрообладнання, підвищує безпеку руху машин, зменшує ймовірність ДТП, пов'язаних не тільки з матеріальними та трудовими витратами на їх усунення, але й із травмами та людськими жертвами.

Загалом заявкове та регламентне функціональне та ресурсне діагностування машин, виявляючи фактичний технічний стан та несправності машин, призначаючи роботи з їх обслуговування та ремонту за фактичною потребою. Це дозволяє:

– помітно зменшувати витрати запасних частин, матеріалів та праці, на усунення відмов та несправностей машин в експлуатації, на ремонти та ТО;

– максимально використовувати експлуатаційний ресурс машин;

– зменшувати витрати паливно-мастильних матеріалів;

– максимально можливо виключати аварії та ДТП машин.

УДК 621.891

ТРИБОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ПРОЦЕСІВ В ЗОНІ ФРИКЦІЙНОГО КОНТАКТУ

В.В. Ляхта¹, *ст. гр. МАМ-62,*
В.Я. Рудий¹, *ст. гр. МАМ-62,*
А.Б. Гупка¹, *доц., канд. техн. наук,*
В.В. Аулін², *проф., д-р техн. наук,*
І.В. Жилова², *здоб.,*

¹*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна*

²*Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна*

Традиційні методи визначення характеристик зношування пар тертя ґрунтуються на прямому вимірюванні лінійного зношування деталей, що пов'язано з тривалим та трудомістким випробуванням, особливо в умовах нормального зношування. Ці методи не пов'язані з механізмами нормального тертя і відтворюють лише зовнішній кінцевий результат процесу – величину зношення за час випробування. При розв'язанні задач діагностики і прогнозування ресурсу працюючих вузлів тертя необхідно визначити миттєву швидкість зношування. Однак, традиційні методи дозволяють визначити лише середню швидкість зношування під час випробування між двома вимірюваннями. Крім цього, для визначення зношення цими методами необхідно розбирати вузли тертя.

У зв'язку з розвитком структурно-енергетичної теорії тертя і зношування появилась можливість розробляти трибологічні принципи неперервного контролю зношування пар тертя. У відповідності з цією теорією триботехнічні характеристики (сила тертя, швидкість зношування) визначаються властивостями вторинних структур (ВС). При цьому мають місце певні енергетичні співвідношення між роботою тертя і швидкістю зношування для кожного з видів зношування.

У відповідність з теорією запропоновані наступні трибологічні принципи неперервного контролю зношування пар тертя:

1. структурний принцип;
2. структурно-кінетичний принцип;
3. енергетичний (структурно-енергетичний) принцип.

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

Структурний принцип полягає в тому, що в процесі тертя контролюють утворення ВС і їх розподілення між спряженими поверхнями тертя. Цей принцип реалізований шляхом використання вентильного ефекту в контактній тілі, що труться, для контролю режиму тертя та поєднання типів ВС.

Встановлено, що вентильний ефект в парі тертя є динамічним ефектом. Ефект спостерігається в діапазоні нормального механо-хімічного зношування, причому випрямлений струм направлений від елемента пари тертя з більшою інтенсивністю зношування чи від елемента з I типом ВС.

При контролі режиму тертя через контакт деталей пропускають асиметричний змінний струм і вимірюють результуючу постійну складову струму в ланцюгу. Схема вимірного ланцюга для контролю показана на рис. 1. Вузол тертя 1 включений в електричний ланцюг, який має струмоз'ємник 2, джерело змінного струму і пристрій 3, який реєструє постійну складову струму в ланцюгу. Рекомендовані параметри вимірювального ланцюга наступні: напруга джерела живлення змінного струму 50...200 мВ; напруга джерела постійного струму 10...20 мВ; опір вимірювального ланцюга 50...200 Ом.

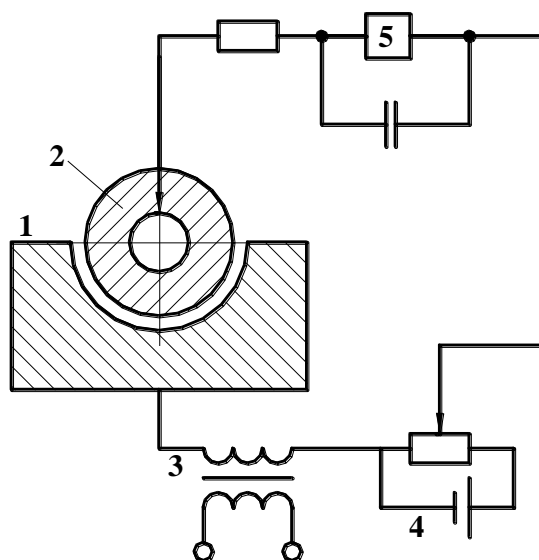


Рисунок 1 - Схема включення вузла тертя в електричний ланцюг 1 – вузол тертя, 2 – струмоз’ємник, 3 – джерело змінного струму, 4 - джерело постійного струму, 5 – мікропараметр постійного струму

При роботі вузла тертя зносостійкість деталей забезпечується ВС і змащувальними шарами і постійна складова струму в ланцюгу складається з постійного струму асиметрії і випрямленій в тертьовому контакті частині змінного струму. При рідинному тертя дві складові відсутні. При тертя, що супроводжується схопленням і катастрофічним зношенням поверхонь тертя, постійна складова рівна постійному струму асиметрів.

Можливості вищеприписаного способу контролю режиму тертя складають індикацію допустимих режимів: “нормальне зношення” при постійному граничному чи рідинному терті і “підвищене зношення” при пошкодженості схоплюванням.

Поєднання типів ВС в парі тертя можна контролювати визначаючи напрямок випрямлення струму в фрикційному контакті (4). Для цього пару тертя (рис. 2), утворену підшипником 1 і валом 2 включають в електричний ланцюг, куди входить пристрій 3 для реєстрації струму і конденсатор 4, що згладжує пульсацію постійної складової струму, яка проходить через пристрій 3. Напруга джерела живлення змінного струму від 200 до 500 мВ, частота 50 Гц, опір ланцюга від 50 до 2000 Ом.

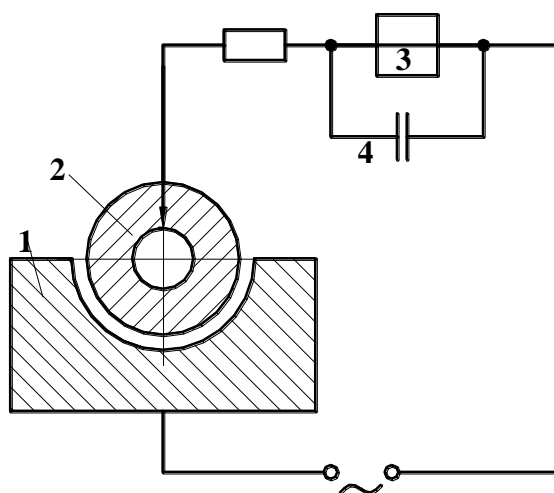


Рисунок 2 - Електрична схема для контролю зношування по поєднанні типів ВС. 1 – підшипник, 2 – шийка вала, 3 - мікропараметр постійного струму, 4 – конденсатор

При включенні електричного ланцюга через пару тертя протікає струм. Вентильний ефект в контактні тертьових поверхонь приводить до часткового випрямлення змінного

струму, виникаюча постійна складова струму проходить через контакт від елемента пари тертя з більшою інтенсивністю зношення.

Можливості способу складають індикацію поєднання ВС на спряжених поверхнях тертя. При нормальному зношуванні випрямлений струм протікає від сталі до антифрикційного матеріалу. При зміні умов тертя, наприклад, при перевантаженні може змінюватись поєднання типів ВС і в результаті різко збільшується сумарна швидкість, що буде виявлено при зміні напрямку протікання випрямленого струму.

Структурно-кінетичний принцип полягає в необхідності реєстрації періодичності утворення та руйнування ВС. При контролі зношування вимірюють характеристики періодичних коливань структурно-чутливих параметрів фрикційного контакту (сили тертя, трибо-ЕДС, випрямленого струму). Швидкість зношування I визначають за відношенням товщини вторинних структур до тривалості циклу їх утворення та руйнування

$$I = \frac{h}{T_u} \quad (1)$$

Описаний спосіб контролю зношування дозволяє оцінювати швидкість зношування за найкоротший проміжок часу, спів ставний з тривалістю циклу утворення та руйнування ВС, що складає переважно кілька хвилин.

Енергетичний (структурно-енергетичний) принцип контролю полягає в тому, що вимірюють потужність тертя N_T і питому роботу A_3 . Швидкість зношування визначають по їх відношенні:

$$I = \frac{N_T}{A_3} \quad (2)$$

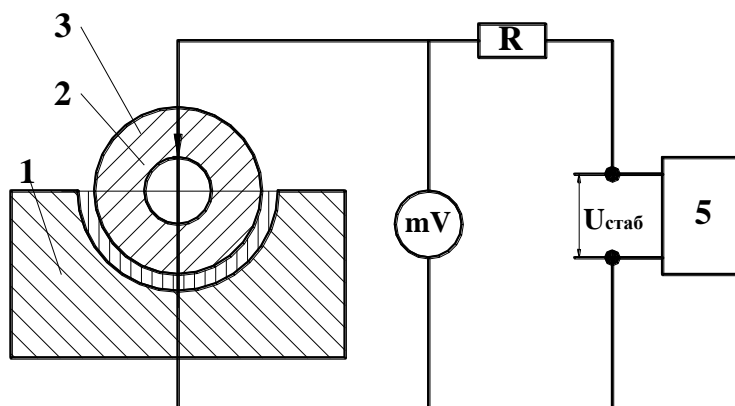
Цей принцип реалізований в способі контролю швидкості зношування пари тертя, в якому використовується кореляційна залежність між контактним електроопором і питомою роботою зносу (коефіцієнт кореляції $>0,9$). Рівняння регресії при тертя сталі 45 в маслі з різними механічними домішками при надійності довірчих інтервалів 9,99 має прямий вид:

$$A_n = (3540 \pm 430)R, \quad (3)$$

де A_n - питома робота зносу, дж/мм³;

R - електроопір контакту, Ом.

Схема для вимірювання електроопору в парі тертя методом вольтметра показана на рис. 3. Опір вимірювального ланцюга 50...200 Ом, напруга джерела живлення 10...100 мВ.



1 – підшипник, 2 – шар оливи, 3 – шийка вала, 4 – струмоз’ємник, 5 – стабілізоване джерело живлення постійного струму

Рисунок 3 - Схема вимірювання контактного електроопору в парі тертя.

Визначення відносної зносостійкості пари тертя. Варіанти використання методів неперервного контролю зношування залежать від розв’язуваних трибологічних задач. При

необхідності визначення відносних характеристик зносостійкості розроблені способи дозволяють обійтись без попередніх калібровочних випробувань.

При контролі зношування за структурним принципом з врахуванням формули (1.3) відносна зносостійкість визначається за формулою

$$E = \frac{T_{\text{ц}2} \cdot h_1}{T_{\text{ц}1} \cdot h_2} \quad (4)$$

В діапазоні нормального зношування товщина ВС може мати для одного і того ж матеріалу постійну величину, а змінюватись під впливом режиму тертя тільки тривалість циклу. Тому для визначення відносної зносостійкості можна обмежитись відношенням лише тривалості циклу утворення і руйнування ВС в еталонних і випробувальних умовах.

При контролі зношування по потужності тертя і електроопору (енергетичний принцип) відносна зносостійкість можна визначити за відношенням:

$$E = \frac{N_{T1} \cdot R_2}{N_{T2} \cdot R_1}, \quad (5/)$$

де N_{T1} - потужність тертя, Вт;

R - контактний електроопір в парі тертя, Ом. Індекс 1 відноситься до еталонних, а індекс 2 – до випробуваних умов тертя.

При постійному навантаженні та швидкості ковзання можна обмежитись відношенням опорів у формулі, оскільки останнє збільшується в значно більших межах, ніж потужність тертя. В результаті відпадає необхідність вимірювання потужності тертя і контроль спрощується.

З врахуваннями похибки емпіричної залежності між питомою роботою зносу і електроопору фрикційного контакту похибка визначення відносної зносостійкості за формулою складає порядком 20%.

В якості еталонних умов тертя може служити еталонний вузол тертя, що працює в оптимальних умовах з мінімальним зношенням, вихідне положення вузла тертя або змащуючого середовища.

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

Список використаних джерел

1. Експлуатаційні методи підвищення трибологічної надійності важконавантажених трибоспрязень деталей / О.Л. Ляшук, А.Б. Гупка, В.В. Гупка // Підвищення надійності машин і обладнання : матеріали конф. : І міжнар. наук.-практ. конф., 17-19 квіт. 2019 р., м. Кропивницький / М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – С. 213-217.
2. Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines / O. Livitskyi, V. Aulin, S. Lysenko, A. Hryniv, O. Liashuk, A. Gupka // Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81

UDC 658.8

INCREASING THE EFFICIENCY OF THE FUNCTIONING OF THE CAR SERVICE SYSTEM BY THE DEALERSHIP CENTER

V.G. Baitsan, *Graduate student,*
O.M. Tertytsia, *Master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. of science,*
O.V. Kuzyk, *Assoc., Candidate technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

High-quality and timely maintenance and repair of agricultural machinery determines the efficiency of agro-industrial production. The modern fleet of machines of the agro-industrial complex of Ukraine is diverse: tractor and car fleets. Currently, in the structure of the tractor park, 66% are occupied by wheeled tractors, 34% by crawler tractors. Tractors of traction classes 3-5 make up 49% of the total fleet, of which 32% are wheeled, and 68% are tracked. The main volume of agricultural work is occupied by tractors of these traction classes and cars.

The age structure of the car fleet is characterized by the following data: up to 6 years - 8%, 6...10 years - 21%, over 10 years - 71%. The presence of equipment in the park with a service life of more than 10 years leads to the fact that up to 20% of the available machines do not participate in agro-industrial production. At the same time, more than 50% of the machinery that has undergone technical maintenance and repair is used in agriculture. Maintenance and repair are forced and necessary conditions for maintaining equipment in working condition, especially recently, when the supply of equipment to the village has significantly decreased.

A decrease in engineering support in the agro-industrial complex is noted. Some repair and technical enterprises are changing the direction of their activities, while only 11% of enterprises have kept repair and technological equipment and personnel. Repair and maintenance of machines and equipment performed by them are low-profit, often unprofitable. Analysis of the cost structure of repair works shows that a large percentage of the total costs are spent on spare parts (from 61 to 86.8%). Overhead costs range from 17.5 to 5.5% of total costs. The analysis shows that recently the main volumes of work to ensure the operability of equipment have moved directly to product manufacturers and are mainly reduced to the replacement of parts and some simple components, which leads to increased production costs.

Today, the supply of services significantly exceeds the demand. There is a need for state regulation of relations in the field of production and technical services to stimulate the formation of a market system of production and technical services in accordance with current legislation. It is necessary to form a system of technical service, which combines company service and regional business service, which differs from the current directive management system.

The experience of many foreign countries with a developed market economy shows that the most rational form of organizing maintenance and repair of machines in agriculture is the dealer system. In this case, as studies have shown, a single-level marketing channel is used, which reduces the number of intermediaries between the manufacturing plant and the rural producer and makes the supply more prompt. In this technical service enterprise solves the tasks of marketing, leasing, etc.

The effectiveness of the dealer's work is reduced to ensuring the uninterrupted implementation of agro-industrial production technologies by rural commodity producers through high-quality maintenance and repair of equipment in the off-season. The prompt elimination of failures during the warranty and post-warranty periods of operation, during the legally permissible periods of downtime of the machines determines the need to justify the location and functioning of the system of service centers of the dealership.

From the point of view of a systemic approach, enterprises operating in the field of agricultural services are objects that have the appropriate material, labor, energy, and financial resources.

information resources and carry out activities to satisfy the considered type of services. These enterprises can be considered as a system in which there are production and management blocks with a set of economic mechanisms for implementing the intended strategy of the enterprise. Both of these blocks interact with the external environment.

The external environment is mainly represented by consumers (individual farms, associations, machine-technology stations, etc.), who demand services; suppliers of component materials, spare parts, etc.; as well as the whole set of state, political, social and demographic conditions, the influence of which on the performance indicators of enterprises is important. Spontaneous changes in demand, activity of competitors, sharp fluctuations in prices, interruptions in replenishment of resources, etc., can have a significant destabilizing effect on the work of enterprises. In this regard, it will be considered that the external environment of the agricultural service enterprise is characterized by stochasticity, the influence of random factors on its effective operation.

Part of the destabilizing effects of the environment can be compensated with the help of the known sustainability of the enterprise. It depends, first of all, on the inertial properties of the system, which are determined by the internal reserves of the enterprise and the available regulatory and technical tolerances in accordance with the technology. Secondly, sustainability depends on the effective operation of adaptation mechanisms designed to preserve the profitable operation of the enterprise, ensure the necessary level of meeting the needs of its customers and the quality of their service.

A decrease in the effectiveness of adaptation mechanisms of an agroservice enterprise or their complete absence leads to a decrease in the volume of services performed. As a result, the financial condition worsens, and accounts payable increases.

Analysis of the activities of repair and technical enterprises shows that the repair and maintenance of machines and equipment performed by them are low-profit, and most often unprofitable. The production capacities of specialized workshops, repair shops and maintenance stations for cars, tractors and combines, technical exchange points are used only by 10...20%.

Therefore, some agricultural service enterprises, especially repair and technical ones, are changing the direction of their main activity.

The analysis shows that recently the main volumes of work to ensure the operability of equipment have moved directly to product manufacturers and are reduced to the replacement of parts and some simple components, which leads to increased production costs. Therefore, despite the almost two-fold reduction in the fleet of vehicles, the costs of repairing equipment remain at the same level as the costs of repairing the former fleet.

During the functioning of the agricultural service enterprise itself, the influence of random factors in the process of providing relevant technical services can be observed. There may be a failure in the operation of technological equipment. All this shows that when analyzing the activity of a technical service company, it is necessary to use a probabilistic approach, methods of mathematical statistics, and mass service theory models.

At the same time, mechanisms for adapting the enterprise to fluctuations in demand, in particular to seasonal "peak" loads, are possible. The demand for services can be represented by a random variable distributed according to the law, close to normal with a small shift of the right branch about the center. The necessity of developing mechanisms for the effective operation of the dealer enterprise in the market conditions of the development of the agricultural complex has been proven.

УДК 621.891

ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВАЖКОНАВАНТАЖЕНИХ ТРИБОСПРЯЖЕНЬ АВТОМОБІЛІВ

А.Б. Гупка¹, доц., канд. техн. наук,
В.С. Дехтяренко¹, ст. гр. МАМ-61,
І.І. Дрбчук¹, ст. гр. МАМ-61,
Ю.І. Івасечко¹, ст. гр. МАМ-61,
Е.В. Манько², асп.,

¹Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя, Україна,

²Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Сучасний етап розвитку техніки характеризується підвищеними вимогами до якості робочих поверхонь, надійності та довговічності машин і механізмів в цілому. Неврахування даних параметрів на етапі конструювання, відхилення від заданої технології оброблення, використання невисокоякісних матеріалів, неоптимальні режими експлуатації приводять до великих матеріальних та енергетичних затрат. Для сучасного сільськогосподарського машинобудування характерна підвищена енергонапруженість і важкі умови експлуатації пар тертя. Першочергового значення набуває проблема підвищення поверхневої міцності і зносостійкості деталей машин (конструкторські та технологічні засоби), а також використання мастильних матеріалів (експлуатаційні засоби), які забезпечують їх нормальну експлуатацію. Стало очевидним, що для успішного вирішення практичних задач триботехніки необхідно використовувати результати фундаментальних досліджень фізики твердого тіла, матеріалознавства, термодинаміки відкритих систем, теорії системного аналізу [1].

Враховуючи специфічні умови роботи розглядуваних важко навантажених вузлів тертя, інколи використання конструкторських та експлуатаційних засобів управління процесами активації та пасивації в зоні фрикційного контакту не завжди прийнятне. Тому в даній роботі досліджувались технологічні методи підвищення поверхневої міцності, зокрема методи зміцнюючої технології. Приведено результати комплексного експериментального дослідження по встановленню якісних закономірностей трибологічних взаємодій, кореляції діапазону структурної пристосовуваності (СП) і критичних точок взаємо переходу процесів припрацювання – СП – об'ємна деструкція, рівнів адаптивності, значень основних триботехнічних (інтенсивність зношування I , коефіцієнт тертя μ , температура T), структурно-енергетичних (питома робота руйнування A_p , температурна енергоємність трибосистеми E_Q) характеристик процесів тертя та зношування під впливом технологічних факторів (методів зміцнюючої технології).

До технологічних засобів управління поверхневою міцністю відносяться різні види зміцнюючої технології, за допомогою яких здійснюється регулювання процесів активації і пасивації, а також одержання вторинних структур ВС із заданим комплексом характеристик, що призводить до розширення діапазону і пониження рівня основних триботехнічних параметрів. По результатах попередніх досліджень із всіх існуючих методів зміцнюючої технології вибрані найбільш ефективні для важко навантажених пар тертя. З позиції структурно енергетичної пристосованості матеріалів при терті та зношуванні всі існуючі методи поверхневого зміцнення поділено на дві основні групи (таблиця):

– методи одержання первинних структур із властивостями, які забезпечують можливість перебудови і додаткового зміцнення в процесі експлуатації, тобто утворення ВС, які розширюють діапазон нормальних процесів і мінімізують параметри тертя та зношення (методи пластичного деформування, хіміко-термічна обробка, нанесення покриття);

– методи одержання первинних структур з максимально можливою стійкістю по відношенню до механічних і хімічних дій у важко навантажених умовах експлуатації (дифузійне і електролітичне хромування, борування та ін.).

Для досягнення поставлених конкретних практичних задач в даній роботі поставлені та вирішені наступні задачі:

– розроблено комплексну методику дослідження, яка включає в себе універсальну машину тертя, кінетичні критерії оцінки процесів тертя та зношування [2];

– досліджено вплив методів зміцнюючої технології на закономірності зміни параметрів тертя та зношування і якість ВС;

– дано рекомендації по практичному приміненню методів зміцнюючої технології для оптимізації управління поверхневої міцності важконавантажених пар тертя сільськогосподарських машин.

Вибір матеріалів досліджуваних зразків, контртіла, методів їх зміцнення, мастильного середовища здійснювався у відповідності з поставленими задачами і з метою їх практичного використання. В якості матеріалу досліджуваних зразків вибрана сталь 40X, яка широко приміняється у вузлах тертя сільськогосподарських машин та механізмів. Матеріал контртіла – сталь ШХ15. Зразки із сталі 40X, оброблені по серійній технології підлягали різним методам поверхневого зміцнення та нанесення зносостійких покриттів після чого їх робочі поверхні доводились до шорсткості $Ra=0,32$. У всіх дослідах в якості мастильного середовища використовувалось інактивне, неполярне, малов'язке вазелінове масло, що практично виключало вплив гідродинамічних і адсорбційних ефектів і в той же час розширяло діапазон СП. Швидкість ковзання пари тертя у всіх експериментах була постійною – 2,3 м/с.

Експериментальні залежності зміни основних триботехнічних (інтенсивні зношування I , коефіцієнт тертя μ , температури $T^{\circ}C$), структурно-енергетичних (питома робота руйнування A_p , температурна енергоємність системи тертя E_Q) характеристик, одержаних при дослідженні сталі 40X, показано на рис. 1 – рис. 5 (1 - серійна технологія, 2 - комплексна хіміко-термічна обробка, 3 - хромування, 4 - хімічне травлення, 5 - КІБ.).

Таблиця - Досліджувані методи зміцнюючої технології

1. Серійна технологія	7. Азотування в тліючому розряді
2. Борування (1 режим)	8. Обробка глибоким холодом
3. Борування (2 режим)	9. Хімічне травлення
4. Комплексна хіміко- термічна обробка (ХТО)	10. Конденсація з іонним бомбардуванням (КІБ)
5. Сіліціювання	11. Лазерне зміцнення
6. Хромування	

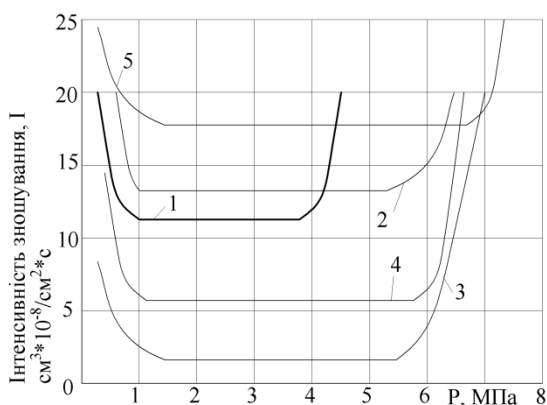


Рисунок 1 - Залежність інтенсивності зношування I від величини питомого навантаження P

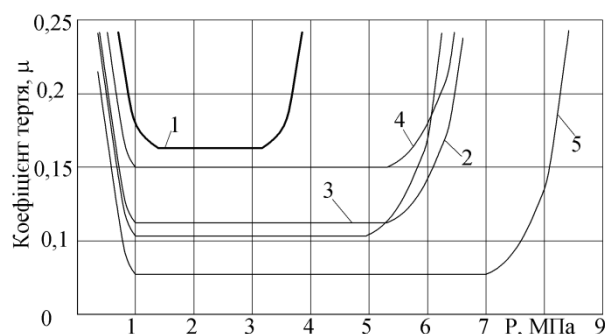


Рисунок 2 - Залежність коефіцієнта тертя μ від величини питомого навантаження P

На одержаних графіках чітко виділяються три характерні області: зона припрацювання (нестабільні значення досліджуваних параметрів); діапазон оптимального і стабільного значення даних параметрів (режим СП); режим різкої зміни досліджуваних параметрів (перехід до об'ємної деструкції). Загальним для всіх запропонованих методів поверхневого зміцнення являється пониження рівня і розширення діапазону нормального механо-хімічного зношування в порівнянні із серійною технологією. Як виключення – методи комплексної хіміко-термічної обробки, КІБ, які розширюють діапазон СП, проте одночасно і підвищують рівень нормального механо-хімічного зношування. Характер зміни коефіцієнтів тертя μ аналогічний характеру зміни інтенсивності зношування I .

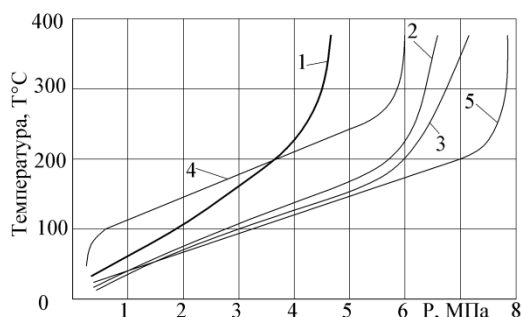


Рисунок 3 - Залежність температури T від величини питомого навантаження P

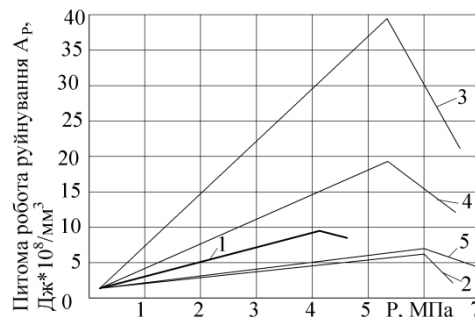


Рисунок 4 - Залежність питомої роботи руйнування A_p від величини питомого навантаження P

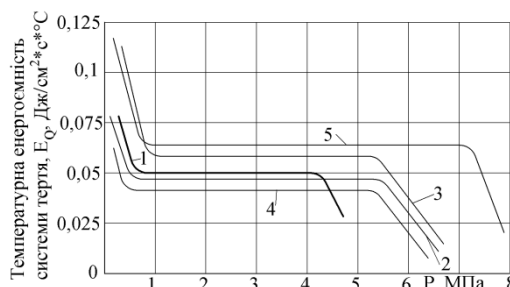


Рисунок 5 - Залежність температурної енергоємності системи тертя E_Q від величини питомого навантаження P

Як видно із приведених графіків для досліджуваних методів поверхневого зміцнення існує кореляція між діапазонами стабільних значень коефіцієнтів тертя μ та інтенсивності зношування I . Відносно рівнів значень I та μ в діапазоні СП аналогічна кореляція відсутня, що зумовлено властивостями структури зміцнених поверхневих шарів. Для всіх досліджуваних методів із збільшенням питомого навантаження, збільшується температура поверхонь тертя. В порівнянні із серійною технологією всі запропоновані методи поверхневого зміцнення понижують температуру в зоні контакту. Підтверджено взаємозв'язок між основними триботехнічними показниками (I , μ , T) та структурно-енергетичними критеріями (A_p , E_Q). Аналіз структурного стану поверхонь тертя в режимі СП підтвердив наявність оптимальних ВС.

Список використаних джерел

- Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines / O. Livitskiy, V. Aulin, S. Lysenko, A. Hrynkiw, O. Liashuk, A. Gupka // Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.
- Oleg Lyashuk, Andrii Gupka, Yuriy Pyndus, Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, & Mykola Stashkiw. (2019, Травень 28). The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria. ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCPT 2019), Ternopil, Ukraine.

UDC 658.8

INCREASING THE OPERATIONAL RELIABILITY OF VEHICLES BY ORGANIZING A LOGISTICS SERVICE AT A MOTOR VEHICLE

S.Yu. Tyshchenko¹, *Asst.*,

I.V. Sydorenko¹, *Master*,

V.V. Aulin¹, *Prof., Dr. Tech. sciences*,

O.L. Lyashuk², *Prof., Dr. Tech. sciences*,

¹*Central Ukrainian National Technical University, Ukraine*,

²*Ternopil National Technical University named after Ivan Puluy, Ukraine*

The growth of motorization and competition in the automobile market, the development of a network of branded service centers of automobile enterprises, and the expansion of the model range make it difficult to solve the tasks of rational management and optimization of both production and service processes. The improvement of the company service system (SS), which is accompanied by the expansion of the network of company service centers (CSC), is due to the need to implement a strategy of customer orientation and the introduction of international quality standards, including controlling the field of maintenance of vehicles during the period of operation, is more relevant than ever for Ukrainian automobile enterprises, firms, companies, whose main goal is to satisfy the needs of customers in quality products and service. The use of a system approach allows for a more effective integration of management actions and improvement of vehicle maintenance processes.

The systematic approach allows one to see gaps in knowledge about the processes of the network of corporate service centers, to reveal the incompleteness of this knowledge, to determine the tasks of scientific research, in some cases by interpolation and extrapolation, to predict the properties of the missing parts of the system description. Common tasks of system research are the analysis and synthesis of such systems. In the process of analysis, the system is separated from the environment, its composition, structures, functions, integral characteristics (properties), as well as system-forming factors and relationships with the environment are determined.

In the system study, the branded service of cars is considered as a certain set of elements (subsystems), the interrelationship of which determines the integral properties of this set. The main emphasis is on identifying the variety of connections and relationships that take place both within the system and in its relationships with the external environment. Significant importance in the system approach is given to the identification of the probabilistic nature of the behavior of the studied objects.

The construction of a system of balanced indicators is one of the tasks of strategic controlling, the procedure for the implementation of which on the basis of a system of balanced indicators allows:

- to formalize the objectives of the strategy of the SS of cars, to define the tasks that are solved to achieve the goals and to distribute them according to the processes of the subjects of the CSC network;
- to determine methods and algorithms for calculating the system of indicators for evaluating the effectiveness of processes in the SS system;
- to improve the organization of processes in the SS system, taking into account the adjustment of the obtained values of indicators.

Identified problems related to the management of the SS system of cars:

- tangible costs associated with large stocks of surplus spare parts in the warehouses of the dealer service center (DSC) and a low level of turnover;
- downtime of the client's machine at service stations due to lack of spare parts, as well as loss of customers due to significant waiting time;
- lack of methods for analyzing indicators of vehicle operational reliability and failure

prevention;

– lack of a system for monitoring needs for spare parts and components.

Proposed measures to optimize the activities of dealer service centers:

– development of a mechanism for collecting, processing and multidimensional statistical analysis of information regarding appeals to the DSC in order to identify their causes and increase operational reliability by preventing failures;

– optimization of the supply of spare parts based on quality forecasts and accurate planning of service maintenance at the stage of development and regular operation of the warranty period;

- development of a system for accounting for the movement of spare parts in the warehouses of the DSC.

The quality of planning the activities of the DSC, meeting the needs for spare parts, structuring and redistribution of material resources, implemented at the level of the CSC network management center, depends on the quality of information about the species-age structure of the car park and the forecast of the need for spare parts in the region of operation. When analyzing statistical data, it is necessary to identify the relationship between the number and age of cars of a given model and configuration in the studied region and the number of premature failures of a specific part. The data obtained as a result of the analysis will make it possible to determine the intensity of the flow of requests for service and their structure, the frequency of replacement of parts and the average cost of the owners of each car model for its maintenance.

One of the urgent tasks for enterprises, firms, companies of the SS is the organization of an operational response to the growing flow of requirements, the organization of effective interaction with the supply system, that is, the creation of a single information and logistics space that allows you to objectively assess the needs for spare parts and ensure their availability accordingly to the needs of the SS system of cars.

Based on the analysis of statistical data obtained with the help of the information system, a simulation model (SM) of the management of the spare parts supply system was developed. The goal of studying the system with the help of SM is to minimize the balance of costs for the organization of supply, based on the optimal supply plan and the amount of stocks in the warehouses of the DSC.

The calculation of the optimal plan for the supply of spare parts in the CSC network should be based on the selection of possible supply options and the finding of the best supply option corresponding to the optimization function – costs, for the full period of time of the existence of a certain type of stock, it can be argued that the proposed SM allows the calculation of the optimal supply schedule more more efficient than existing models.

When performing a series of experiments on SM, data were obtained for each combination of factors according to the plan of the full factorial experiment and the results of the optimizer. The optimization experiment on the SM showed that the following service organization is the most effective: the period of early supply of spare parts at the stage of regular operation of the warranty period is taken as equal to 70 days; the ratio of spare parts to the total number of the batch according to group 1 of spare parts is taken as equal to 80%, according to group 2-15%, according to group 3-5%; the value of the non-decreasing stock for group 1 of spare parts is taken as 100 units, for group 2-48 units, for group 3-20 units; the optimal supply volume of the batch is assumed to be equal to 740 units.

The combination of the knowledge base (KB) with IM allows obtaining a qualitatively new level in the creation of design tools. If SM are descriptive in nature, then the models used in KB are transformative in nature, contributing to adequate decision-making. Therefore, with the use of KB, decision-making, which is traditionally carried out with the help of a specialist, can be carried out without his participation in the developed system.

Currently, the effective operation of the CSC network management center of the automotive enterprise to optimize the supply of spare parts can be successful only in the presence of modern methods of collection, processing and analysis of vehicle performance indicators. Today, an urgent task is the development of a management system for operational information about exported

automotive equipment.

In order to quickly solve the problem of recording failures at the stages of work and regular operation of the warranty period and processing statistical information about the indicators of the operational reliability of automotive equipment, a database structure (DB) and software modules for maintaining the identity cards of automotive equipment and collecting complaint documents for managing incoming information were developed from the DSC to the CSC network control center by means of the configured client-server architecture.

The developed software modules allow analyzing indicators of the operational reliability of automotive equipment by means of multidimensional analysis, the essence of which is to calculate indicators of the frequency of failures according to various dimensions – part group, cause of failure, region of operation, DSC, end customer, model and configuration of the car, season, mileage etc.

The basis of the multidimensional analysis of operational reliability indicators is the electronic catalog of all parts, assemblies and aggregates, with a built-in tool for controlling incorrectly recorded catalog elements, the use of which prevents the use of ambiguous part codes and allows information to be presented in a structured form.

The task of integrating the electronic catalog of parts and assembly units with the consolidated production specification of the manufacturer was solved, which completely eliminates errors associated with the inconsistency of actually installed parts and components with those specified in the catalog for a specific model and configuration of automotive equipment.

In order to solve the problem of providing the DSC with spare parts, an algorithm for the formation of sets of spare parts was developed and built on its aspen software module, which allows to optimize the work regarding the guarantee of the CSC network management center, responsible for planning the supply of spare parts, by means of data analysis on the age structure of the park, the region and the time of operation of the automobile equipment, which is in the claim.

УДК:678.073

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РЕЦИКЛІНГУ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПЛАСТИКІВ НА ОСНОВІ ПОЛІАМІДУ

О.Д. Деркач, доц., канд. техн. наук,
Д.О. Макаренко, доц., канд. техн. наук,
Є.С. Муранов, асист.,
І.В. Дмитрієв, здобувач,
Л.М. Чернецький, здобувач,
М. Бакумовська, вихованка МАН*,
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Україна,
**Мала академія наук, м. Дніпро, Україна*

Вступ. Подальший розвиток машинобудування, розвитку технічної складової аграрного сектору економіки неможливий без застосування новітніх матеріалів. Одними із таких матеріалів є полімерні матеріали і композити на їх основі. З початком широкомасштабного вторгнення росії в Україну потреба у використанні конструкційних пластиків тільки зростає. Ще більша ця потреба буде під час освоєння деокупованих сільських територій. Навіть на розмінованих ДСНС полях, не буде повної 100-відсоткової гарантії, що на полі можна безпечно працювати сільськогосподарською технікою. Майбутня техніка має бути надійна, роботизована, довговічна. Одними з таких матеріалів є конструкційні пластики на основі поліамідів. Полімерно-композиційні матеріали (ПКМ), що створюють на їх основі, дозволяють отримувати вироби із запрограмованими властивостями під конкретні умови (режими) роботи [1-3]. При цьому, у науковій літературі недостатньо приділено уваги технології рециклінгу при створенні конструкційних пластиків, наприклад вторинного поліаміду, поліетилентерефталату, відновленого вуглецевого волокна та ін. В умовах недостатнього фінансування та необхідності стабільного забезпечення машинобудування, такі матеріали можуть знайти впровадження, зокрема в конструкції сільськогосподарських машин та агроботів, де режими тертя досить помірні. Тому, забезпечення машинобудування конструкційними матеріалами вітчизняного виробництва є актуальним завданням сьогодення.

Матеріали та методики досліджень. В роботі запропоновано використовувати вторинні матеріали для конструкційних пластиків, а саме поліамід 6 та вуглецеве волокно, отримане шляхом переробки ровінгів. Умовні позначення ПКМ та вміст компонентів у них наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Умовні позначення ПКМ та співвідношення компонентів в них

№ з/п	Умовне позначення ПКМ	Вміст компонентів, мас. %	
		Поліамід-6	ВВ
1	УПА-6-10	90	10
2	УПА-6-15	85	15
3	УПА-6-20	80	20
4	УПА-6-30 (закордонного виробництва)	70	30

Вуглецеві волокна виділяли температурним методом із вибракуваних деталей шляхом нагріву до 600°C. Таким чином, полімерна матриця видалялася у вигляді газу, а волокна залишалися у чистому вигляді. У подальшому волокна вводили в структуру нової полімерної матриці на одношнековому екструдері ЕКГ-45 за температури 260°C.

Дослідження міцнісних характеристик вказаних матеріалів виконувалося, відповідно до вимог ГОСТ 4651-82, на випробувальній машині FP-100/1. Ударну в'язкість досліджували, відповідно до ГОСТ 4647-80, на маятниковому копрі КМ-0,4 за методом

Шарпі. Визначення відносної абразивної стійкості виконували відповідно до вимог ГОСТ 23.208-79.

Результати досліджень. Результати дослідження міцнісних характеристик досліджуваних матеріалів наведено на рис. 1.

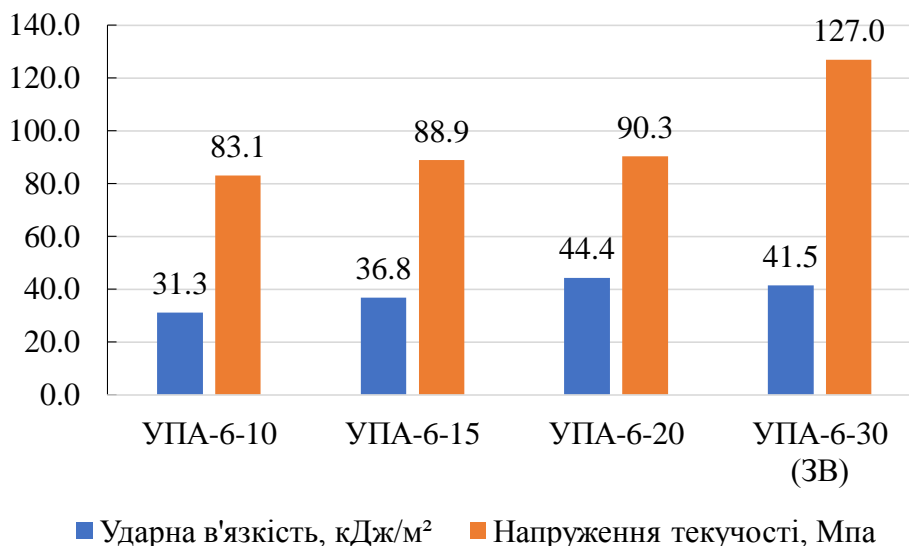


Рисунок 1 – Міцнісні характеристики досліджуваних матеріалів

Відповідно до наведених результатів (рис. 1), можна зробити висновок, що збільшення концентрації ВВ з 15 до 20 % мас. призводить до суттєвого зростання ударної в'язкості. Подальше зростання вмісту ВВ спричиняє зменшення досліджуваного показника. Напруження текучості матеріалів в діапазоні концентрації ВВ в межах 15...20 % має майже однакові значення. Суттєве зростання даного показника зафіксовано для матеріалу, що містить 30 мас. % ВВ (УПА-6-30).

Результати визначення відносної абразивної стійкості ПКМ наведено на рис. 2.

Відносна абразивна зносостійкість

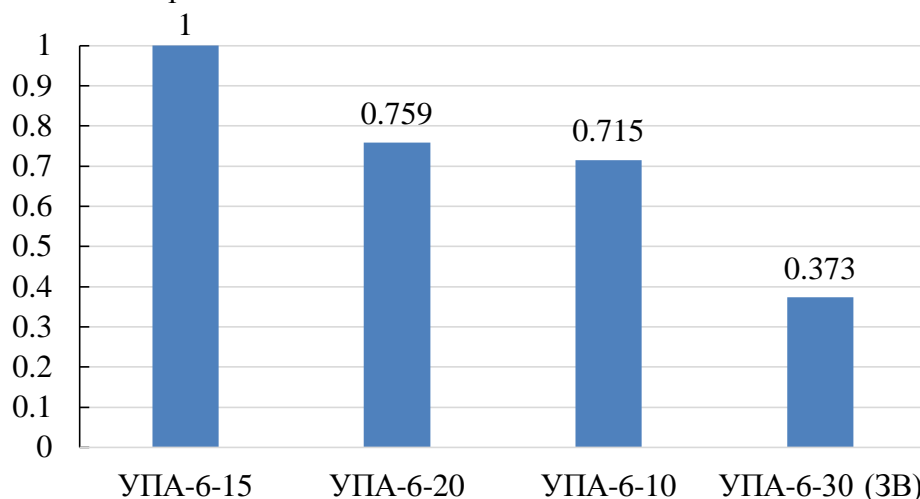


Рисунок 2 – Відносна зносостійкість досліджуваних матеріалів (за еталонний зразок обрано матеріал УПА-6-15)

Встановлено, що найбільшу абразивну зносостійкість має матеріал УПА-6-15. Дещо менші значення досліджуваного показника зафіксовано у ПКМ УПА-6-20 та УПА-6-10 – 0,759 та 0,715 відповідно. Найменшу відносну зносостійкість має ПКМ УПА-6-30, тому його не рекомендовано використовувати у трибоспряженнях, що працюють за значної кількості абразивних частинок в зоні тертя.

Висновки

Максимальна ударна в'язкість – 44.4 кДж/м² має полімерний композит УПА-6-20.

Максимальну відносну абразивну зносостійкість має полімерний композит УПА-6-15.

Список використаних джерел.

1. Dykha, A., Svidersky, V., Danilenko, I., Bilichenko, V., Kukurudzyak, Yu., Kirichenko L. Design and study of nanomodified composite fluoropolymer materials for tribotechnical purposes. (2020). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5/12 (107), pp. 38-48.
2. Aulin V., Derkach O., Makarenko D., Hrynkiv A., Pankov A., Tykhyi A. Analysis of tribological efficiency of movable junctions "polymeric-composite materials - steel". (2019). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (12-100), 6-15.
3. Kabat O., Sytar V., Sukhyi K. Antifrictional Polymer Composites Based on Aromatic Polyamide and Carbon Black. (2018). Chemistry & Chemical Technology. Vol. 12, No. 3, pp. 326–330

UDC 656.1

IMPROVING THE EFFICIENCY OF VEHICLE MAINTENANCE USING REMOTE DIAGNOSTIC TOOLS

T.M. Nadych, *graduate student,*
V.O. Diacheno, *graduate student,*
V.O. Shchikot, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
A.E. Solovyh, *associate professor, candidate technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

The application of the principle of self-analysis, in which the car, with the help of special devices, automatically analyzes the current operating conditions, the efficiency of its use and gives special recommendations to service personnel and the operator, is a promising direction of development in transport technology.

When comparing two identical transport machines, when the first one has known basic parameters and indicators that determine its reliability, and the second one does not have these data, the possibilities of effective operation of these machines will differ significantly from each other. For the first machine, you can plan the scope of repair work and choose the inter-repair period as closely as possible to the actual needs, as well as calculate the nomenclature and number of spare parts and everything necessary for a quick and high-quality repair. For this machine, measures can be taken to prevent unexpected failure of systems and units, especially those whose violation can lead to long-term downtime. With the known characteristics of failure-free durability of the machine and its elements, it is possible to specify the most effective measures to increase its reliability.

All this cannot be done for the second machine, for which the reliability characteristics are unknown, so it is impossible to assign parameters of the repair system and measures to improve reliability. The use of the potential of this machine will be far from complete, especially if there is a high probability of failure of the responsible units and units.

Information about the reliability of systems and units is no less valuable than achieving this level. Prediction of possible failures, the possibility of obtaining information about the technical condition of the machine without removing it from the work process, regulation of reliability indicators and operating conditions, detection of parts and elements that wear out quickly - all this is the basis for solving the issue of increasing the reliability of systems and units of transport machines.

At the moment, the real situation in the operation of machines is such that the reliability characteristics are determined only approximately or not at all, and it is possible to determine the real reliability indicators only using statistical methods after the long-term operation of a large number of the same type of machines and the efficiency of technical operation.

The creation of systems for monitoring the technical condition of transport machines, especially remotely, which have the functions of collecting and transmitting information about the current state, which help to take additional measures to reduce the risk of unexpected failure of systems and units, will allow the machine not only to perform the given work, but also to perform its functions for a long time. Nowadays, these trends are practically implemented.

Some specific systems were produced according to the needs of a certain manufacturer of equipment and worked only with certain models of machines, which is caused by the peculiarity of electronic protocols that are available in electronic control units. These systems were considered as additional modules that help to expand the technical capabilities of the machine, as well as monitor the performance of the machine and build the technical process in such a way as to reduce the number of downtimes of the equipment. Implemented systems were also used for remote updating

and adjustment of parameters in electronic control units of machine units. The general diagnostics of the machine is carried out according to the performance parameter, namely, according to the measurement of the time of execution of a cyclic operation. In the systems listed above, if the measured cycle time is greater than the regulatory value, then in-depth diagnostics of the machine units were carried out. In other monitoring systems, to diagnose certain systems and machine units, use information that is directly recorded from machine sensors, as well as from electronic control units via the CAN bus. The CAN bus allows you to get a wide range of information about the operation and operation of the machine. In most cases, in the presence of a CAN-bus and electronic unit control units, the machine has built-in self-diagnosis functions, and the monitoring system performs only the role of collecting and transmitting information to the server for deeper analysis. But not all cars have built-in self-diagnosis systems and electronic control units. Therefore, for the organization of a technical condition monitoring system for these types of equipment, it is necessary to install additional sensors and expansion modules that would allow to increase the amount of information collected about the technical condition of the machine and the manufacturability of the machine as a whole.

The scheme of operation of these technical condition monitoring systems is quite similar in terms of the general composition of components - it is a terminal or module installed on the machine, which constantly records information from sensors or electronic control units about the technical condition of machine nodes and units and compiles diagnostic reports that it transmits to data processing server. On the server, the received information is processed and reports are generated for the service personnel to make a decision about the technical effects on the machine.

The operation of the modules or terminals installed on the machine can be provided by a block diagram. Sensors (transducers) installed on the diagnostic object transmit various signals, which are converted into electrical quantities and enter the unit for processing this information and evaluating the state of the product or the nature of changes in its parameters. An array of permissible reference values is assumed for all signals with which diagnostic signals need to be compared.

The process of comparison can be simple, when the permissible limits for the fluctuation of the parameter are established and its presence within the tolerance is fixed, and more complex, when operations are used that evaluate the degree of deviation of the parameter measured from the nominal, the speed and nature of the process of changing the parameter over time and its other characteristics.

In some cases, in order to evaluate the technical condition of the object, special test effects are applied to it, that is, stimulating signals are formed and sent to the diagnostic object to evaluate its reaction. The results of this analysis can be used to further guide the diagnosis process. For this purpose, the automatic diagnosis system includes a unit for registering received data and a logical device for making decisions about managing the diagnosis process.

To increase the reliability of the data, self-monitoring is carried out by repeating individual operations and comparing the received data. This unit can perform the functions of statistical data processing and obtaining average values, dispersion and other characteristics of measured quantities.

A scheme with different degrees of automation can be implemented, with the concentration of all operations in one system or its breakdown into separate blocks and installations. The latter is related to the nature of the object, its size, the possibilities of obtaining data during operation, the required frequency of inspection and other factors.

The use of technical diagnostics helps to increase the trouble-free operation of machines, since their actual condition is controlled, and to reduce repair costs due to the increase in product durability.

The transfer of information from the terminal to the server may differ in the method of data transfer. In some systems of monitoring the technical condition used in cities, cellular GPRS is used. communication In places where cellular communication is not available, low-orbit LEO (Low Earth Orbit) communication satellites with an altitude of 700-1500 km can be used to transmit

information. The disadvantage of the satellite communication system is the high cost of transmission. There are other ways of transmitting information, such as, for example, the organization of stationary posts, when located near which the terminal installed on the machine automatically transmits all the collected information about the operation of the machine via Wi-Fi/Bluetooth network. After the report on the operation of the machine is transferred to the stationary post, the information is sent to the data processing server via the Internet or an internal local network. The disadvantages of this method are the need to organize additional post infrastructure, which is inconvenient if the area of operation of the machine is very large and there is no specific route of movement or local place of work.

It is possible to note the tendency that the interest in the development of technical condition monitoring systems increases over time, so the main deterrent factor is the technical level, reliability, price of electronic components, as well as weak data processing capabilities. In real conditions, it is possible to make powerful monitoring systems with good performance, also with large amounts of memory for creating large databases.

Thus, remote diagnostics is an important element of the system of operating machines and managing their quality and reliability. The use of GPRS communication in transport vehicles makes it possible to expand their operational capabilities, increase productivity, reduce the risk of gradual failures, detect operator errors, obtain information about the operation of the equipment, improve the planning of the purchase of necessary spare parts, and reduce idle equipment.

УДК 653.13.07

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДВЗ З УРАХУВАННЯМ ПУЛЬСАЦІЇ ТЕМПЕРАТУРИ

**Д.Б. Долішній, ст.гр. АТм-22-1,
І.Б. Прунько, доц., канд. техн. наук,
Б.В. Долішній, доц., канд. техн. наук,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна**

Поршневі і комбіновані двигуни внутрішнього згорання (ДВЗ) є найбільш численними серед теплових джерел енергії, що використовується людством, їх широке поширення обумовлене тим, що в результаті багаторічного розвитку вони досягли достатньо високих енергетичних і економічних показників, мають достатню надійність і добре освоєні в технологічному відношенні. Однак їх коефіцієнт корисної дії обмежено параметрами реалізованого в них термодинамічного циклу й ефективний ККД двигунів із примусовим запаленням палива не перевищує 33 %, а дизелів - 46 % [1 – 5]. Це свідчить про значні "втрати" енергії, що вводиться в них з паливом, причому значну частину їх становлять "втрати" з відпрацьованими газами (ВГ), а також, більшу частину робочого часу поршневі ДВЗ працюють на змінних швидкісних і навантажувальних режимах.

Крім того, Європейська Комісія працює над комплексною стратегією зменшення викидів CO₂ від важких транспортних засобів як у вантажному, так і в пасажирському транспорті, тому що, незважаючи на значне покращення ефективності споживання палива (тобто впровадження турбокомпресорів для дизельних двигунів і розвиток гібридного двигуна, ТВЗ) в останні роки ці викиди все ще зростають, в основному через збільшення автомобільного вантажного руху.

У світлі вищезазначеної політики розробка енергоефективних технологій для транспортних засобів стала пріоритетом для автомобільної промисловості. Як LDV, так і HDV використовують двигуни внутрішнього згорання (ІС), які виробляють певну кількість енергії, більша частина якої в основному розсіюється у вигляді тепла через вихлопні газы та охолоджуючу рідину, і окрім невеликого відсотка, який може бути корисним для використання використовувати для обігріву салону замість використання кондиціонера, який споживає більше енергії, цю енергію можна відновити та використати для підвищення ефективності трансмісії. На рис. 1 показано типовий шлях потоку енергії двигуна внутрішнього згорання, у якому лише 25% палива, що спалюється, використовується для роботи транспортного засобу, тоді як близько 70% загальної енергії палива розсіюється в навколишньому середовищі у вигляді втрати тепла в основному через вихлопні газы транспортного засобу. система і радіатор. Стверджується, що перетворення навіть 10% цього відпрацьованого тепла в електрику за допомогою системи циклу Ренкіна (RC) або за допомогою термоелектричного генератора (TEG) може привести до 20% підвищення ефективності використання палива, Saidur et al. (2012) і, як наслідок, у скороченні викидів.

Можливо виділити два основних напрямки використання термічного потенціалу ВГ (систем утилізації теплоти ВГ) - для одержання додаткової корисної роботи (1) й для забезпечення теплотою споживачів (2).

При першому напрямку додаткова корисна робота або передається (додається) безпосередньо на колінчастий вал поршневого ДВЗ, або використовується для приводу яких-небудь агрегатів і систем силової установки. У цьому напрямку системи утилізації теплоти ВГ поршневих ДВЗ можна розділити на основних п'ять груп: паросилові установки, термоелектричні генератори, двигуни Стирлінга (ДС), повітряні розширювальні машини і поршневі двигуни з внутрішнім пароутворенням.

Кожна з наведених систем має свої переваги і недоліки, зупинимось більш детально на перерахованих системах утилізації теплоти ВГ ДВЗ.

Розглянуті вище *способи утилізації енергії відпрацьованих газів базуються на умові теплообміну стабілізованих газових потоків у відхідних трактах ДВЗ.*

В розглянутих роботах зовсім не досліджувався вплив пульсацій на теплообмін.

Саме наявність пульсацій може значно інтенсифікувати теплообмін.

Нестационарні процеси, що пов'язані із циклічною роботою двигуна можуть супроводжуватися як збільшенням, так і зменшенням інтенсивності теплообміну Дані процеси досить швидкоплинні в часі і загальновідомими методами та засобами неможливо визначити основні параметри даного процесу, а саме амплітуду та частоту пульсацій тиску газового потоку.

Для дослідження вищезгаданих процесів була використана установка, розроблена доцентом кафедри АТ Долішнім Б.В [6].

За основні пристрої було взято дизельний чотиритактний з нерозділеною камерою згорання і безпосереднім впорскуванням палива двоциліндровий двигун Д21А (номінальна потужність – 18 кВт, міра стиску – 16,5 при діаметрі циліндра 105 мм і ході поршня 120 мм, робочий об'єм циліндрів – 2,08 л, частота обертання колінчастого вала – (600 – 1800) хв⁻¹) та теплообмінний апарат для утилізації теплоти ВГ.

Розроблена конструкція установки зображена на рис. 1. До її складу входять: дизельний двигун, компресор, в якості навантажувальної пристрою і ТО типу "труба в трубі", загальна довжина внутрішньої труби якого складає 2500 мм, замірна (робоча) частина – 1650 мм. Внутрішній діаметр внутрішньої труби ТО – 26 мм при товщині стінки 2,5 мм; матеріал труби – мідь. Внутрішній діаметр зовнішньої труби ТО – 96 мм. Установка також обладнана допоміжними пристроями для забезпечення її функціонування (система пуску зчеплення, коробка передач), комплектом серійних, реєстраційних і вимірювальних приладів (манометри, термометри, частотоміри, хронометр, лічильники та витратоміри палива, повітря, ВГ, охолодної води) та спеціально розробленим пристроєм для дослідження пульсуючих потоків ВГ дизеля.

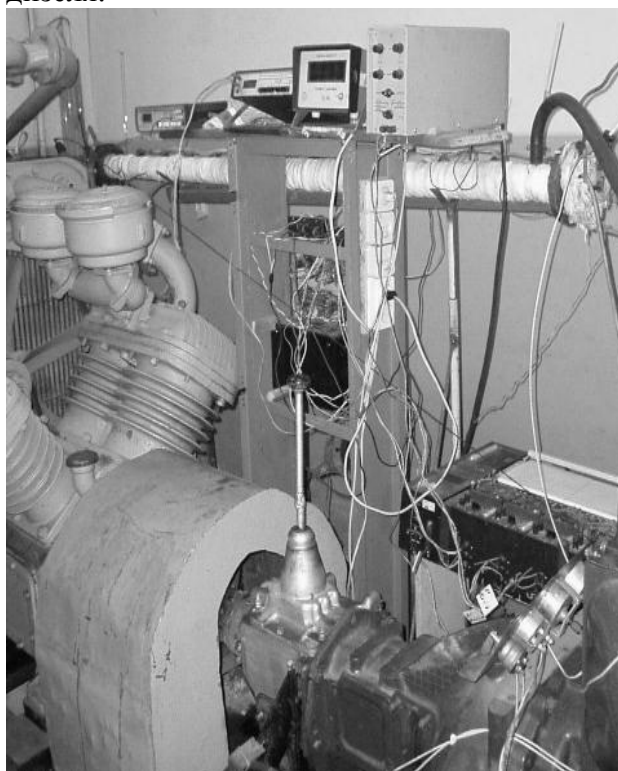


Рисунок 1 – Дослідна установка

При проведенні дослідження самописцем реєстрували осцилограми пульсацій тиску, приклади яких для трьох частот обертання колінчастого вала ненавантаженого двигуна. На

осцилограмах вказані реальні розмірності реєстрованих параметрів вздовж осей координат. При цьому чутливості кожного з вимірювальних каналів самописця, що відображають режими підсилення реєстрованих сигналів тиску S_p і температури S_t для різних частот обертання є також незмінними і становлять 0,5 мВ/мм при реєстрації пульсацій тиску. Швидкість руху діаграмної стрічки становила 100 мм/с.

Проведені дослідження дають можливість зробити висновок про зростання як пульсацій тиску, так і пульсацій температури із збільшенням частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Отримані дослідні значення коефіцієнта тепловіддачі на 15 – 20% перевищують значення коефіцієнта тепловіддачі за критерієм Нуссельта для круглих труб.

Збільшення коефіцієнта тепловіддачі течії ВГ, який полягає у примусовій зміні пульсаційних параметрів течії. Цього можна досягти, наприклад, за допомогою засувки, яка перекриває частково поперечний переріз відхідного тракту течії ВГ з частотою, яку забезпечуватиме керований привод засувки.

У результаті проведеного аналізу стану утилізації теплоти відпрацьованих газів показано, що врахування факту пульсації течії відпрацьованих газів, які раніше не враховувалися при проектуванні та розрахунку теплообмінних апаратів дозволить зменшити площу теплообмінників на 10-15%.

Це особливо актуально при утилізації теплоти відпрацьованих газів транспортних засобів, оскільки для них особливо актуальним є зменшення габаритів теплообмінників.

Список використаних джерел

1. Aixala L., 2011. RENOTER project presentation. 2nd Thermoelectric application workshop: 3-6 January 2011 in San Diego.
2. Al-Alawi M. and Bradley T., 2013. Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. Applied Energy 103, 488-506.
3. Al-Alawi M. and Bradley T., 2013. Total cost of ownership, payback, and consumer preference modeling of plug-in hybrid electric vehicles. Applied Energy 103, 488-506.
4. Barzaga-Castellanos L., Neufert R. and Markert B., 2001. Life cycle assessment for the implementation of emission control measures for freight traffic with heavy duty vehicles in Germany. Journal of LCA 4, 231-242.
5. Review on Analysis and Modification of Spur Gear Design October 2015 | IJIRT | Volume 2 Issue 5 | ISSN: 23496002.
6. Підвищення ефективності використання теплоти відпрацьованих газів газомотокомпресорів [Текст] : дис... канд. техн. наук: 05.15.13 / Долішній Богдан Васильович ; Івано-Франківський національний технічний ун-т нафти і газу. - Івано-Франківськ, 2003. - 179 арк. - арк. 167-177

UDC 656

CAR MAINTENANCE AND REPAIR SYSTEM, BUILT ON THE BASIS OF PROBABILITY-LOGICAL DIAGNOSTICS OF THEIR TECHNICAL CONDITION

A.A. Serhiychuk, *graduate student*,
O.H. Holovatenko, *master*,
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. Sciences*,
S.V. Lysenko, *associate professor, candidate technical sciences*,
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

For the system of technical maintenance and repair of cars, the subsystem of technical diagnostics of their technical condition is important. Diagnostic parameters are associated with certain dependencies both with structural parameters and with the operational qualities of the engine. Knowing the dependencies between structural and diagnostic parameters, understanding the nature of their changes during operation, allows you to determine the actual state of power unit assemblies without disassembling them, predict the remaining resource and reasonably assign the type of repair or the amount of maintenance. From the analysis of failures occurring in the diesel fuel system: about 40% of failures are caused by malfunctions associated with contact and connection failures; 30% – failure of one of the elements (for example, a sensor); 20% – mixture formation subsystem; 10% - mechanical.

Given that the number of failures increases with the increase in the mileage of the car, it is necessary to conduct an in-depth analysis of the failures of the fuel system management system. It is also necessary to understand that timely objective diagnostic information about the car's achievement of the limit values of the parameters allows to send cars to repair or write them off in a short period of time. The use of built-in diagnostics makes it possible to quickly adjust the maintenance and repair system using the influence of control information on the redistribution of car flows, which implies a reduction in downtime for repairs.

Diagnostic parameters make it possible to determine the technical condition of individual mechanisms, systems and components, but do not provide an opportunity to assess their condition as a whole. Therefore, in practice, it is necessary to use several methods and parameters at the same time or choose the appropriate ones for this case. The advantages of built-in diagnostics are obvious, but it requires highly qualified personnel. For example, the analysis of noise and vibration that occurs during the operation of the mechanisms makes it possible to diagnose all the moving couplings of parts in which impact loads occur. This method can be used to diagnose crank and connecting rod and gas distribution mechanisms at the initial stage of troubleshooting.

The work highlights several diagnostic strategies:

1. Diagnostics by the flow method (at diagnostic stations).
2. Diagnosis by the driver on the line and according to information from the instrument panel.
3. Diagnosis by the driver (operator) of the engine control system using self-diagnosis and code reading, as well as using computer diagnostics.
4. Diagnostics by a software-measuring complex using overhead sensors.
5. Diagnosis using expert system programs.

It was determined that the probabilistic logic model of diagnosis allows using it based on

built-in means to minimize the probability of a malfunction by timely tracking the change of the control parameter. In the future, this method will be able to cover all the nodes and units of the car necessary for control.

If the malfunction is outside the monitoring sensors, then using the block with the database of the built-in diagnostics system will reduce the time of searching for the malfunction.

The system analyzes the received information and confirms the connections between diagnostic parameters and possible violations of structural parameters by interviewing the driver about indirect signs of a malfunction, events preceding the occurrence of a defect - undergoing maintenance, a list of maintenance operations, materials used during repair and operation, mode machine operation, operation time limit, etc. This method of building a hypothesis allows you to significantly reduce the occurrence of false hypotheses. With the development of technologies, the list of diagnostic tools can be added to the database. The proposed methodology uses all the advantages of the logical method: low requirements for the qualification of the diagnostician, low cost of diagnostic tools; the impact of possible errors during hypothesis construction is reduced.

Based on the received information, probable hypotheses are determined at this stage - elements of the engine and transmission suspected of failure.

After the stage of selection of quality features is completed, the system reviews the database and forms a working set of expected malfunctions, which provide a solution to the task of finding malfunctions. After determining the quality feature, the cause of the malfunction should be determined.

The use of built-in diagnostics makes it possible to increase the level of operational reliability of the car fleet, reduce material and labor costs for maintenance and repair of cars, and reduce the need for technological equipment and production and storage facilities.

Based on the above advantages of the probabilistic logic model, the time to search for malfunctions that occur during the operation of rolling stock is significantly reduced, and the efficiency of diagnosis is increased.

The developed technique allows prompt diagnostics, based on the results of which the car can be sent for repair, and labor-saving repair operations can be carried out on the line. At the same time, prerequisites are created for the growth of the coefficient of technical readiness of the car fleet, the reduction of car reservation elements, which allows to optimize the transport process, the technical and economic indicators of cars and the motor vehicle enterprise as a whole.

Effective application and development of diagnostics require further improvement of its modes, normative indicators, methods, means, technological processes and organization, as well as improvement of controllability of cars.

In order to create a workable model of the system of coefficients, it is necessary to achieve the optimum level of interaction between objective and subjective diagnostics of the technical condition of cars.

At the same time, the optimality criteria for fault detection can be the following:

- minimum specific total costs of the system;
- minimum specific labor intensity;
- the maximum average working time for system failure;
- possibility of system failure;
- coefficient of technical readiness.

But it is necessary to achieve optimization of the frequency of control, individual adjustment of technical maintenance and ongoing repairs when carrying out diagnostic measures.

The management functions of processes and diagnostic tools are production and inspection

in nature. They are based on the optimization of routine control regimes, regulation of technological posts of cars serviced by sorting the repair fund, individual adjustment of routine maintenance and repair volumes; checking the quality of the performed maintenance and ongoing repairs of cars. These functions are implemented in production on the basis of information about the technical condition of the car with the help of external diagnostics, which are adjusted using a system of coefficients. The need for the regularity of changes in the parameters of the technical condition of the car is due to obtaining a controllable model of coefficients, which, in turn, is based on standards and the optimal relationship between diagnostic parameters. For this, a generalized logical or analytical description of the most important properties of the diagnostic object is necessary: nodes, systems, car units.

УДК 656.1

ОРГАНІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНОГО ДОРОЖНЬОГО РУХУ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННІ ВАНТАЖІВ

**В.О. Дорошук, ст.викл,
І.А. Бережнюк, ст. гр. ТТ-31,**

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

Міжнародний дорожній рух при перевезенні вантажів регулюється різними міжнародними угодами та конвенціями, призначеними для забезпечення безпеки, ефективності та співпраці між країнами. Однією з основних міжнародних угод є Міжнародна конвенція про автомобільний транспорт (МКАТ), прийнята в Женеві у 1956 році.

Основні аспекти організації міжнародного дорожнього руху при перевезенні вантажів включають:

1. Визначення країнами умов та правил для міжнародних перевезень вантажів. МКАТ надає загальні стандарти та правила для таких перевезень.
2. Наявність у водіїв та перевізників відповідних ліцензій та дозволів для міжнародних перевезень.
3. Дотримання країнами міжнародних стандартів безпеки для транспортних засобів.
4. Вирішення питань митних обов'язків, імпорتنих та експортних дозвільних документів.
5. Укладання угод та контрактів між країнами та транспортними компаніями для забезпечення ефективного та безпечного перевезення вантажів через кордон.
6. Врахування різних видів транспорту для ефективного перевезення вантажів між країнами при інтермодальних перевезеннях.
7. Організація транзиту вантажів через територію третьої країни без ввезення їх у цю країну.
8. Врахування екологічних стандартів та обмежень для зменшення впливу перевезень вантажів на навколишнє середовище.

Юридичне врегулювання відносин, що виникають у зв'язку з проведенням міжнародних перевезень, має свою специфіку (таблиця 1).

Таблиця 1. Специфіка юридичного врегулювання міжнародних перевезень

Специфіка правового регулювання відносин при міжнародних перевезеннях:

1. Основні умови їх дії визначені у міжнародних транспортних конвенціях, які є ключовим джерелом нормативного регулювання у галузі відносин.	2. Положення міжнародних конвенцій з міжнародних перевезень мають обов'язковий характер.	3. Регулювання міжнародних перевезень може виявлятися у включенні норм міжнародних договорів до національного законодавства без необхідності попередньої ратифікації, підписання чи приєднання до них.	4. Організація змішаних, транзитних та контейнерних перевезень підлягає спеціальним нормативами міжнародних або національних актів.
--	--	--	---

Для забезпечення взаємодії та виконання цих аспектів різні країни співпрацюють через міжнародні організації, такі як Європейська економічна комісія ООН (ЄЕК ООН) для країн Європи, Міжнародний транспортний форум (Європейська конференція міністрів транспорту ЄКМТ), Міжнародна федерація експедиторських асоціацій, Міжнародний союз автомобільного транспорту (МСАТ) та інші регіональні та міжнародні організації.

Міжнародні перевезення, що стосуються регулювання режиму праці і відпочинку водіїв, підпорядковані положенням Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів, що здійснюють міжнародні автомобільні перевезення (ЄУТР). Відповідно до Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів (ЄУТР), тахограф є контрольним пристроєм, призначеним для постійного, автономного та об'єктивного моніторингу параметрів, визначених у документах ЄУТР. Його завданням є забезпечення принципів невідворотності покарання за порушення вимог угоди ЄУТР, підвищення безпеки руху та забезпечення рівноправ'я всіх сторін, що беруть участь в ЄУТР.

Європейська організація дорожнього контролю ECR є спільнотою європейських організацій, які спрямовані на покращення безпеки на дорогах. Головні завдання об'єднання включають гармонізацію процедур контролю та обмін досвідом, виконання законодавства автомобільного транспорту та сприяння чесній конкуренції.

Організація ECR була створена чотирма Міністрами транспорту країн Бенілюксу та Франції, а також їхніми інспекційними службами з метою ефективної співпраці у здійсненні контрольних заходів при перевезенні вантажів і пасажирів автомобільним транспортом [1].

ECR нараховує у своєму складі 15 країн, 5 країн, які являються офіційними спостерігачами і водночас встановлює партнерські відносини з іншими країнами, якщо вони виражають готовність співпрацювати у сфері контролю на автомобільних дорогах. Це обумовлено тим, що серед основних завдань цієї організації входить: уніфікація національних законодавств та повноважень у сфері здійснення контролю на автомобільних дорогах; здійснення міжнародної співпраці та організація підготовки персоналу згідно з єдиною системою стандартів Європейського Союзу.

Європейська організація дорожнього контролю співпрацює з європейською організацією з питань дорожнього руху TISPOL, розробивши документ щодо шахрайств з тахографами.

ECR також встановлює партнерські зв'язки з іншими організаціями, які спрямовані на покращення безпеки дорожнього руху в Європі, такими як СІТА (щодо стандартів та оптимальних практик, пов'язаних із технічними оглядами транспортних засобів на дорогах), IRU (щодо захисту автомобільних транспортних перевезень на території Європи), CORTE (щодо правових питань управління безпекою руху).

Для впровадження передових практик, передачі досвіду та найновіших технологій у галузі забезпечення безпеки дорожнього руху через впровадження європейських стандартів контролю автомобільних перевезень, Україна повинна зробити всі можливі кроки для негайного вступу до Європейської організації дорожнього контролю.

Список використаних джерел

1. Державна служба України з безпеки на транспорті. Офіційний сайт. URL: <https://dsbt.gov.ua/uk/storinka/evropeyska-organizaciya-dorozhno-go-kontrolyu>.
2. Зелена Книга. Міжнародні вантажні автомобільні перевезення. 2020. URL: <https://regulation.gov.ua/book/156-zelena-kniga-rinok-miznarodnih-vantaznih-avtomobilnih-perevezen>.
3. Галкін А.С. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018 – Кн. 1 / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. – 2018. – 182 с.

UDC 656

IMPROVEMENT OF VEHICLE MAINTENANCE SERVICE AT THE APV ENTERPRISE WITH QUALITY INFORMATION SUPPLY

A.M. Zaitsev, *graduate student,*
B.A. Soroka, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
S.V. Lysenko, *associate professor, candidate technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

The implementation of technical policy in the agricultural industry, restructuring and further improvement of the technical service system in agricultural production directly depend on the level of scientific and information support, the increase of which is associated with the use of system principles of information analysis and the introduction of new information technologies.

The analysis of the main directions of the technical policy in agro-industrial production made it possible to identify specific tasks of information support.

One of the main tasks of the organization of information support of the technical policy in agro-industrial production is the restructuring and improvement of the technical service, since the efficiency of the use of machines, the degree of their reliability largely depends on the level of its development.

In the period of market relations, the importance of the sphere of repair and maintenance of agro-industrial production is increasing. This is due to the fact that:

- the possibility of renewing the fleet of tractors and agricultural machines in farms is severely limited due to the disparity of prices, which increases the need to keep the machines in working condition for as long as possible;
- in modern conditions, agricultural commodity producers, including farms and private farms, cannot, due to limited opportunities, independently perform a significant part of the engineering and technical maintenance of production and must involve special service enterprises.

Involvement of information resources in the field of service and maintenance contributes to the improvement of the quality of technical decisions made and the reduction of costs in comparison with the application of the trial and error method.

The need for the introduction of information resources and the use of modern information technologies in the improvement of the technical service system is related to the following:

- firstly, the range of mechanization tools is constantly expanding, which complicates the work of evaluating and monitoring the technical level of machines and equipment;
- secondly, machine and equipment designs are becoming more complicated due to the widespread use of hydraulics, automation, electronics, and microprocessor technology, which is reflected in the relevant information flows;
- thirdly, in connection with the development of market relations, the increase in the cost and dispersion of information in numerous publications, the unavailability of a significant share of information for use in fault diagnosis and forecasting systems, the concentration of information in specialized information departments is necessary.

In the process of organizing a technical service, it is necessary to make timely, high-quality and optimal decisions of a different nature every day, which should be facilitated by a well-established information support system.

In the researched technical service units, information exists mainly in two forms. A significant part of it functions in a documented form (regulations, recommendations, instructions, regulatory and technical documentation, methodical manuals, reports, references, etc.), a smaller part is in oral form, but the other is also important in management, because it is the same for him resource, as material, financial and other support for production.

For the effective use of information support, it is necessary to create a reliable information system, which should use arrays of information organized with the help of modern computing equipment and software, knowledge bases and data banks.

The creation of such an information system, as the conducted studies have shown, is complicated by the following reasons:

- most of the information that affects effective management and decision-making on waste disposal is scattered in numerous publications, regulatory documents, instructions, including foreign ones. Collection, processing and storage of such flow are significant scientific, technical and economic difficulties;

- there are no scientific and methodological developments that allow to outline the limits and volumes of information resources that most fully reflect the problems of agro-industrial production, including the problems of engineering and technical support, service and maintenance, mechanization of technological processes in agricultural production;

- there are no recommendations for the creation of a science-based system and structure of knowledge bases and data banks that most fully satisfy the needs of agro-industrial production specialists.

In any information system, there are information flows (movement of documents, transmission of verbal messages, etc.) and information arrays (a set of documentary information in departments of agro-industrial production enterprises).

If we consider the flow pattern of information flows directly at service and maintenance enterprises of agro-industrial production on the example of an administrative district limited by the boundaries of the oblast, it can be noted that logistics and management rely on information that circulates in both directions and ensures the normal functioning of the entire system in general. This scheme has a three-level management structure based on the hierarchical principle of subordination with elements of independence of individual subjects in terms of making individual decisions concerning specific enterprises of agro-industrial production.

If we consider the general strategy of the process of collecting, storing and processing information, it can be noted that, despite the fact that each level has its own specifics, the same processes take place in each of them. Therefore, it is enough to develop a method of organizing management systems and decision-making based on the received information for one level, and then spread it to other levels. The basis of any information system is work with information that changes over time, and its successful operation requires up-to-date information classified according to certain characteristics. In addition, for the normal functioning of the "computer-human" system, it is necessary to organize easy access to this information, ensure convenient work with information and some initial processing of this information.

The introduction of an automated information system at the enterprise of agro-industrial production will contribute to:

- obtaining more rational options for solving managerial and economic tasks due to full information security;

- release of management staff from routine work due to its automation;

- ensuring the reliability and relevance of information;

- replacing paper documents with data on magnetic disks, which leads to a more rational organization of processing information on the computer and reducing the volume of paper documents;

- improvement of the structure of information flows and document flow at the enterprise of agro-industrial production.

УДК 65.018

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМИ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА В ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОМУ КОМПЛЕКСІ ПІДПРИЄМСТВА

А.В. Йовченко, доц., канд. техн. наук,

І.А. Шльончак, доц., канд. техн. наук,

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Підприємства прагнуть до зменшення витрат, що виникають при доставці вантажу та операціями на складі в транспортно-складському комплексі. Високий рівень продуктивності логістичної діяльності підприємства при взаємодії складу та транспорту дозволить скоротити логістичні витрати, знизити тимчасові втрати, що можуть виникнути через нерівномірне надходження матеріалів та простій обладнання. Таким чином, від ефективності функціонування транспортно-складського комплексу залежить якість виконуваних виробничих функцій [1].

Ланцюг постачань на підприємстві – це взаємодія матеріальних, інформаційних та фінансових потоків. Тобто рух матеріальних потоків від виробника до споживача. Головною задачею ланцюгу постачань є забезпечення максимального прибутку для кожного учасника ланцюга. Найпоширенішими методами підвищення ефективності взаємодії транспорту та складів є: контроль прибуття та від'їзду транспортних засобів, використання систем слідкування за вантажем під час транспортування, розробка ефективної системи навантаження та розвантаження, розробка технологічного процесу приймання, складування продукції та ін.

Підвищити ефективність взаємодії та зменшити витрати на виробництво, не витрачаючи при цьому кошти, можливо з використанням концепції ощадливого виробництва. Однак, впровадження концепції ощадливого виробництва у ланцюг постачань повинно бути рішенням не тільки керівництва, а й всього колективу. Даний процес потребує змін якщо, наприклад, не дотримуються терміни виконання замовлень, збільшені терміни поставок, відбувається простій транспортних засобів під час завантаження чи розвантаження та ін. [2].

Для впровадження у підприємство ощадливого виробництва, з точки зору ланцюгу постачань, спочатку необхідно вивчити повністю весь ланцюг постачань від отримання матеріалу для виготовлення продукції до транспортування продукції споживачам.

Ощадливе виробництво – постійне вдосконалення, командна робота, надання раціональних пропозицій щодо вдосконалення будь-яких процесів та систем на підприємстві (системи постачання матеріалів на склад, раціонального розташування матеріалів на складі, в цеху, процесу навантаження та розвантаження вантажу та ін.), що виникають на підприємстві, зниження втрат за рахунок оптимізації технологічних процесів та зменшення часу на отримання та обробку продукції, відкритий обмін інформацією між працівниками складів, робітників, вантажовідправниками, вантажоотримувачами та ін. Головним в даному процесі є споживач і потрібно виходити із його вимог. Наприклад, він не бажає, щоб готова продукція зберігалась на складах, а бажає її отримувати кожного дня. Ощадливе виробництво за рахунок оптимізації системи процесів, що виконуються на підприємстві, має найкоротший час циклу від отримання матеріалів та виготовлення продукції до відвантаження продукції споживачеві [3].

Одними із інструментів ощадливого виробництва є: поставки точно в час "Канбан" [4], система 5S [5], стандартні операційні процедури [6], підвищення якості – "Кайдзен" [7].

Технологія 5S – оптимальне розташування меблів, техніки, документів, комп'ютерних файлів, візуалізації. Оптимальна організація робочого місця, простору, визначення правильного розташування матеріалів та готової продукції на складах дозволить скоротити

зайві переміщення, рухи та вплинути на інші види втрат. Дана технологія дозволить визначити непотрібні додаткові операції та точки, де необхідно все робити "точно вчасно" (канбан) [8].

Необхідні розроблені стандартні технологічні процеси, що повністю покроково описують весь процес від отримання матеріалів до відвантаження розробленої продукції споживачеві. Кожен працівник повинен мати можливість надати раціональні пропозиції щодо удосконалення даних процесів для покращення якості чи зменшення витрат на виробництво чи транспортування продукції.

Кайдзен – стиль мислення японських підприємців (безперервне прагнення до досконалості). Філософія "Кайдзен" фокусується на постійному виявленні та усуненні різних втрат на підприємстві. Метою є залучення та активація творчих здібностей всіх працівників для формування нових ідей, поглядів на стандартні процеси. Кожен працівник може надати пропозиції по вдосконаленню логістичного процесу. Покращення можуть відбуватись без залучення коштів.

Для повноцінного впровадження концепції "Кайдзен" необхідні такі компоненти в ланцюзі постачань: командна робота, особиста дисципліна, покращення морального настрою, пропозиції щодо покращення.

Існує п'ять правил Кайдзена, здатні покращити ситуацію:

1. Сортування - співробітники повинні добре організувати свою роботу. Використання міток для кожного предмета скоротить час у майбутньому. Чіткий розподіл речей на потрібні та непотрібні.

2. Дотримання порядку – зберігання речей правильно допоможе скоротити їх час пошуку у майбутньому.

3. Утримання робочого місця у чистоті та порядку.

4. Стандартизація - умови, без яких неможливо виконати перші три правила.

5. Вдосконалення - виховання звички точного виконання поставлених завдань у строк та з якістю.

Отже, велика кількість пропозицій по вдосконаленню функціонування процесів і систем в ланцюзі постачань призводить до зменшення витрат та покращення якості. Кайдзен – це шлях до самовдосконалення та саморозвитку.

Список використаних джерел

1. Баранов А. Ощадливе виробництво: система і приклади. Генеральний директор. 2014
2. Давидова Н.С. Ощадливе виробництво як фактор підвищення конкурентоспроможності підприємства. Інженерний вісник Дона. 2012. № 2. с. 720–727.
3. Вейдер М. Інструменти ощадливого виробництва. Міні-посібник з впровадження методик ощадливого виробництва. К.: Паблішер. 2015. 151с.
4. Несіоловській А. Лін–система: інноваційний підхід до підвищенню продуктивності праці на промисловому підприємстві. Менеджмент та ощадливе виробництво. 2012. URL: <http://www.leancor.ru/article2/10525> (дата звернення 10.09.2023).
5. Скудар, Г. М. Бережливе виробництво. 5S. Раціональна організація робочих місць: навчальний посібник. Київ, 2009. 17с.
6. Хоббс, Д. П. пер. з англ. П. В. Гомолко Впровадження ощадливого виробництва: практичний посібник з оптимізації бізнесу: Гревцов Паблішер. 2007. 356 с.
7. Imai M. Kaizen The Key to Japan's Competitive Success. New York: McGraw-Hill Education, 1986. 246 p.
8. Павелко В. Філософія КАЙДЗЕН і можливість подолати супротив змінам. Логіст FM. URL: <https://logist.fm/publications/filosofiya-kayzen-i-mozhlivist-podolati-suprotiv-zminam>.

УДК 656.1

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ТО І Р АВТОСАМОСКИДІВ

С.В. Харченко, асп.,

О.О. Русаков, магістр,

С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

В.З. Гудь, проф., д-р техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Встановлено, що існуюча система технічного обслуговування і ремонту характеризується збереженням зростання поточних ремонтів, пов'язаних із зупинкою за відмовою вузлів та агрегатів машин при зниженні частки профілактичного обслуговування. Це призводить до накопичення дефектів основних вузлів автосамоскидів (60...65%) та збільшення вартості ремонтних робіт, що суттєво знижує продуктивність кар'єрного автотранспорту щодо їх техніко-технологічних можливостей.

Виявлено, що існуючий рівень ефективності експлуатації кар'єрного автотранспорту характеризується наявністю втрат часу: на 1 годину продуктивної роботи в системі виробничої експлуатації припадає 0,4...1,2 години втрат часу, пов'язаних з нераціональним використанням машин. У системі технічної експлуатації на 1 годину корисної роботи слюсаря з ремонту припадає в середньому 0,5...1,0 годин втрат часу, зумовлених застосуванням неефективної стратегії ремонту. Це свідчить про наявність суттєвих втрат часу у виробничій та технічній експлуатації автосамоскидів, які зумовлені впливом різноманітних техніко-технологічних та організаційних факторів.

Збільшення інтенсивності експлуатації автосамоскидів при незмінній технології та організації системи ТОіР супроводжується, як правило, короткостроковим зростанням продуктивності, але з закінченням часу це зростання уповільнюється, що обумовлено невчасною постановкою машин на технічне обслуговування та ремонт. Істотне підвищення інтенсивності експлуатації при одночасному забезпеченні прийнятних витрат на підтримання машин у працездатному стані можливе за рахунок підвищення надійності кар'єрного автотранспорту удосконаленням системи технічного обслуговування та ремонту.

Встановлено, що основними причинами, що знижують надійність кар'єрного автотранспорту, є: якість дорожнього полотна; знакозмінні навантаження, що діють у робочих циклах при навантаженні та транспортуванні гірничої маси; залишкові напруження, як наслідок зварювальних робіт, застосування посадок з натягом тощо.

Слід зазначити, що надійність кар'єрного автотранспорту характеризується, насамперед, їх безвідмовністю та довговічністю. Властивість безвідмовності відображається декількома показниками, але найголовнішим є середнє напрацювання на відмову.

Загалом, напрацювання на відмову вітчизняних машин значно нижчі від зарубіжних аналогів. Так, для автосамоскидів БелАЗ-548А цей показник становить приблизно 1200 км та для БелАЗ-549 2620 км. Тоді як для імпортованих автосамоскидів, що працюють в аналогічних умовах, ці показники становлять 4600 км для Komatsu HD- 1200 і 9100 км для Unit Rig M-120-17.

Основна частина відмов кар'єрного автотранспорту відноситься до категорії раптових (непрогнозованих), пов'язаних не з природним зносом 26 деталей, а з конструктивними та технологічними недоліками. Для автомобільних самоскидів БелАЗ-548 раптові відмови виявляються головним чином, при пробігу до 20 тис. км. В інтервалі пробігу 20-80 тис. км.

розподіляються всі несправності з ознаками природного зносу. Причому основна частина відмов проявляється при пробігу до 60 тис. км. Середнє напрацювання до першого капітального ремонту двигунів ЯМЗ-240 знаходиться в межах 38...42 тис. км. Дещо нижче цей показник для гідромеханічної передачі – 39,6 тис. км, підвіски – 24,1 тис. км, редуктора колісної передачі – 23,3 тис. км.

Встановлено, що основними причинами, що знижують експлуатаційну надійність автосамоскидів є: якість дорожнього полотна, знакозмінні навантаження, що діють у робочих циклах при завантаженні та транспортуванні гірничої маси, а також залишкові напруження, як наслідок зварювальних робіт, застосування посадок з натягом. Основна частка відмов припадає на двигуни (до 20%), гідравлічну систему (до 18%), ходову частину (18%), електрообладнання (14%), що призводить до значних фінансових втрат, наприклад, для автосамоскидів Komatsu HD-1200 на 1 мото-год. простою доводиться 150-160 грн. на одиницю техніки.

Встановлено, що суттєвий вплив на експлуатаційні показники кар'єрного автотранспорту мають такі фактори:

– стратегія ТОiP. Існуюча система ТОiP характеризується низьким рівнем організації виробництва та механізації трудомістких процесів, недостатньою оснащеністю контрольним та діагностичним обладнанням, що призводить до збільшення тривалості ремонту на 40...45%.

– гірничотехнічні та кліматичні умови експлуатації. Низька якість утримання технологічних автошляхів у поєднанні з кліматичними умовами знижують швидкість і продуктивність автосамоскидів у 1,3...1,5 рази.

– організація вантажно-транспортного процесу, що характеризується низькою ритмічністю – розкид значень годинної продуктивності досягає 80% щодо середнього значення при відстані транспортування до 3,5 км.

В якості критерію оцінки технічного стану автосамоскидів і його елементів запропоновано використовувати коефіцієнт дефектності, який є стандартизованим показником і визначає середньозважену кількість дефектів, що припадають на одиницю техніки.

Встановлено, що найбільші відхилення середнього фактичного часу виконання операцій транспортування гірничої маси від раціонального спостерігаються за операціями "рух завантаженого автосамоскида" – 1,33...1,62 рази, і "рух порожнього автосамоскида" – 1,34-1,58 рази. Це зумовлено неналежною якістю доріг, а також впливом несприятливих погодних умов, внаслідок чого середній фактичний час рейсу автосамоскидів у 1,20-1,36 разів перевищує час рейсу з раціональними параметрами.

Встановлено, що одним із найважливіших напрямів підвищення працездатності кар'єрного автотранспорту є вибір раціональної стратегії ремонтного обслуговування, що забезпечує поєднання профілактики відмов вузлів та деталей машини з прийнятним рівнем витрат на її утримання.

Для оцінки ефективності системи ТОiP кар'єрного автотранспорту запропоновано показники: плановість ремонту – коефіцієнт плановості, що характеризує точність виконання обсягу ремонтних робіт; своєчасність усунення дефектів – коефіцієнт усунення дефектів, що характеризує усунення більшої кількості дефектів під час планових зупинок; вартість 1 машино-години готовності, виражена у витратах на ремонтне обслуговування автосамоскидів.

Встановлено, що підвищення плановості ремонтів та своєчасності усунення дефектів супроводжується деяким зниженням фінансових витрат і зростанням ефективності, але надалі це зростання уповільнюється. Плановість ремонтів та своєчасність усунення дефектів,

що виникають при транспортуванні гірничої маси, дозволяють підвищити ефективність використання машин, не допускаючи їх граничного технічного стану.

Встановлено, що за методами планування ремонтного обслуговування, оснащеності ремонтних зон, контролю якості ремонту та цільовими показниками доцільно виділяти три характерні типи стратегій технічного обслуговування та ремонту: за технічним станом (стратегія профілактики), за нормативом (напрацювання мото-год, т.км), аварійно-відновлювальний ремонт. Цільові показники, що характеризують стратегію "профілактичне ремонтне обслуговування", вищі, ніж при стратегії "аварійно-відновлювальний ремонт" за показником плановість ремонту у 5 разів, за показником усунення дефектів у 6,2 рази, за вартістю 1 маш.-год. готовності в 4,9 рази. Розроблено методику вибору раціональних параметрів системи технічного обслуговування та ремонту для підвищення працездатності кар'єрного автотранспорту, застосування якої дозволить вести облік показників системи ТОіР, проводити їх аналіз та на підставі цього приймати технічно-технологічні та організаційні рішення, вносити зміни до Регламенту ТОіР автосамоскидів, а також, при необхідності, розробляти рекомендації для виробників щодо покращення конструкцій та надійності техніки.

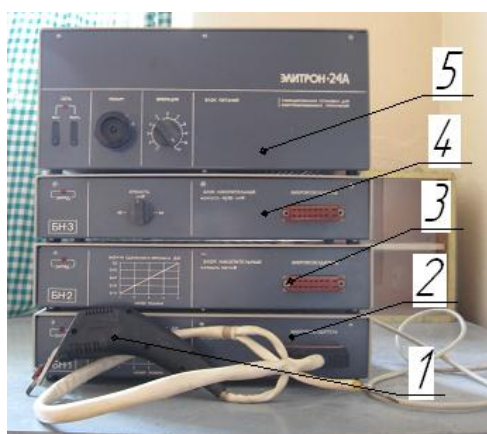
УДК 629.33-585.862:621.789

РЕСТАВРАЦІЯ ШТОВХАЧА КЛАПАНА ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО НАРОЩУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧАВУННОГО ТА МІДНОГО ЕЛЕКТРОДУ

Ф.В. Козак, проф., канд. техн. наук,
І.Б. Прунько, доц., канд. техн. наук,
В.Я. Феденько, ст. гр. АТм-22-1,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Для здійснення електроіскрового нарощування і зміцнення штовхача використовувалась установка "Елітрон – 24А" [1]. Загальний вигляд устаткування подано на рисунку 1.

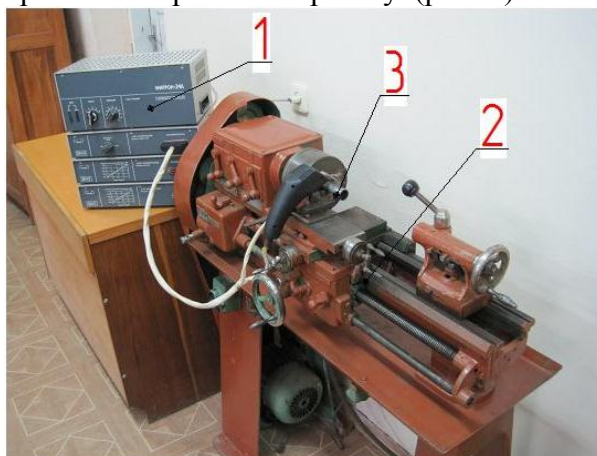


1 – збудник вібрації, 2-4 – накопичувальні блоки, 5 – блок живлення

Рисунок 1 – Загальний вигляд устаткування "Елітрон – 24А":

"Елітрон -24А" дозволяє за продуктивності 0,3...10 см²/хв. отримати легований шар товщиною 0,25...2 мм.

Для одержання рівномірного покриття на штовхачі, його закріплювали в кулачках, а вібратор – на супорті токарно-гвинторізного верстату (рис. 2).



1 – "Елітрон-24А", 2– штовхач клапана 3– токарний верстат

Рисунок 2 – Загальний вигляд стану для нанесення електроіскрового покриття на штовхач

Для забезпечення високої продуктивності нанесення покриття користувалися наступними режимами роботи верстата: частота обертання шпинделя $n = 0,75 \text{ c}^{-1}$, подача $s =$

0,455 мм/об. Саме такі режими обробки було вибрано шляхом проб, виходячи з умови суцільності покриття.

В якості електродів використовувався мідний електрод і чавунний електрод СЧ-18, виготовлений з гільзи двигуна.

Специфіка ЕІЛ полягає в тому, що нанесений шар є дуже тонким. Тому, з метою його дослідження нами були виготовлені спеціальні зразкотримачі, для отримання косих шліфів (рис. 3).

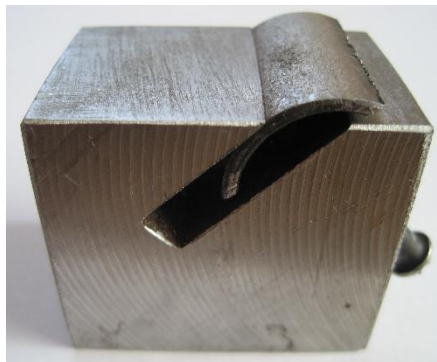


Рисунок 3 – Зразкотримач для отримання косоного шліфа

Після нанесення поверхневого шару зі зміцнених штоків вирізали заготовки і виготовляли з них шліфи. Для травлення структури використали 3%-ний спиртовий розчин HNO_3 . Металографічні дослідження провели на електронному мікроскопі EVO-40 XVP (Carl Zeiss) з системою мікроаналізу EVO-4XVP [2-6].

Покриття із чавунного електроду сильно подріблене на дрібні фрагменти, легувальних елементів крім вуглецю у покритті немає (рис. 4). Зона сплавлення незначної товщини не забезпечує металургійного зв'язку всього покриття із сталеву основою. Покриття не тільки фрагментоване, але має високу пористість, та містить велику кількість оксидних включень. Їх кількість набагато більша, ніж у сталевому покритті. Спектральний аналіз цих оксидних включень свідчить, що це оксиди заліза неістотно леговані кремнієм (рис. 5)

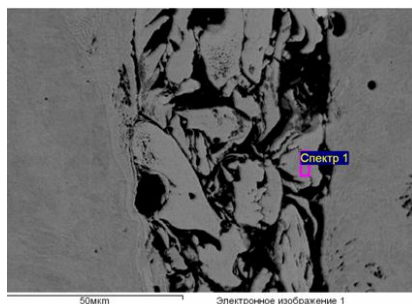


Рисунок 4 – Структура електроіскрового покриття, нанесеного з використанням чавунного електроду

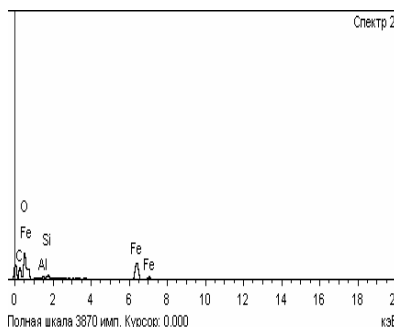


Рисунок 5 – Поелементний розподіл покриття, нанесеного з використанням чавунного електроду

Разом з тим, за використання чавунного електроду подекуди все ж спостерігається більш менш добра структура покриття. В цих місцях покриття має добрий металургійний зв'язок із сталеву основою (рис. 5). У структурі покриття спостерігаються круглі за формою включення графіту діаметром 2-4 мкм.

З використанням мідного електроду отримали покриття товщиною до 40 мкм. Вони мають добрий металургійний зв'язок із сталеву основою та практично без пористі (рис. 6). Спектральний аналіз свідчить, що під час нанесення покриття розплавлені краплини, які формують покриття, підплавляють сталеву основу та утворюють сплав із залізом. Так в нанесеному мідному покритті знаходиться до 15 мас. % заліза, а решта - мідь.

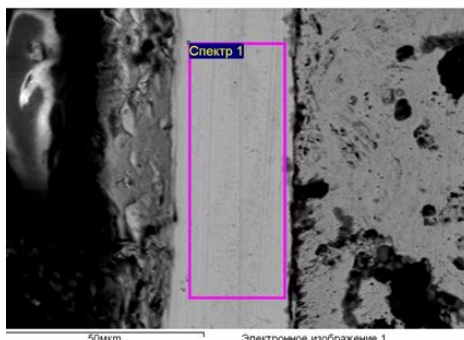


Рисунок 6 – Структура електроіскрового покриття, нанесеного з використанням мідного електроду

Список використаних джерел

1. І. Прунько Відновлення зношених поверхонь штоків нафтопромислових насосів електроіскровим нарощуванням і зміцненням / Прунько І., Богатчук Ю., Марков А. // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій / [Під заг. ред. В.В. Панасюка]. – Львів: Фізико-механічний інститут ім. Г.В.Карпенка НАН України, 2009. – С. 569 – 574.
2. І.Б. Прунько Структура і залишкові напруження в поверхневому шарі сталі 40Х після електроіскрового оброблення електродами зі сплавів Т15К6 та ВК8 / І.Б. Прунько, Ю.І. Богатчук, М.М. Студент // Наукові нотатки. – Луцьк: Луцький національний технічний університет, 2009. – С.255 – 260.
3. Wei, X., Chen, Z., Zhong, J., Huang, Q., Zhang, Y., & Zhang, Y. (2018). Influence of Deposition Atmosphere on Structure and Properties of Mo₂FeB₂-Based Cermet Coatings Produced by Electro-Spark Deposition. *Rare Metal Materials and Engineering*, 47(4): 1199-1204.
4. Chen, Y., Yu, M., Cao, K., & Chen, H. (2021). Advance on Copper-based Self-lubricating Coatings. *Surface Technology*, 50(2): 91-100. doi: <https://doi.org/10.16490/pnki.issn.1001-3660.2021.02.010>.
5. Raimondas, K., Audrius, Z., & Arturas, K. (2016). A Study of Tribological Behaviour of W-Co and Cu Electro-spark Alloyed Layers under Lubricated Sliding Conditions. *Tribology International*, 103: 236-242.
6. Salmaliyan, M., Malek, G. F., & Ebrahimnia, M. (2017). Effect of Electro Spark Deposition Process Parameters on WC-Co Coating on H13 Steel. *Surface and Coatings Technology*, 321: 81-89. doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2017.04.040>.

UDC 629.113

INCREASING THE DURABILITY OF DIESEL CRANKSHAFTS OF TRUCK VEHICLES WITH THE LATEST TECHNOLOGIES OF THEIR RESTORATION

V.M. Chumak, *graduate student,*

E.V. Manko, *graduate student,*

M.I. Torop, *master,*

V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*

A.A. Tykhyi, *Assoc., candidate technical sciences,*

A.E. Solovykh, *associate professor, candidate. technical sciences,*

Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

The start-up period of the engine is associated with increased wear of crankshaft sliding bearings, which depends on the duration of non-use of the diesel before starting, on the temperature of the parts of the friction unit and the properties of the lubricant. The start-up period is accompanied by changes in the size and shape of the gaps.

Significant wear and tear when starting a diesel engine is due to a number of reasons. After the engine is stopped, a small amount of heated oil remains in the bearings. Friction at the moment of planing the shaft is greater, the longer the interval between stopping and the next start. The abrasive effect of the wear products stored and formed during start-up is also very significant. When the bearing is operating under conditions of semi-fluid friction or boundary lubrication, the rate of wear depends on the physico-mechanical, structural and tribotechnical characteristics of the surface layers of the mating surfaces.

The transition of the diesel engine to the forced operation mode can significantly worsen the operating conditions of the bearings. During the operation of diesel engines, it was established that after increasing the crankshaft rotation frequency, the pressure of the oil supply to the bearings decreases significantly and only after some time begins to slowly increase to the value corresponding to the high-speed operation of the engine. Similar phenomena are observed in the case of "dispersion" of the engine (due to jamming of fuel pump plungers and other reasons).

The working condition is characterized by a hydrodynamic mode of friction, in which mechanical and corrosive-mechanical types of wear take place, having the maximum value in the zone with the minimum thickness of the oil film. However, with loads exceeding the working pressure on the bearing, a lack of oil or its high temperature, increased roughness of the shaft neck, a violation of the hydrodynamic oil film occurs, and the operation of the friction unit takes place under conditions of friction with extreme lubrication, which leads to a short-term violation of the oil film to increased and with a long one - to burr of the liners. In the case when the bearing works mainly with liquid lubrication, its operating conditions are determined by the dimensionless load factor of the bearing, while the rate of wear is minimal.

Abrasive wear occurs as a result of metal cutting by solid particles that enter the friction zone from the outside with lubrication or appear in it as a result of the wear process at the moment of friction with extreme lubrication. The effect of variable load affecting the bearing increases the amount of abrasive wear. The amount of heat generated is significantly less than with friction at extreme lubrication.

During long-term operation of the sliding bearing (alternating state of rest, start of movement, working state, stops) under the influence of variable forces and speeds, a fatigue type of wear begins to appear. This leads to the destruction of atomic bonds, the separation of metal

particles and the appearance of cracks, the material is pulled out due to cavitation and increases the effect of corrosive and abrasive types of wear, while the overall wear increases sharply and has an exponential dependence.

Research shows that when creating engines, the requirement to ensure normal operating conditions of bearings in the entire range of modes for which they are intended is not always taken into account, which significantly worsens the operational characteristics of bearing assemblies as their service life increases.

It was established that the temperature of the oil at the entrance to the diesel greatly affects all indicators of the bearing: as the temperature of the oil increases, the thickness of the lubricating layer decreases, and the pressure in the oil layer and the temperature on the friction surface of the bearing liner increase. Intensive dilution of oil by fuel was also revealed, as a result of which the coefficient of kinematic viscosity decreases. When the initial viscosity of the oil is reduced to $5 \cdot 10^{-6}$ m²/s at 100 °C, the layer thickness in the bearings decreases to values at which friction is not ensured during liquid lubrication.

The difficulty of solving the problem of ensuring the specified durability of the tribo coupling lies in the need to take into account the interdependent parameters of the "technology - crankshaft bearing - operation" complex. The random nature of changes in technological and operational factors makes it difficult to assess material parameters in the process of forming, the impossibility in most cases of predicting the necessary corrective effects to avoid their deviations, as well as taking into account structural and mechanical changes in the surface layer of the material during technical operation.

The peculiarity of the problem is that it is important not only to achieve a given level of material parameters, but also to what extent they can change without violating the bearing capacity of the material of the surface layers of the tribocoupler parts, how to choose the optimal intervals of their values to ensure the given durability of the restored details

An important part of solving this problem is the development of a scientific and practical apparatus that allows designing the technology of restoring and strengthening the necks of crankshafts, which ensures a given durability at an acceptable cost.

The problem of ensuring the specified durability of diesel engine crankshafts was solved taking into account the application of system analysis. From the point of view of control theory, the crankshaft is an object of research in the "technology-crankshaft bearing-operation" system, which includes the following blocks: input parameters; processes in tribocoupled parts, and initial parameters. Input parameters are divided into three categories - technological, operational and interference. This division allows you to clearly identify the influence of technological parameters on the friction elements of the system. The input operational parameters of the system form a block characterized by motion parameters and friction forces applied to the unit.

The most important stage in the design of strengthening technology is the development of new wear-resistant composite materials taking into account all the processes observed in the tribosystem. The most promising compositions for strengthening the friction surfaces of parts are mineral and organo-mineral materials.

Then the method of strengthening the necks of the crankshafts is selected. Currently, the modification of friction surfaces with mineral and organomineral materials is carried out by the friction method or ultrasonic treatment. To strengthen the necks of crankshafts, the friction method is the most promising.

The optimization of the strengthening parameters of the crankshaft necks is carried out on the basis of the obtained models of the influence of the processing mode parameters on the mechanical and tribotechnical properties of the coatings. The optimal resource for crankshafts of diesel engines should be considered the resource of the engine before its overhaul, which is

established by technical conditions.

The final stage of the analysis of the developed variant of strengthening the crankshaft necks is the prediction of its resource, as well as the calculation of the cost and determination of economic efficiency.

The effectiveness of the developed technology depends on the expediency of the decisions made. Often, measures to increase durability may not require significant costs, as science and practice suggest rational solutions. The analysis of various options for achieving a rational level of durability should be based on the condition of obtaining the greatest total economic effect, taking into account the costs of strengthening the part and further operation of the equipment. The total economic effect during the operation of the equipment consists, firstly, of the costs of strengthening the part, including the design of the technological process, experimental operation, refinement of the technology, etc., and secondly, the costs of operating the crankshaft, including maintenance and repair.

УДК: 656.1

3D МОРФОЛОГІЧНА ТА ОБ'ЄКТНА МОДЕЛІ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

**Н.Л. Костьян, доц., канд. техн. наук,
О.Ю. Лук'янченко, доц., канд. техн. наук,
Черкаський державний технологічний університет, Україна**

Нові технічні та управлінські рішення щодо оптимізації досліджуваної системи потребують підтримки бази знань про її елементи в актуальному стані. Для структуризації такої бази знань з метою подальшого визначення раціональних режимів роботи системи на етапі концептуалізації доцільно використовувати метод морфологічного аналізу [1]. Авторами [2] досліджено основні групи факторів, що впливають на споживання палива/енергії транспортних засобів в умовах міської мобільності. На основі груп факторів визначено елементи підсистеми управління енергоефективністю транспорту (TrEECS) у складі інтелектуальної транспортної системи. В роботі [3] представлено структуру TrEECS у вигляді морфологічної матриці. Зазначена матриця відбиває структуру системи. На першому рівні системи визначено її функціональні елементи: транспортний засіб (V), транспортний потік (TF), дорога (R) та середовище руху (Env). На другому – представлено їх атрибути. На третьому рівні для кожного атрибута перераховуються варіанти його реалізації (домен, можливі значення). Набір варіантів реалізації морфологічних ознак функціональних елементів TrEECS формує певну конфігурацію системи.

В реальному світі міська транспортна система не є ізольованою та взаємодіє з іншими суб'єктами та об'єктами господарювання, структуру яких також можна представити у вигляді дотичних до TrEECS морфологічних моделей. Окремі комірки морфологічної матриці TrEECS можуть збігатися з полями доменів атрибутів інших систем. Назвемо такі комірки ключовими полями (зовнішніми ключами). Певна конфігурація транспортної системи може бути розширена за рахунок конфігурацій інших систем за допомогою зовнішніх ключів. Наприклад, функціональний елемент "інфраструктура" транспортної системи з'єднується з функціональним елементом "автосервісне підприємство" системи автосервісу [4] через ключ "АЗС", що реалізовує атрибут "Вид автосервісного підприємства". Таким чином, конфігурація транспортної системи є динамічним масивом, розмір якого може змінюватись відповідно до поточних значень ключових полів. У загальному випадку окрема конфігурація може містити декілька ключів та відповідно декілька додаткових масивів значень атрибутів. Розмірності додаткових масивів можуть не співпадати. Якщо розглядати морфологічну модель транспортної системи у комплексі з моделями дотичних систем, то отримаємо багатовимірну морфологічну модель. Таку модель можна представити у 3-х вимірному просторі, де дотичні масиви є розгалуженням конфігурацій TrEECS в позиціях ключових полів. В такий спосіб утворюється 3D морфологічна модель досліджуваної системи. Структура морфологічної матриці виступає основою для синтезу можливих станів системи. Недоліком морфологічної моделі є складність її перетворення в еквівалентні математичні для подальшого дослідження. В роботі [5] формалізовано перетворення класичної морфологічної моделі в нечітку базу правил для оцінки, контролю та прогнозування енергоефективності транспортних засобів. Це перетворення не можна реалізувати для 3D морфологічної моделі. Вирішенням цієї проблеми є формування об'єктної бази даних транспортної системи.

Однією з переваг використання об'єктної бази даних є те, що класи (абстрактні типи) об'єктів бази даних базуються на використанні динамічних структур даних. Це надає можливість варіювати розмір об'єктів відносно мети поточного завдання. Клас "Config", що задає будову конфігурації транспортної системи, виступає нащадком класів: "Vehicle",

"TrafficFlow", "Road" та "Environment". Даний клас наслідує компоненти батьківських класів. Синтез нового об'єкта конфігурації відбувається шляхом використання віртуальних функцій в конструкторі класу. В структурі батьківських класів компонентні дані мають складений тип – "структура" та складаються з двох частин: назви варіанту реалізації морфологічної ознаки типу string та переліку додаткових атрибутів. Такий перелік має абстрактний тип даних – двозв'язний лінійний список, в якому попередній елемент посилається на наступний, а наступний – на попередній із використанням відповідних покажчиків. Для неключових полів морфологічної матриці конструктор задає нульові значення покажчиків на початок та кінець списку (Head = Tail = NULL) та лічильника елементів списку (Count = 0). В функціях-конструкторах передбачено перевірку належності варіанту реалізації морфологічної ознаки до певного діапазону значень. Процес формування об'єктної моделі TrEECS схематично представлено через структурну модель, що побудовано за методологією DFD (рис. 1)

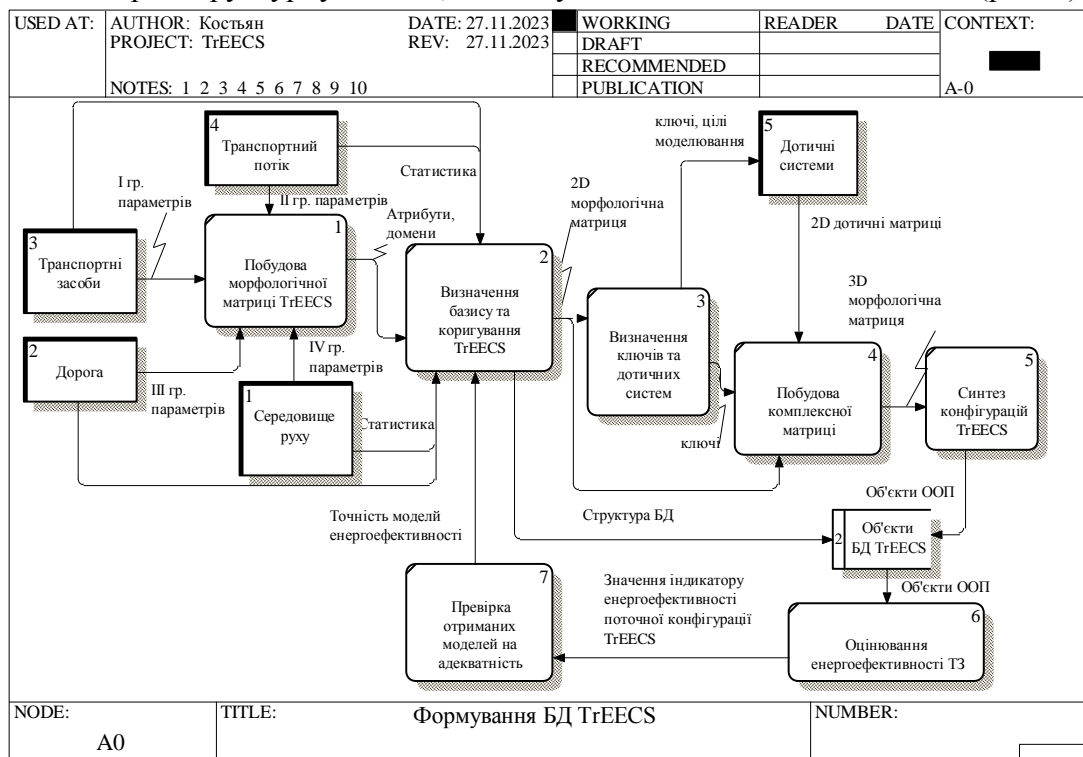


Рисунок 1 – Схема переходу від морфологічної моделі TrEECS до об'єктної

Об'єктну базу даних доцільно використовувати при проектуванні інтелектуальної транспортної системи, що містить засоби зміни своєї структури.

Список використаних джерел

1. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки / М.Ф. Дмитриченко, В.П. Матейчик, О.К. Гришук, М.П. Цюман. – К. : НТУ, 2014. – 168 с.
2. Mateichyk V., Kostian N., Smieszek M., Gritsuk I., Verbovskiy V. Review of Methods for Evaluating the Energy Efficiency of Vehicles with Conventional and Alternative Power Plants. *Energies* 2023, 16, 6331. <https://doi.org/10.3390/en16176331>.
3. Śmieszek M., Kostian N., Mateichyk V., Mościszewski J., Tarandushka L. Determination of the Model Basis for Assessing the Vehicle Energy Efficiency in Urban Traffic. *Energies*. 2021, 14(24), 8538. <https://doi.org/10.3390/en14248538>
4. Assessing the quality level of technological processes at car service enterprises / L. Tarandushka, V. Mateichyk, N. Kostian, I. Tarandushka, M. Rud // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2020. – 2/3 (104). – PP. 58-75. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200332>.
5. Mateichyk V., Kostian N., Smieszek M., Mosciszewski J., Tarandushka L. Evaluating Vehicle Energy Efficiency in Urban Transport Systems Based on Fuzzy Logic Models. *Energies* 2023, 16, 734. <https://doi.org/10.3390/en16020734>.

УДК 656.1

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАЛЕЖНОГО КОНТРОЛЮ ЗА ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

А.А. Сергійчук, асп.,
В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,
А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук,
 Центральнoукраїнський національний технічний університет, Україна,
О.П. Цьонь, доц., канд. техн. наук,
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Безпека дорожнього руху на сьогодні є ключовим елементом розвитку суспільства. Велика кількість транспортних засобів (ТЗ) є невід’ємною частиною економіки країн, але водночас ТЗ несуть небезпеку життю громадян. Лідери багатьох держав світу об’єднують свої зусилля для зменшення кількості постраждалих та травмованих внаслідок дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Міжнародне співтовариство приділяє значну увагу розробленню та здійсненню практичних заходів з безпеки дорожнього руху (БДР), спрямованих на запобігання дорожньо-транспортному травматизму.

Основним політичним документом у галузі БДР є політична заява, прийнята Організацією Об’єднаних Націй 10 жовтня 2019 р., щодо концентрації дій та досягнень в галузі БДР в рамках наступного десятиліття до 2030 року та скорочення смертності на дорогах на 50 відсотків.

Конституція України, зокрема у статті 3, згідно з якою безпека людини та її здоров’я визнаються в Україні найвищою соціальною цінністю, та статті 50, згідно з якою кожен має право на безпечне для життя і здоров’я довкілля.

На сьогодні в Україні рівень смертності та травматизму внаслідок ДТП є достатньо високим, а рівень організації БДР залишається вкрай низьким, про що у своїх звітах неодноразово наголошували експерти ВООЗ, Світового банку та інших міжнародних інституцій. Кількість загиблих людей в Україні внаслідок ДТП перевищує 3,5 тис щорічно. Показник кількості загиблих відносно кількості населення в Україні перевищує аналогічний показник ЄС у 1,5...2 рази.

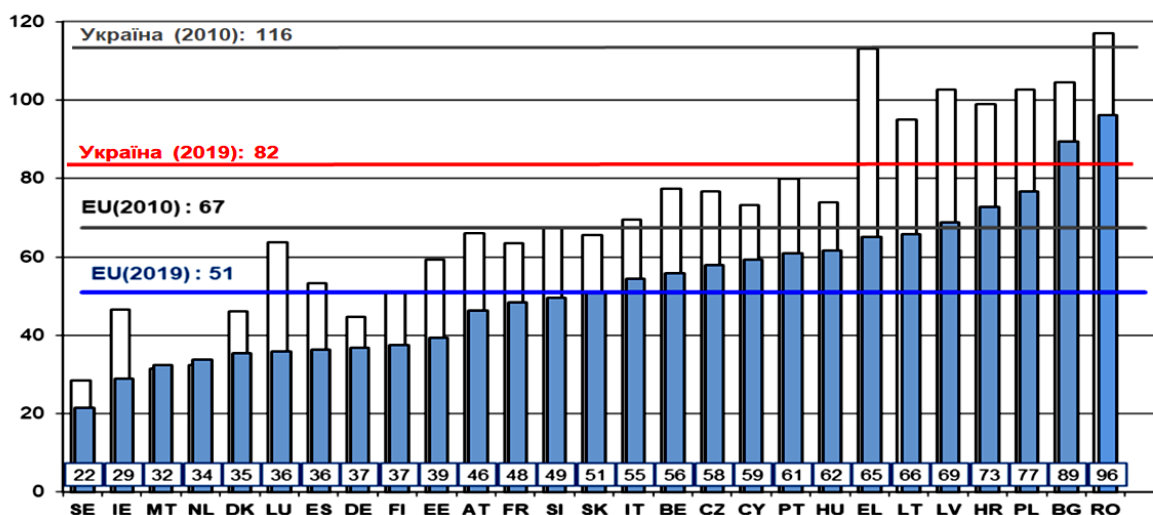


Рисунок 1 – Кількість загиблих в ДТП в Україні на 1 млн. населення України (2019р.)

Приблизно стільки ж людей гине внаслідок онкологічних захворювань, пов’язаних з якістю повітря. При цьому ТЗ є основним джерелом забруднення повітря, особливо у містах.

Також на рисунку нижче наведено статистику щодо парку легкових автомобілів в Україні, зокрема середній парк легкових автомобілів перевищує 22 роки. Для прикладу, в США цей показник складає 11,4 роки, в країнах ЄС – 8,6 відповідно, в ОАЕ – 5,1 роки, в Саудівській Аравії – 3,2 роки. Україна займає передостаннє місце в цьому списку, поступаючись тільки Кубі, де середній парк легкових автомобілів перевищує 38 років.



Рисунок 2 – Статистика парку легкових автомобілів в Україні

Нині реалізація положень статей 3 та 50 Конституції України у частині забезпечення активної, пасивної та екологічної безпеки ТЗ, що ввозяться в Україну, реалізуються зокрема через положення статей 29 та 31 Закону України "Про дорожній рух", постанови КМУ від 09.06.2011 р. № 738 "Деякі питання сертифікації транспортних засобів, їх частин та обладнання" та "Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання", затвердженого наказом Міністерства інфраструктури України від 17.08.2012 р. № 521, зареєстрованого в Міністерстві юстиції 14.09.2012 р. за № 1586/21898.

Зазначені нормативно-правові акти регулюють питання допуску до експлуатації – ввезення та першої державної реєстрації ТЗ – як нових, так і тих, що були у користуванні.

З іншого боку забезпечення належного контролю за ТЗ, що ввозяться, передбачені актами ЄС. До таких актів зокрема відносяться:

1. Регламент ЄС 2018/858 Європейського Парламенту та Ради від 30 травня 2018 року щодо затвердження та ринкового нагляду за автотранспортними засобами, їх причепами, системами, компонентами та окремими технічними вузлами, призначених для використання на таких транспортних засобах, який вносить зміни до Регламентів ЄС 715/2007 та 595/2009 та скасовує Директиву 2007/46/ЄС (встановлює вимоги до нових транспортних засобів).

2. Директива 2014/45 щодо періодичних перевірок придатності до експлуатації ТЗ та їх причепів, яка скасовує Директиву 2009/40/ЄС (встановлює вимоги до ТЗ, які були у користуванні).

Регламентом ЄС 2018/858 встановлені адміністративні приписи та технічні вимоги щодо затвердження типу та розміщення на ринку всіх нових транспортних засобів, систем, компонентів та окремих технічних вузлів, а також приписи щодо індивідуального затвердження.

Згідно статті 6(4) Регламенту ЄС 2018/858 держави-члени ЄС можуть дозволити надання на ринку, реєстрацію та введення в експлуатацію транспортних засобів, систем, компонентів та окремих технічних вузлів тільки у випадку їх відповідності з вимогами даного Регламенту ЄС.

Проаналізувавши вищевказані матеріали, на нашу думку законодавство України задля виконання Угоди про асоціацію (стаття 368, додаток XXXII) та Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року, схваленої розпорядженням

Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р, потребують внесення відповідних змін, а саме:

Закон України "Про дорожній рух" (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1993, № 31, ст.338 із наступними змінами):

у статтях 29, 31, 35:

Транспортні засоби, що беруть участь у дорожньому русі та зареєстровані територіальними органами Міністерства внутрішніх справ України, а також ввезені на територію України транспортні засоби, що були у користуванні, для першої державної реєстрації в Україні підлягають обов'язковому технічному контролю відповідно до цієї статті.

Обов'язковому технічному контролю не підлягають:

1) легкові автомобілі усіх типів, марок і моделей, причепа (напівпричепа) до них (крім таксі та автомобілів, що використовуються для перевезення пасажирів або вантажів з метою отримання прибутку), мотоцикли, мопеди, мотоколяски та інші прирівняні до них транспортні засоби - незалежно від строку експлуатації, крім ввезених на територію України транспортних засобів, що були у користуванні для першої державної реєстрації в Україні, та переобладнаних (з урахуванням положень статті 32 цього Закону) транспортних засобів;

2) легкові автомобілі, що використовуються для перевезення пасажирів або вантажів з метою отримання прибутку, вантажні автомобілі незалежно від форми власності вантажопідйомністю до 3,5 тонни, причепа до них - із строком експлуатації до двох років, крім ввезених на територію України транспортних засобів, що були у користуванні для першої державної реєстрації в Україні, та переобладнаних (з урахуванням положень статті 32 цього Закону) транспортних засобів;

3) технічні засоби для агропромислового комплексу, визначені Законом України "Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України".;

На кожний ТЗ, що пройшов обов'язковий технічний контроль, суб'єкт проведення обов'язкового технічного контролю складає протокол перевірки його технічного стану, який видається водію транспортного засобу. У разі позитивного висновку у протоколі зокрема зазначається строк чергового проходження обов'язкового технічного контролю транспортного засобу відповідно до періодичності проходження, встановленої частиною восьмою цієї статті.

Список використаних джерел

1. Конституція України;
2. Закону України "Про транспорт";
3. постанови КМУ від 09.06.2011 р. № 738 "Деякі питання сертифікації транспортних засобів, їх частин та обладнання" та "Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання", затвердженого наказом Міністерства інфраструктури України від 17.08.2012 р. № 521, зареєстрованого в Міністерстві юстиції 14.09.2012 р. за № 1586/21898;
4. Регламент ЄС 2018/858 Європейського Парламенту та Ради від 30 травня 2018 року щодо затвердження та ринкового нагляду за автотранспортними засобами, їх причепами, системами, компонентами та окремими технічними вузлами, призначених для використання на таких транспортних засобах, який вносить зміни до Регламентів ЄС 715/2007 та 595/2009 та скасовує Директиву 2007/46/ЄС (встановлює вимоги до нових транспортних засобів);
5. Директива 2014/45 щодо періодичних перевірок придатності до експлуатації автотранспортних засобів та їх причепів, яка скасовує Директиву 2009/40/ЄС (встановлює вимоги до транспортних засобів, які були у користуванні);
6. Регламентом ЄС 2018/858 встановлені адміністративні приписи та технічні вимоги щодо затвердження типу та розміщення на ринку всіх нових транспортних засобів, систем, компонентів та окремих технічних вузлів, а також приписи щодо індивідуального затвердження;
7. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р;
8. Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р.

УДК 656.0

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА РЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ

Д.А. Гнідий,

С.А. Крук,

В.О. Дзюра, проф., д-р техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Існують різні підходи до підвищення споживчих властивостей ІРП. Якщо за кордоном розроблено і регулярно оновлюється велика кількість нормативної та рекомендаційної технічної літератури щодо методик підвищення споживчих властивостей індивідуальних регульованих перехресть (ІПР) не повною мірою відповідають сьогоdnішнім рівням завантаження ІРП.

Оскільки транспортні умови на ІРП безперервно змінюються (склад потоку, розподіл за напрямками, ступеня завантаження окремих смуг, можливості проїзду для потоків, що пропускаються з конфліктом), а зміну експлуатаційних умов у повній відповідності до ситуації, що змінилася неможливо відслідкувати, необхідно приймати оптимальні рішення, що враховують суперечливість вимог, пропускну здатності та безпеки дорожнього руху.

Поняття оптимізація включає два визначення – це процес знаходження екстремуму (глобального максимуму чи мінімуму) певної функції або процес вибору найкращого (оптимального) варіанта з множини можливих. Найбільш надійним способом знаходження найкращого варіанта є порівняльна оцінка всіх можливих варіантів (альтернатив). Якщо число альтернатив велике, під час пошуку найкращої зазвичай використовують методи математичного програмування. Застосувати ці методи можна, якщо є сувора постановка задачі: заданий набір змінних, встановлена область їх можливої зміни (задані обмеження) та визначено вид цільової функції цих змінних.

З визначення поняття оптимізації можна дійти невтішного висновку, що й існує велика кількість альтернатив рішення, потребує чисельного значення результату, то оптимізація - це мінімізація цільової функції. Якщо ж альтернатив рішення не багато і вони не потребують чисельного рішення із заданою достовірністю, то оптимізація - це управлінське рішення, засноване на досвіді та знаннях особи, яка приймає це рішення. Головний недолік управлінського рішення - суб'єктивізм (стан та характеристики особи, яка приймає рішення). Найбільш перспективними є автоматизовані системи прийняття рішень, у яких варіант рішення, розрахований комп'ютером та звірений із системою цілей, приймається до виконання через відповідні виконавчі механізми автоматично.

Значення оптимізації дорожнього руху на ділянці вулично-дорожньої мережі (у транспортному вузлі), особливо останнім часом, з розвитком програмного та апаратного оснащення проектних організацій, відіграє все більшу роль при прийнятті інженерних рішень. Математична оптимізація є процесом неоднозначним, що залежить від правильного вибору цільової функції оптимізації, критеріїв оптимізації та системи оціночно-вимірjuвальних показників споживчих властивостей, що дозволяють оцінити рівень досягнень цільових та критеріальних вимог. Проблема оптимізації полягає в тому, що вона базується на спрощеній моделі реальності, а саме:

- з великої кількості можливих критеріїв оптимізації слід обирати мінімум обгрунтованих критеріїв;

- припущення моделей не точні.

Цільова функція оптимізації часто призводить лише до локальної, а не глобальної оптимізації, тому вона повинна враховувати якомога більше параметрів.

Параметрами оптимізації дорожнього руху на регульованих перехрестях є:

- скорочення часу сполучення, затримок, автомобільних черг, кількості зупинок, споживання палива, шкідливих викидів, дисперсії середньої швидкості сполучення;
- збільшення пропускної здатності, середньої швидкості проїзду перехрестя, кількості автомобілів, що проїжджають без затримок;
- максимізація рівномірності дорожнього руху.

В українській інструкції говориться, що підвищення пропускної здатності автомобільних доріг та їх елементів можна досягти:

- проектуванням поєднання елементів плану та поздовжнього профілю, що не викликають різкої зміни швидкостей;
- призначенням ширини проїжджої частини, що дозволяє розділити потік автомобілів за складом (додаткові смуги на підйомах, на перетинах в одному рівні) і забезпечує оптимальне завантаження, при якій рух відбувається з досить високими швидкостями;
- підвищенням рівності покриття та його зчіпних якостей;
- реконструкцією перетинів в одному рівні (наприклад, пристрій різних типів каналізованих перетинів) або пристроєм перетинів на різних рівнях;
- вибором засобів регулювання, які забезпечують раціональний режим руху;
- постачанням водіїв повною інформацією про умови руху маршрутом;
- покращенням роботи дорожньо-експлуатаційної служби, особливо взимку.

Очевидно, що наведені вище заходи здатні призвести не тільки до підвищення пропускної здатності, але й до підвищення БДР, зниження екологічного впливу.

Враховуючи особливості регульованих перехресть, підвищення споживчих властивостей можна також досягти організаційними та програмними методами.

Для підвищення пропускної здатності смуг прямого напрямку руху необхідно забезпечити своєчасну можливість виходу з цих смуг автомобілів, що повертають ліворуч або праворуч без затримок потоку прямого напрямку. Для цього влаштовують додаткові лінії. Геометричні параметри цих смуг визначаються наступним чином: ширина призначається рівною ширині смуги руху дороги або вулиці даної категорії, протяжність визначається інтенсивністю руху, але не менше 30 м. Разом з тим у чинних в Україні нормативних документах не вказується рекомендована протяжність смуг накопичення на регульованих перехрестях.

В українських рекомендаціях для проектування ІРП говориться про те, що підвищення пропускної здатності ІРП можна домогтися застосуванням набору оптимальних світлофорних програм, що відповідають змінним транспортним умовам. Так збільшення тривалості циклу регулювання від 40 до 100с може дати приріст пропускної здатності від 8 до 12%. Передбачається, що мінімальні затримки та мінімальна довжина черги автомобілів досягаються за оптимальної тривалості циклу.

UDC 656.071

CURRENT TRENDS OF THE LOGISTICS SERVICE OF SPARE PARTS AT MOTOR TRANSPORT COMPANIES

S.Yu. Tyshchenko, *graduate student,*

V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*

A.V. Hrynkiv, *senior researcher, candidate technical sciences,*

Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

The logistics service of spare parts at the trucking enterprise is critically important for ensuring the continuous operation of the fleet. Modern challenges and opportunities require new approaches to inventory management and optimization of logistics processes:

1. Implementation of digital technologies.
2. Optimization of inventory management.
3. Innovative approaches to the logistics of spare parts.
4. Using the Internet of Things (IoT).
5. Interaction with suppliers and risk management strategies,
6. Green logistics and improvement of customer service.

The active implementation of digital technologies, such as automated warehouse management systems and integrated information platforms, allows enterprises to effectively monitor, analyze and improve logistics processes.

The use of predictive models and data analysis makes it possible to accurately forecast the needs for spare parts, which reduces the risk of losses from non-profiled stocks and increases the efficiency of the logistics service.

The use of innovative technologies, such as artificial intelligence and blockchain, helps to increase the reliability of the logistics service and ensures the tracking of each stage of the supply of spare parts.

The use of Internet of Things technologies in the logistics service allows you to monitor the state of stocks in real time and respond to possible malfunctions or delays.

Sustainable management of stocks and logistics processes requires effective interaction with suppliers. Risk management strategies take into account unexpected situations and ensure the stability of the logistics service.

The implementation of the principles of green logistics promotes environmental responsibility, and the improvement of customer service makes the logistics service more efficient and competitive.

Modern trends in the logistics service of spare parts at the motor vehicle enterprise are determined by the rapid development of technologies and the need to adapt to new challenges. The integration of digital innovation and sustainable development are key success factors for trucking companies in providing efficient logistics service.

References

1. Аулін В. В., Гриньків А. В., Лисенко С. В., Головатий А. О., Голуб Д. В. Теоретичні і методологічні основи логістики транспортних і виробничих систем: монографія під заг. ред. д.т.н., проф. Ауліна В.В. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2021. – 503 с.
2. Литвишко Л. О. Управління формуванням та розподілом запасних частин для транспортних засобів: дис. канд. ек. наук: 08.00.04 / Литвишко Лілія Олександрівна – Київ, 2013. – 181 с.
3. Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (2017). *The handbook of logistics and distribution management*. Kogan Page Publishers.

УДК 629.332

НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН В РЕБРАХ ЖОРСТКОСТІ ДНА КУЗОВА ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

М.Г. Левкович¹, доц., канд. техн. наук,
М.Я. Сташків¹, доц., канд. техн. наук,
Р.Р. Заверуха², викл., канд. техн. наук,
М.П. Венгер², викл.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя¹
Відокремлений структурний підрозділ "Тернопільський фаховий коледж ТНТУ ім. І. Пулюя"²

Автомобільний транспорт є одним з найефективніших способів перевезення матеріалів, сировини тощо. Не зважаючи на постійне підвищення інтенсивності експлуатації автомобільного транспорту у сфері вантажних перевезень, оновлення парку рухомого складу автомобільного транспорту відбувається досить повільними темпами.

При проектуванні кузова вантажного автомобіля актуальною є мінімізація його ваги, так як збільшена вага приводить до зменшення корисного вантажу та зменшення ефективності використання палива, відповідно проводиться аналіз моделі кузова із різною кількістю та місцем розташування поперечин. Також важливе значення мають форма та розміри поперечного перетину ребер жорсткості (швелер чи ін.), їх кількість та розташування, механічні характеристики матеріалу, з якого вони виготовлені [1-2].

В досліджуваній моделі кузова ребра жорсткості бортів виконано у вигляді гнутого швелера висотою $h=140$ мм, шириною полки $b=55$ мм, товщиною стінки $t=3$ мм, радіусом скруглення $R=3,75$ мм. Листове покриття борта кузова – смуга товщиною $t=3$ мм.

Для проведення дослідження НДС кузова вантажного автомобіля засобами інженерного аналізу системи 3D моделювання SolidWorks створено твердотільну модель кузова з сіткою кінцевих елементів з глобальним розміром 30 мм та допуском 1,5 мм. Експлуатаційне навантаження (20 тон) задавали як гідростатичний тиск на борти кузова; матеріал – сталь вуглецева конструкційна звичайної якості Ст3пс ГОСТ 380-88.

Умови закріплення кузова та прикладення зовнішнього навантаження зображено на рис. 1.

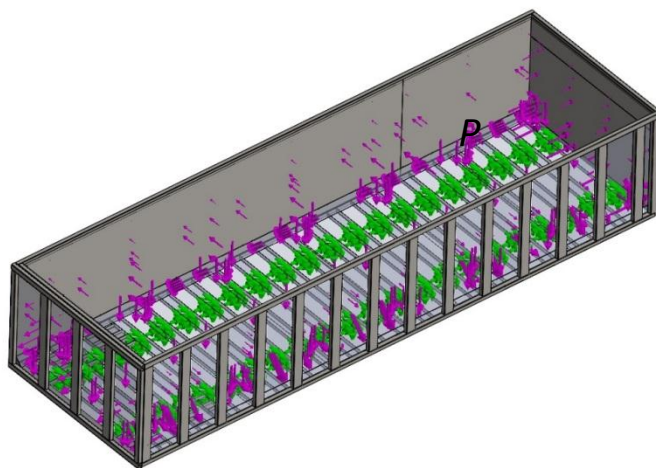


Рисунок 1 – Умови закріплення та прикладення навантаження у CAD - моделі кузова вантажного автомобіля

На основі отриманих результатів побудовано залежність статичного напруження та переміщення в ребрах жорсткості дна кузова та місця розміщення перемичок на кузові кузова (рис. 2-3.).

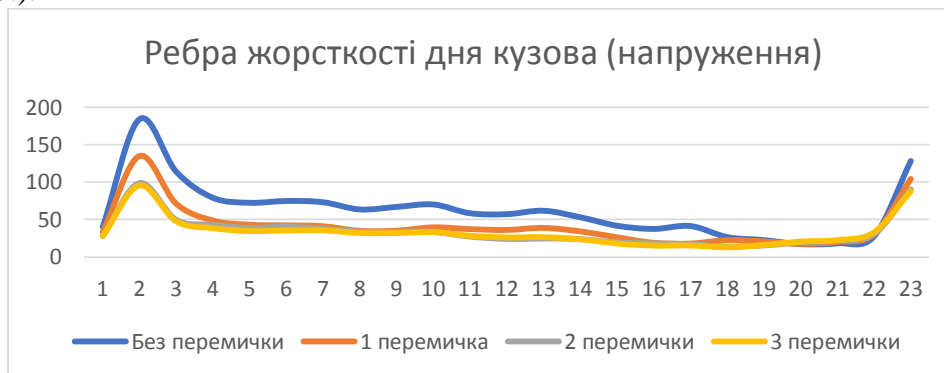


Рисунок 2 – Статичне напруження в ребрах жорсткості дна кузова в залежності від кількості та місця розташування перемичок (ребра жорсткості: $t_p=3$ мм, $t_{л.дна}=4$, $\sigma_T=206,8$; косинки: $\alpha=45^\circ$, $b=150$ мм, $t=3$ мм, МПа)

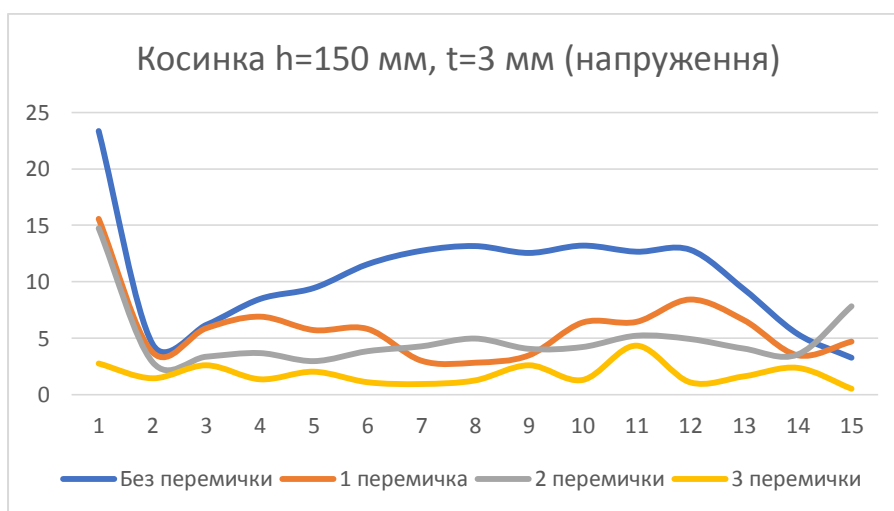


Рисунок 3 – Статичне напруження в ребрах жорсткості дна кузова в залежності від кількості та місця розташування перемичок ($\alpha=45^\circ$, $b=150$ мм, $t=3$ мм, МПа)

Аналіз НДС кузова напівпричепа вантажного автомобіля на основі розробленої САД – моделі дозволяє дослідити характер розподілу напружень у елементах кузова, виявити характерні особливості роботи окремих елементів кузова та встановити залежності рівня напружень в елементах кузова від кількості та розміщення поперечин.

Список використаних джерел

1. Ляшук О.Л. Дослідження напружено-деформованого стану дна кузова напівпричепа вантажного автомобіля / О.Л. Ляшук, І.Б. Гевко, М.Г. Левкович, Ю.Я. Вовк, М.Я. Сташків, Д.В. Капський // Науковий вісник Херсонської державної морської академії: науковий журнал. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 1 (24). с 93-103.
2. K Vamshi Krishna, K Yugandhar Reddy, K Venugopal, and K Ravi Design And Analysis of Truck Body for Increasing the Payload Capacity. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 263 (2017) 062065.3.Rohan Y Garud, Shahid C Tamboli, Dr. Anand Pandey Structural Analysis of Automotive Chassis, Design Modification and Optimization International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 13, Number 11 (2018) pp. 9887-9892.
3. N Nagendra Kumar, B Jithendra, Malaga Anil Kumar 2013 Optimization of Weight and Stress Reduction of Dump For Automotive Vehicles Int. J. Eng. Res. Technol. 2 (2013) 2278- 0181.

УДК 629.1

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВАНТАЖООБРОБКИ В ТРАНСПОРТНІЙ ЛОГІСТИЦІ НА ОСНОВІ СИСТЕМИ СУПУТНИКОВОЇ НАВІГАЦІЇ GNSS

Т.М. Надич, асп.,

С.Ю. Тищенко, асп.,

К.С. Дунда, магістр,

В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,

А.Є. Солових, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Складський вантажообіг є частиною процесу вантажообробки в системі GNSS. Транспортна логістика поряд із процесами безпосередньо перевезення вантажів включає і низку інших важливих процесів вантажообробки, зокрема, переміщення вантажу (наприклад, з одного перевізного засобу на інший або для тимчасового зберігання), складування, зберігання. Основну увагу приділено процесам перевезення вантажу. Розглянемо види логістичних процесів вантажообробки. Оскільки ці процеси в основному пов'язані зі складськими роботами, то об'єднаємо їх одним загальною назвою: складський вантажообіг. Більш того, проблема використання GNSS у логістичних процесах складського вантажообігу представляє і самостійний інтерес, взагалі кажучи, не пов'язаний із процесом вантажоперевезення. Тому розглянемо технологію використання GNSS в процесах складського вантажообігу.

Пропонована технологія використання GNSS у системі складської вантажообробки аналогічна технології її використання в транспортній логістиці. Однак є ряд специфічних відмінностей, що породжує необхідність уточнення технології використання GNSS у складському комплексі з урахуванням специфічних особливостей роботи складу. Основними ознаками відмінності роботи складського комплексу від транспортної логістики є:

1. Охоронний вантаж стаціонарно розміщений в деякому приміщенні або на території, і тому основне завдання використання даних, отриманих на основі GNSS – контролювати в безперервному режимі наявність вантажу в точці розміщення, і наявність різних суб'єктів та переміщуваних об'єктів у зоні контролю вантажу та/або в приміщенні, де він знаходиться. У певному аспекті процедура контролю за збереженістю та безпекою вантажу спрощується, тому що немає необхідності контролю за переміщенням вантажу.

2. Оскільки вантаж знаходиться в захищеному приміщенні, то основні функції контролю за станом та збереженням вантажу переходять від системи безпеки центру з транспортної логістики компанії до служби безпеки складу. Однак при цьому транспортна компанія має також вести контроль за вантажем. Тобто виникає ситуація подвійного контролю, яка вимагає розробки та впровадження певного регламенту взаємодії двох служб і поділу відповідальності.

3. Оскільки вантаж часто розміщується в закритому приміщенні, то в цьому випадку необхідність жорсткого контролю за температурно-кліматичними умовами в зоні зберігання вантажу стає несуттєвою.

4. У зв'язку з можливим частим проведенням складських робіт у зоні знаходження вантажу та стаціонарності розміщення вантажу можливо, додатково до засобів переміщення, використання різних засобів сигналізації та тривожного оповіщення при спробі проникнення безпосередньо до вантажу.

Вигідне географічне положення нашої країни створює сприятливі умови для участі України у різних схемах світової та національної транспортної логістики, в тому числі й у наданні транзитних транспортних послуг іншим країнам. Масштабне вирішення зазначеного завдання неможливе без належного складського комплексу державного масштабу, що в

сучасних умовах без інформаційних систем підтримки всіх основних і супутніх процесів вкрай складно ефективно реалізувати їх. Складські споруди, транспортні шляхи, що примикають до них, а також інші складові процесу складування та зберігання вантажів формують єдиний виробничий комплекс – складський комплекс (СК). Для забезпечення ефективної роботи СК в даний час необхідні нові розробки, спрямовані на оптимізацію поточної та перспективної діяльності з використанням сучасних технічних коштів. Саме до таких розробок відноситься інтеграція сучасних супутникових технологій із системами зв'язку та передачі даних про поточну роботу складського вантажообігу до центру управління для забезпечення оптимального управління потоками вантажу та логістикою. Впровадження подібних систем, що автоматизують процеси складського вантажообігу (що, перш за все, пов'язано з впровадженням необхідних інформаційних систем), дозволяє контролювати місце розташування транспортних засобів і вантажів, здійснювати безперервне стеження, забезпечуючи умови безпеки.

В даний час відбувається активне впровадження засобів автоматизації та інформатизації всіх систем складського господарства, починаючи з систем обліку та закінчуючи системами навантаження-розвантаження товарів та виробів. Особливо актуальне використання інформаційних систем на вантажонапружених ділянках, дозволяючи підвищити їх пропускну здатність і усунути ризики збою роботи складської системи, пов'язані з ручним веденням логістики складського вантажообігу (СВ), зокрема, виникненням збою в процесі вантажообігу та з проблемами обліку профілю та плану шляху, розсинхронізацією управління процесами логістики на різних ділянках вантажопотоку.

Які у перевізному процесі, так і в процесі СК активне використання GNSS дозволить суттєво підвищити рівень забезпечення безпеки вантажу, забезпечивши повний і безперервний контроль за ситуацією в зоні знаходження вантажу. При цьому дані, отримані на основі GNSS, повинні бути складовими інформаційної системи складського комплексу. Це означає, що інформаційні технології, що використовуються у складі інформаційної системи СК повинні підтримувати технології роботи з даними, отриманими від GNSS.

Методи та засновані на них інформаційні технології дозволяють вирішувати багато завдань СК з використанням даних від GNSS. Останнім часом розроблено низку методів, орієнтованих на конкретну потребу виробництва:

1. Метод "Канбан" (розроблений в Японії з метою управління поставками в умовах потокового виробництва; враховує потребу, яка виходить з кінцевого монтажу);
2. Метод "точно в строк", за допомогою якого в результаті частих ("дрібних") поставок різко скорочуються накопичені запаси;
3. Електронно-інформаційний метод комунікації клієнта та постачальника на основі передачі необхідних даних, коли запит надходить у вигляді замовлення, а дані про поставку та транспортування уточнюються в прямому міжкомп'ютерному спілкуванні.

Автоматизована система СК повинна мати механізми активної взаємодії в режимі реального часу з інформаційною системою центру транспортної логістики. Прямий і наочний зв'язок між складською логістикою та перевізним процесом на складських ділянках не тільки прискорює процес доставки та обробки вантажу, а й полегшує управління запасами матеріалів; скорочуючи витрати на складування.

У сучасних умовах ефективна реалізація зазначеного зв'язку може бути забезпечена на основі GNSS. Перевагами такої системи є консолідація обчислювальних потужностей, каналів зв'язку, систем управління та захисту інформації, технічного обслуговування; єдиний інформаційний простір процесів, пов'язаний з функціонуванням складу; максимально оперативне реагування на всі завдання та нестандартні ситуації; мінімізація вартості створення і функціонування всією системою складського вантажообігу.

Таким чином, розв'язання задачі автоматизації СК викликає необхідність у вирішенні проблем та ряду специфічних завдань, пов'язаних, з використанням GNSS в процесі її функціонування, а також із забезпеченням взаємодії з центром транспортної логістики.

УДК 681

ЕФЕКТИВНІСТЬ АВТОМОБІЛЯ ПРИ ЇЗДОВОМУ ЦИКЛІ WLTC

В.О. Ломакін, викл., канд. техн. наук,
С.В. Мельничук, доц., канд. техн. наук,

Б.В. Ємець, доц., канд. техн. наук,

О.П. Рябчук, доц., канд. с.-г. наук.,

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна

Анотація. Представлено підхід щодо оцінки ефективності використання автомобілів під час WLTC (Worldwide harmonized Light-duty vehicles Test Cycles) на основі фізичних основ руху автомобіля.

Ключові слова: WLTC, споживання енергії, втрати енергії автомобіля, ефективність автомобіля

Вступ. У останні роки автомобільна індустрія зробила значний прорив у покращенні ефективності сучасних транспортних засобів. Цей прогрес був спричинений зростаючою турботою про екологію та зростаючими витратами на паливе. Щоб вирішити ці задачі, автовиробники зосередилися на розробці інноваційних технологій та стратегій дизайну, спрямованих на покращення пливної економічності та зменшення шкідливих викидів. Коефіцієнт ефективності - це показник, який визначає, наскільки ефективно двигун та трансмісія перетворюють енергію палива в корисну енергію руху транспортного засобу. Нижче наведено інформацію про коефіцієнт ефективності для сучасних автомобілів [1-6]:

- Сучасні електричні автомобілі: електричні транспортні засоби працюють виключно на електриці та приводяться в рух електродвигуном, живлення якого відбувається від батареї. Ефективність силових установок електромобілів може варіювати, але вони, як правило, демонструють вищу ефективність порівняно з традиційними бензиновими автомобілями. Коефіцієнт ефективності приводу електромобілів зазвичай коливається навколо 80%, що вказує на те, що приблизно 80% енергії від батареї перетворюється в корисну роботу.
- Гібридні автомобілі: гібридні автомобілі поєднують в собі двигун внутрішнього згоряння і електродвигун з батареєю. Ефективність гібридних силових установок залежить від конкретного дизайну та конфігурації гібридної системи. Загалом гібридні силові установки можуть забезпечувати покращену економію пального порівняно з традиційними бензиновими автомобілями. Економія пального гібридних автомобілів може варіюватися, але вона часто перевершує ту, яку мають традиційні автомобілі.
- Класичні бензинові автомобілі з іскровим запалюванням: під класичними бензиновими автомобілями розуміють традиційні автомобілі з бензиновим двигуном. Ефективність двигунів з іскровим запалюванням може варіювати в залежності від таких факторів, як конструкція двигуна, технологія та умови руху. У середньому двигуни з іскровим запалюванням в автомобілях мають діапазон ефективності приблизно від 20% до 35%.
- Дизельні автомобілі: дизельні автомобілі використовують двигуни із запалюванням від стиснення, відомі своєю високою ефективністю. Дизельні двигуни можуть досягати більшої теплової ефективності порівняно з двигунами з іскровим запалюванням. Ефективність дизельних двигунів може варіювати від приблизно 30% до 50%, залежно від конструкції та умов використання.

Методика. Взагалі, підхід до оцінки ефективності транспортного засобу передбачає аналіз структурних елементів всіх компонентів, таких як двигун, привід та інші. Але це складне завдання, оскільки параметри змінюються через характеристики руху і, в основному, не можуть бути зібрані або спрощені з достатньою точністю. Згідно з теоремою про збереження енергії [7]:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x) dx = F \cdot d = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = m \cdot a \cdot d \quad (1)$$

Щоб порівнювати характеристики різних транспортних засобів в реальних умовах, використовуються цикли руху. Це є важливим елементом для вимірювання витрати пального та викидів. Ці цикли руху відображають конкретні умови руху і розроблені для імітації умов реального водіння. В різних регіонах світу використовують свої власні цикли руху, кожен з яких адаптований для відображення звичок та умов водіння, характерних для цього регіону.

Характеристики циклу руху, такі як середня швидкість, динамічна поведінка, частота та тривалість зупинок, впливають на вимірювані значення викидів та витрати пального. Наприклад, деякі цикли руху можуть мати стилізований та менш динамічний патерн водіння, як це має місце в Європі з циклом NEDC (New European Driving Cycle). З іншого боку, інші цикли руху, такі як цикл US06, що використовується в Сполучених Штатах, можуть включати більш динамічний та представницький патерн водіння. Використовуючи цикли руху, що найбільш наближені до реальних умов водіння, результати вимірювань можуть бути більш реалістичними та точними.

Важливо враховувати, що вибір циклу руху для тестування повинен враховувати фактори, такі як патерни руху, дорожні умови, швидкості та специфічні для регіону звички водіння. Використання циклу руху, який максимально наближений до реальних умов водіння, дозволяє виробникам та регулюючим органам отримувати надійніші дані щодо витрати палива та викидів, що дозволяє споживачам приймати обґрунтовані рішення на основі реалістичних очікувань щодо продуктивності.

Відповідно до WLTC, ми знаємо інформацію про швидкість, прискорення та час із частотою 1 Гц. З використанням даних з WLTC та рівняння (1) можна розрахувати використану потужність транспортним засобом [8].

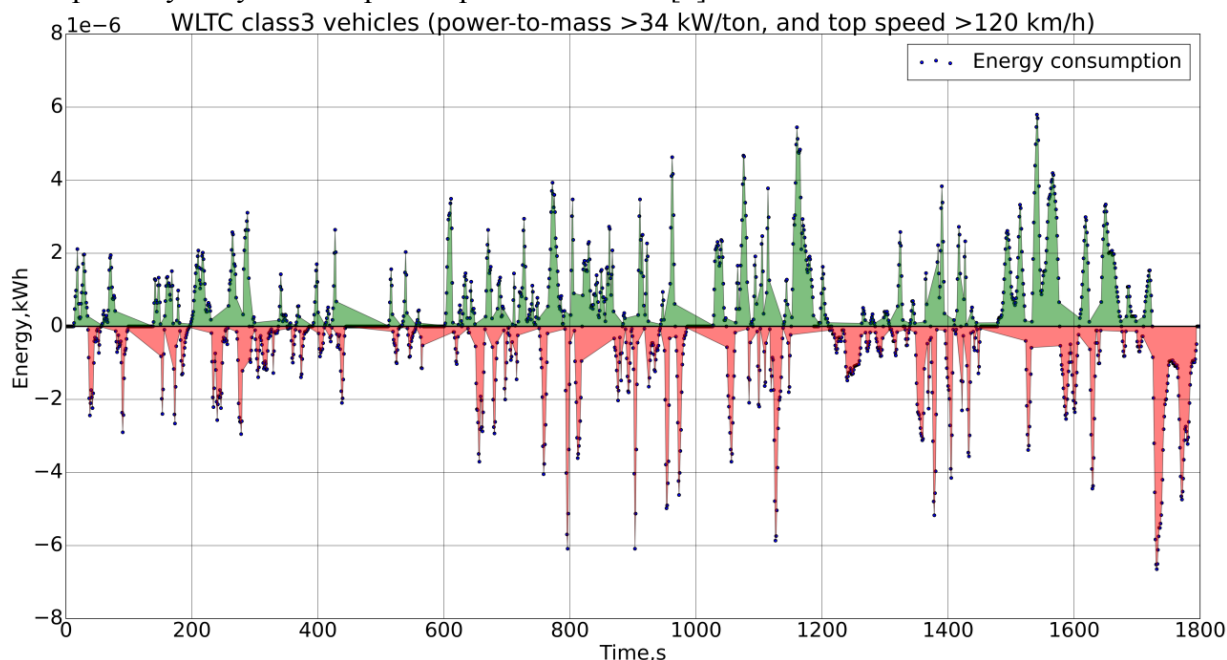


Рисунок 1 – Загальна питома (на 1 кг маси автомобіля) енергія циклу WLTC, транспортні засоби 3 класу (більше 34 кВт/т)

Енергетичний баланс циклу WLTC повинен дорівнювати нулю, оскільки вся енергія двигуна перетворюється у кінетичну енергію транспортного засобу, а під час гальмування перетворюється в тепло, що в результаті призводить до нульової швидкості. Проте можна враховувати лише позитивну потужність/енергію, розраховану згідно з рівнянням, і відкинути негативну потужність/енергію гальмування, оскільки вона не має корисного впливу, за винятком безпекових міркувань тощо. Деякі автомобілі можуть відновлювати енергію під час гальмування і зберігати її для майбутніх прискорень, що робить їх ще

ефективнішими. Щоб переконатися, що все правильно, загальна енергія повинна бути рівною нулю:

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{н}} = 0 \quad (2)$$

де $E_{\text{п}}$ - позитивна енергія прискорення, а $E_{\text{н}}$ – негативна енергія гальмування та/або опір.

Аналіз кількості позитивної енергії $E_{\text{п}}$ вказує на реальну роботу сил, необхідних для руху транспортного засобу (чистий прискорювальний ефект без всіх втрат), а $E_{\text{н}}$ вказує на реальну роботу гальмівних систем (втрати, такі як опір коченню і вітру, мають тут позитивний ефект). Це надає можливість порівнювати ефективність різних транспортних засобів, якщо ми знаємо кількість енергії, витраченої під час тесту WLTC (EWLTC). Потім можна розрахувати ефективність транспортного засобу за формулою:

$$\eta = \frac{E_{\text{п}}}{E_{\text{WLTC}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Результати досліджень.

На рис.1 позитивна енергія $E_{\text{п}}$ показана зеленою областю, а енергія гальмування та/або опір - червоною областю. Загальна енергія повинна в сумі повинна дати нуль:

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{н}} = 6.9 \cdot 10^{-20} \approx 0 \text{ кВТ/кг} \quad (4)$$

де E – загальна енергія за цикл.

Вираз 4 підтверджує теорему про збереження енергії за цикл WLTC.

Висновки.

Авторами запропоновано визначати ефективність транспортних засобів за цикл WLTC на основі витраченої енергії та доведено виконання теореми про збереження енергії за цикл WLTC.

Список використаних джерел

1. "Efficiency Analysis of Battery Electric Vehicle Powertrains" - Zhang, X., et al. (2019). Applied Sciences, 9(8), 1557. [Available: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/8/1557>] [Accessed august 2023]
2. "Efficiency Analysis of Hybrid Powertrains: A Review" - Azadi, S., et al. (2019). Energies, 12(12), 2394. [Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/12/2394>] [Accessed august 2023]
3. "Efficiency Analysis of Spark Ignition Engines in Passenger Cars" - Hountalas, D. T., et al. (2017). Energy Procedia, 105, 1514-1520. [Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021735903X>] [Accessed august 2023]
4. "Efficiency Analysis of Diesel Engines in Passenger Cars" - Shu, G., et al. (2016). Energy Procedia, 100, 951-956. [Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610216324660>] [Accessed august 2023]
5. Heywood, John B. Internal Combustion Engine Fundamentals. New York: McGraw-Hill, 1988.
6. <https://chat.openai.com/> [Accessed september 2023].
7. Physics Urone P, Hinrichs R., Gozuacik F., Pattison D., Tabor C. OpenStax Texas Education Agency (TEA) 850 p. 2020 ISBN-13 978-1-951693-21-3.
8. World-Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure (WLTP) International Council On Clean Transportation ICCT policy update november 2013 [Available: www.theicct.org] [Accessed: august 2023].

UDC 629.1

DISCOVERY OF OPPORTUNITIES OF THE TRANSPORT LOGISTICS SYSTEM WHEN IMPLEMENTING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY

V.P. Petlenko, *graduate student,*

V.M. Chumak, *master,*

V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*

A.V. Hrynkiv, *senior researcher, Ph.D. technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

As the demand for increased transparency and reliability of supply chains in the logistics market increases, leading IT companies such as IBM are offering large companies operating in various industries as a test version to implement their developments based on blockchain technology.

The Hyperledger International Blockchain Consortium was launched by the Linux Foundation in 2015 and currently brings together more than 115 companies from various fields, including finance, automotive, healthcare, IoT (Internet of Things), and aviation. The main goal of the consortium is to create a single open-source blockchain platform that will allow organizations around the world to implement blockchain technology in their business processes.

Retailer WalMart became one of the first users of blockchain; he is testing new IBM technology to supply mangoes to the US and pork to China. The company believes that its implementation will increase the efficiency of inventory management and ensure food safety. At the time, it took the company about two weeks to use paper-based workflow to determine the source of the infection. According to experts, the blockchain will provide complete information about any batch of goods listed in the database, supporters of the technology say.

The transparency of the supply chain will also benefit end consumers, who will be able to ensure the safety of the products, their freshness, the absence of GMO and unwanted additives. Using blockchain technology, the company "Provenance" tracks the movement of tuna, controlling its catch and delivery, thereby ensuring the quality of the products delivered to the consumer.

Blockchain is relevant in the fight against fraud and delivery errors, as one of the important advantages of the technology is the instantaneous simultaneous updating of information for all participants in the logistics chain. At the Maersk company, which has begun testing technologies on several routes of container lines, experts predict multibillion-dollar savings in the event of a successful blockchain implementation. According to statistics, 90% of international trade turnover in the world is delivered in containers. During the delivery of each of them, an average of 30 links of the logistics chain (including consignors, consignees, carriers, customs, tax, regulatory bodies) participate, between which more than 200 units of information interaction take place. It is assumed that each of the links in the chain will be able to add its record to the blockchain using a smartphone, and this will eliminate the need to issue a large number of shipping documents at each stage of the journey. According to experts, the implementation of digital technology of real-time data exchange and storage has the potential to radically change supply chains.

BlockChain technology will help determine location, temperature, humidity and power status in real time. In an experiment conducted by the Commonwealth Bank of Australia, Wells Fargo and Brighann Cotton, using the example of the delivery of 88 packages of cotton worth \$35000 from the United States to China along a route of 11000 km, it was proven that the integration of blockchain technology into the logistics process contributes to the growth business profitability.

The global prospects of blockchain technology are also announced in the expert community. Microsoft is also developing in this direction, together with JPMorgan Chase and other large financial corporations, based on the alternative technology of the Ethereum virtual currency. Azure

Blockchain-as-a-Service (Baas) was launched in late 2015, and since then Microsoft has been engaging with customers and partners to get feedback and suggestions to improve the solution to create opportunities. to implement the technology and increase demand for blockchain applications.

This company has announced the launch of a new initiative under the brand name "Project Bletchley", the purpose of which is to help companies representing various sectors of the economy with the creation of consortia for the study and implementation of blockchain technology.

"Microsoft" also takes on an educational mission, considering the essence and possibilities of technology, and also stimulates entrepreneurship and the development of technology, holding "hackathons", "workshops" and incubation programs around the world.

Aviation company "Dnata" together with IBM announced the completion of research on the potential of using blockchain technologies and smart contracts in the aviation industry. The study showed that the use of blockchain will help reduce costs and increase the transparency of logistics processes, which will lead to a decrease in the level of fraud.

The founder of the "Ethereum" platform claims that logistics will become a leading industry along with finance, as the technology meets the needs of the industry by its functions.

Blockchain is able to solve such problems as cargo theft, hidden losses, disputes about cargo ownership, as well as the problem of processing a huge number of paper documents that prevent shippers from quickly sending goods, etc. Logistics chains often involve hundreds of participants and geographic locations. Given the secrecy and non-transparency of databases, the investigation of fraud, theft and other illegal activities becomes extremely difficult. Blockchain can make shipping more transparent, cheaper and safer. And some companies are already starting to implement this technology in their activities. One of the main innovators in this field is the Danish logistics giant "Maersk", which, together with "IBM", is actively exploring the possibility of using blockchain and smart contracts in cargo transportation. "Maersk" in partnership with "IBM" tested the possibilities of blockchain in the management of supply chains by transporting cargo across the Atlantic. At the same time, using the code of the Hyperledger Fabric platform, it develops blockchain-based tools. This technology has enormous potential, reducing costs by trillions of dollars on a global scale.

he most striking example of the use of blockchain in global freight transportation is the agreement between Commonwealth Bank of Australia (CBA), Wells Fargo and Brighann Cotton. The peculiarity of this agreement is that technologies from the field of "Internet of Things" (IoT) were also used with blockchain and smart contracts. This was done as follows: a container truck with cotton was moving from the USA to China, GPS sensors tracked the geographical position of the goods. After the container ship reaches the specified destination, the smart contract uploaded to the closed blockchain will transmit the arrival information. Then this smart contract will start the process of transferring funds.

The use of blockchain technology in combination with other technologies can significantly reduce the amount of paperwork, as well as reduce costs and increase the efficiency of freight transportation. Based on the results of the analysis, it can be concluded that logistics is an industry in which the use of blockchain technology can solve the security problem in this industry, as well as simplify and reduce the cost of transporting goods with the help of smart contracts.

УДК 656.0

ПОНЯТТЯ ТРАНСПОРТНОЇ РУХЛИВОСТІ НАСЕЛЕННЯ

А.І. Голояд,
С.І. Гринчишин,

В.О. Дзюра, проф., д-р техн. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Дослідження транспортної рухливості населення дозволяють не тільки зробити висновок про кількість пересувань населення за рік, але також вказує про резерви або їх відсутність у підвищенні попиту пасажирів на перевезення міським пасажирським автомобільним транспортом. Транспортна рухливість - це характеристика рухливості населення, що є середньою кількістю поїздок на автомобільному транспорті, що припадає на рік на одного жителя. Показник транспортної рухливості населення ґрунтується на даних про кількість пересування однієї людини на рік. Дані про кількість пересувань дозволяють визначити характер розподілу транспортної рухливості за сезонами року та видами транспорту. Змінився характер транспортної активності населення. Значно підвищився рівень автомобілізації, збільшилася ділова активність громадян, змінилися їхні культурно-побутові потреби. Усі вищезгадані зміни вплинули на характер і величину пасажирських транспортних потоків. Як зазначалося раніше, потреба у пересуваннях пасажирів задовольняють двома способами: пересуваннями маршрутами регулярних перевезень і пересуваннями індивідуальними маршрутами легковим автомобілем. Пересування маршрутами регулярних перевезень та закономірності їх формування вивчені найбільшою мірою. Цьому напрямку присвячені багаторічні дослідження та практичний досвід у країні та за кордоном. Другий напрямок вивчено найменшою мірою і лише в частині перевезень легковими таксі. Графічно динаміку перевезення пасажирів усіма видами транспорту в Україні зображено на рис. 1.

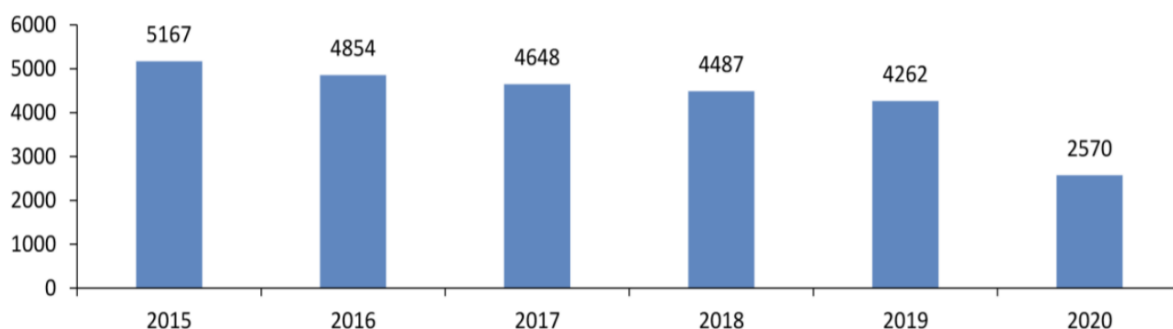


Рисунок 1 – Динаміка перевезення пасажирів усіма видами транспорту, млн. осіб

Якщо ж говорити про регіональний розподіл перевезення пасажирів автобусним транспортом, то цей розподіл по областях України має наступний характер.

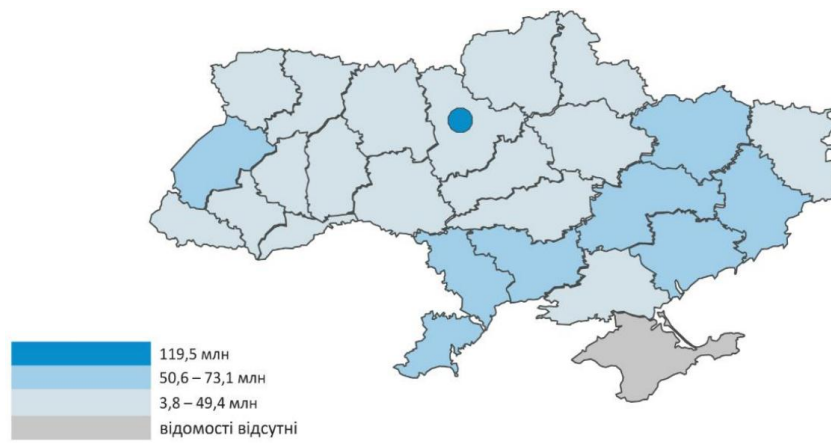


Рисунок 2 – Розподіл перевезень пасажирів автомобільним транспортом (автобусами) у 2020 році

UDC 656

IMPROVING THE QUALITY OF TRUCK TRANSPORTATION SERVICES BY IMPLEMENTING LOGISTICS OUTSOURCING

D.P. Kosiakovich, *graduate student,*
E.O. Kyrychenko, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
S.V. Lysenko, *associate professor, candidate technical sciences,*
A.V. Hrynkiv, *senior researcher, Ph.D. technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

When choosing outsourcing in the organization of freight transportation, there may be several options. Full outsourcing involves the transfer of all operational warehousing and cargo handling activities to a warehouse operator (logistics provider). In this case, the focal company plans volumes and carries out controlling KPI, which are established to control the quality of services and the tariff grid of the warehouse operator. With partial outsourcing, there may be different options, for example, renting only the building (warehouse facilities), when the equipment and personnel belong to the focal company, or renting a warehouse with equipment, when the personnel and cargo processing technology are their own, etc.

It is shown that one of the tools for solving the problem of optimization of goods movement is outsourcing.

Sourcing means identifying the executor of a certain process. At the strategic level, it consists in making decisions about what the enterprise will do independently, and what it will acquire externally. The sourcing decision is very important, because the efficiency of the supply chain depends significantly on the choice of the type of production, the choice of suppliers and the type of contracts. Sourcing decisions should be made in accordance with the company's competitive behavior strategy. Enterprises, firms, companies prefer to give operational logistics functions to logistics intermediaries, focusing on key competencies and coordination functions of logistics.

Outsourcing is the process by which a company transfers part of its production or business processes to another company that is an expert in this field. By delegating processes that do not belong to the main production, but are strategically important, the company makes a mutually beneficial exchange. At the same time, it is worth distinguishing the concepts of one-time support and outsourcing. One-time support has an episodic nature, and a contract for the provision of outsourcing services for a certain period is concluded with an enterprise, firm, or outsourcing company. Outsourcing is used primarily due to reluctance to spend time on areas accompanying the main activity. Outsourcing allows you to entrust the management of these areas to professionals, and to focus all your efforts on solving the main strategic and production tasks at the enterprise, firm, or company.

The following types of outsourcing are distinguished: production, business process, IT outsourcing.

In production outsourcing, a part of production functions is transferred to a third-party organization. For example, advertising agencies that use the production facilities of the printing house.

In business process outsourcing, business processes, which are the main type of its activity, are transferred to the management of a third-party firm or company. A classic example of this outsourcing is accounting services.

With IT-outsourcing, the information systems of the firm or company are transferred to the service of organizations engaged in technical support and software. The list of functions may include: site creation, software support or development, maintenance of computer and related equipment.

The main task of outsourcing at an enterprise, firm, or company is to move non-core and highly specialized areas of activity beyond the scope of business. Let's start with the obvious advantages of outsourcing related processes. From an economic point of view, the involvement of an outsourcer allows the enterprise, firm, company to significantly reduce costs, since the company will not have to maintain an additional structure and expand the staff. Transaction costs may decrease. Some fixed costs can be transformed into variables depending on the needs of the enterprise, firm, company in the period. From the point of view of the implementation of strategic tasks, outsourcing makes it possible to concentrate resources on the main production, as well as to improve operational control. In addition, the process of introducing new technological or management operations is facilitated. On the technological side, outsourcing opens access to higher technologies. If there are no necessary specialists in the staff, they can be brought in under the outsourcing program. The quality of service in the event of the involvement of an outsourcer increases significantly, since the third-party organization undertakes to monitor the quality of the works provided under the contract.

Let's identify the main disadvantages that can prevent the company from achieving the desired goal with the help of outsourcing. This is an increase in costs that is possible if an organization outsources too many processes. In addition, the implementation of an outsourcing system requires a careful calculation of costs and their comparison with the expected economic effect. Transaction costs may also increase. The possibility of bankruptcy of the firm or outsourcing company should not be made impossible. Control over the execution of outsourced processes may be lost. Management may lose the connection between management and business practice. Management flexibility decreases. The danger of concentration of technological processes. This again deprives the organization of flexibility in certain business processes. Lack of a clear legal framework for outsourcing. In addition, many organizations are afraid to delegate business processes to others due to fear of information leakage or possible violation of contractual relations.

It is advisable to hand over all logistics functions of the organization-contractor if the company does not need individual services, but the entire logistics chain. These can be small and medium-sized enterprises, which for some reason do not want or cannot invest in the development of their own logistics, or large companies. At the same time, the implementation of supplies is a complex, multi-stage process.

We can conditionally distinguish 5 groups of logistics services that are popular on the Ukrainian outsourcing market:

– transport and forwarding services, which are divided into two independent services: transport and forwarding services. As a rule, the transport service is ordered by those organizations that already have a forwarding department. Here, the transport organization carries out only the transportation of cargo, and the organization carries out the preparation of documents on its own. The freight forwarding service is most in demand, as it includes full coordination of cargo transportation as a whole;

– customs clearance services are a rather specific area of logistics activity. It means working directly with customs authorities in a regulated legal field. This presupposes the presence in the organization of certified specialists in customs clearance, who are thoroughly familiar with customs legislation, as well as ensuring the payment of customs payments. It is often quite difficult to organize work with customs clearance within the enterprise, as it requires large financial and labor costs. In addition, in the event of disagreements with the customs authorities, problems regarding

the declaration of goods, all responsibility, both legal and financial in the form of fines, falls directly on the organization;

– warehouse services and the organization of a warehouse complex (or even warehouse premises) within the enterprise is a rather expensive measure, which involves large financial investments, such as the purchase or lease of premises, and warehouse equipment in accordance with the necessary standards;

– coordination of the procurement process, packaging/repackaging of goods, warehousing, etc. - this type of service is most often requested by organizations that have fairly extensive branch (trade) networks in their organizational structure. In this case, ordering such logistics services will be appropriate and justified;

– complex services (complex outsourcing) Here, a single logistics operator acts as a contractor company. As a rule, these are large logistics companies that have at their disposal all the resources necessary for the implementation of logistics business processes throughout the entire logistics chain of the client company. This complex service is in demand, as mentioned, by companies whose supply algorithm is quite complex and has several intermediate stages. In fact, it is a service of goods solicitation from the producer to the consumer.

УДК 621.9.015

АНАЛІЗ ПРИЧИН УТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ДЕФЕКТІВ НА РОБОЧИХ ПОВЕРХНЯХ КОНУСНИХ ДИСКІВ ВАРІАТОРНИХ ТРАНСМІСІЙ

**В.О. Дзюра, проф., д-р техн. наук,
Семенен,
В.Я. Федів,
О.Ю. Крук,
П.О. Марущак,**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Сучасні технології виробництва машин постійно розширюють асортимент виробів, де робочі поверхні деталей набувають все більш складну форму. В автомобільній промисловості все більшого поширення набувають безступінчасті варіаторні трансмісії (рис.1). Основними елементами цих трансмісій є конусні привідні елементи, які можна прирівняти до дисків. Найпопулярніші варіатори JF011E застосовуються на автомобілях найпопулярніших автомобільних брендів Toyota, Dodge, Nissan, Mitsubishi, Peugeot, Renault та інші.

Варіаторна коробка передач відноситься до класу безступінчатих трансмісій (CVT) [1]. Її основними перевагами є забезпечення плавності ходу транспортного засобу, і як наслідок висока паливна економічність. Тому для руху у містах її перевага є беззаперечною. При цьому плавність ходу цієї трансмісії забезпечується переміщенням збірного металевих привідного паса по робочих поверхнях конусних дисків. При швидкій зміні швидкості привідного паса сила тертя між бічною поверхнею паса і робочою поверхнею конусного диска виявляється недостатньою для утворення належного контакту і пас проковзує по поверхні диска. При цьому на цій поверхні утворюються експлуатаційні дефекти, що спричинені деформацією зсуву у вигляді подряпин, рисок, потертостей, раковин, виривів (рис. 2).



Рисунок 1 – Варіаторна трансмісія (загальний вигляд)

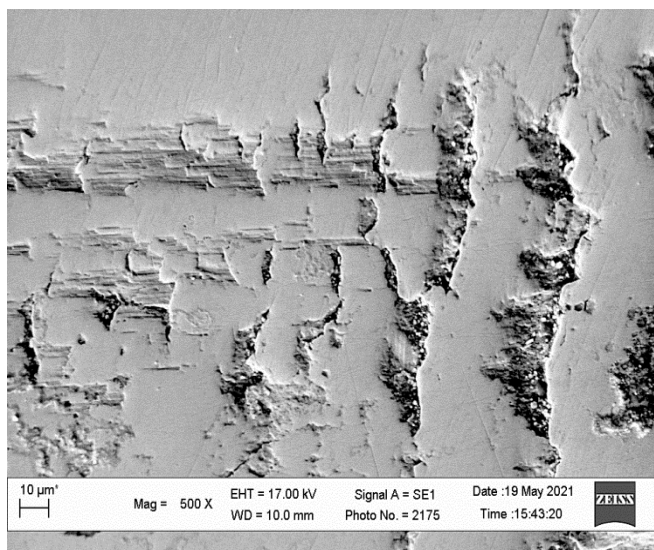


Рисунок 2 – Експлуатаційні дефекти робочої поверхні конусного диска варіаторної трансмісії

Тому проблема підвищення ресурсу конусних дисків варіаторних трансмісій є важливою проблемою для автомобілебудівної галузі, яка потребує невідкладного вирішення.

Оскільки поверхневі дефекти мають різний характер, відповідно матимуть і різні методи їх запобігання.

Щоб визначити методи запобігання утворення поверхневих дефектів на робочих поверхнях конусних дисків варіаторних трансмісій необхідно ретельно проаналізувати умови роботи пари конусний диск-металевий привідних пас та процеси, які передують утворенню дефектів.

Відомо [2, 3], що утворення дефектів відбувається лише при неправильній експлуатації трансмісії, а також внаслідок її тривалої експлуатації. Під терміном неправильна експлуатація передбачає: швидке прискорення транспортного засобу; заміна мастила не за регламентом; тривала експлуатація при високій температурі зовнішнього середовища. Отже висока температура в зоні контакту - як наслідок перегріву, високі питомі тиски - як наслідок швидкого прискорення та наявність дрібнодисперсних часток металу в робочому середовищі - як наслідок позарегламентної заміни мастила – основні причини утворення поверхневих дефектів робочих поверхонь варіаторних трансмісій. Внаслідок таким х умов експлуатації утворюються дефекти двох типів, які мають принципово різну природу походження, хоча і однакову дислокацію. Перша група дефектів це подряпини, риси та потертості. Ці дефекти виникають внаслідок проковзування металевого привідного паса по робочій поверхні конусного диска. Запобігти такому дефекту можна лише забезпечуючи плавне прискорення транспортного засобу (плавне натискання на педаль акселератора). Друга група дефектів це раковини та вириви. Ці дефекти утворюються внаслідок тривалої експлуатації трансмісії, що призводить до її перегріву. При цьому в зоні контакту привідного паса і робочої поверхні конусного диска має місце процес адгезії (схоплювання), тобто прилипання поверхонь внаслідок дії високих температур. Процес відбувається значно інтенсивніше і спостерігається при значно нижчих температурах, якщо в робочому середовищі (мастилі) наявні дрібнодисперсні частинки металу. Таким чином дотримання умов експлуатації та застосування технологічних методів при виготовлення конусних дисків варіаторних трансмісій дозволить запобігти вищевказаних дефектам та значно збільшити ресурс роботи вузла вцілому.

Список використаних джерел.

1. High-Performance Control of Continuously Variable Transmissions by Stan van der Meulen – Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2010 – Proefschrift. ISBN: 978-90-386-2389-4.
2. Meulen, van der, S. H. (2010). High-performance control of continuously variable transmissions . Technische Universiteit Eindhoven. – Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, 2010 – Proefschrift. <https://doi.org/10.6100/IR692236>
3. Seigars, Camerin Michael, "Modeling of A Continuously Variable Transmission and Clutching of A Snowmobile" (2016). Honors College . 243. <https://digitalcommons.library.umaine.edu/honors/243>

UDC 658.8

INCREASING THE RELIABILITY OF INTERNATIONAL SUPPLY CHAINS WITH IMPROVED LOGISTICS SERVICE

O.M. Tertytsya, *graduate student,*

V.V. Grebennikov, *master,*

V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*

S.E. Katerynych, *associate professor, candidate. technical sciences,*

Central Ukrainian National Technical University, Ukraine,

O.P. Tsyon, *Assoc., Candidate technical sciences,*

Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine

Logistics service is the management of the flow of services, which is the most important component of all stages of the logistics chain, and can also be provided by the supplier and provider. The formation of a logistics system for an enterprise begins with the segmentation of the consumer market in order to divide consumers into groups, since each group of consumers requires a certain service or the same service, but different qualities.

The main methods of logistics of international supply chains are considered in the work.

System analysis methods are used in planning the distribution of resources between individual types of logistics activities. The identified methods make it possible to consider the set of problems that arise during the allocation of resources throughout the supply chain. Solving issues allows you to use all the resources of the organization at different scales. The Delphi method, unlike the scenario method, involves prior familiarization of logistics experts with the situation using any model. The Delphi method can be called a multi-level questionnaire procedure. This method is not difficult to apply, which is why it can be suitable for small and medium-sized businesses when making decisions. Perhaps, the only significant disadvantage of this method can be called the high time consumption. This method is not suitable for urgent projects. Note that in many countries (for example, in Japan) this method is considered one of the main ones for making quality management decisions.

The goal tree method. In the analysis of logistics systems, the main form of the model, which must be improved and saturated with expert evaluation data, is the goal tree. Logistics experts are invited to analyze the structure of logistics models in general, to develop proposals for including unaccounted for communication in them. And here the questionnaire method is used. The results of all surveys are brought to the attention of all logistics experts, which gives them the opportunity to further adjust their opinion based on the information received.

The method of network planning and management is used to improve the process of planning incoming work, orders and tasks.

The program-target method is effective in solving scientific and technological, economic, social, environmental and tasks. Clearly setting the goal and developing a set of measures allow you to achieve it within the set time.

With the help of the method of mathematical programming, issues related to the construction of paths, flows, and cost reduction are solved.

Economic and mathematical modeling in the logistics system allows analyzing complex production and economic structures, based on developed models, making management decisions and forecasting service development.

The modeling method is based on the creation of logical models of real logistics processes. Here is a simple example - ABC method. When using this method, all objects are divided into three groups:

A – 20% of valuable objects that give 80% of all results;

B – 30% of objects providing 15% of results;

C – 50% of objects that give only 5% of results.

As a result, there is an opportunity to focus all the efforts of the enterprise, firm, company on a small group of important objects that affect the final result, to build accordingly the logistics of acquisition, inventory management, sales in trade.

Each of the methods has its advantages and disadvantages. That is why the manager of an enterprise, firm, or company should, when making a decision (choosing a decision-making method), be well-acquainted with the method he is going to use or study a new method in detail.

The methods discussed above are used by heads of organizations taking into account the following data: the size of the enterprise; goals, decision-making; period of time; capabilities of the company, etc.

Note that these methods can also be used in risk assessment. Information and its quality: timeliness, completeness, reliability play a huge role in evaluation and decision-making. It can be said that information is the foundation of logistics activities, and the quality of service performance, as well as timeliness, depends on the listed factors.

The main criterion that allows you to evaluate the service system both from the supplier and from the recipient of services is the level of service or the level of logistics services ($Y_{service}$).

The level of logistics service is a quantitative characteristic that corresponds to the actual values of the quality indicator and the amount of logistics service to the optimal or theoretically possible values of these indicators.

Features of logistics service specifically in the woodworking industry:

1. Forestry roads prevail in use, and not republican public roads, which the republic is obliged to maintain. The use of many logging roads requires large costs for construction and reconstruction. The significant remoteness of the bases, which sometimes exceeds 200 km, also has an extremely negative effect;

2. The specifics of logging include the provision of logging roads. A developed forest network ensures efficient forest use, competitiveness of logging and low costs for wood transportation, and allows round-the-clock supply of wood raw materials to industrial enterprises;

3. Great savings occur due to the preservation of the quality of round lumber: fresh wood is used for production;

4. In the analysis of profitability, appropriate indicators of local spending conditions are used, capital investments in road infrastructure and costs related to this in terms of interest on loans are taken into account. In addition, the annual cost of road maintenance is estimated;

5. Optimizing the density of the road network will make it possible to compare the costs of timber transportation and construction.

Thus, logistics service is a method of managing service flows. To improve the quality of service activities, organizations use rating evaluation. The rating evaluation of the logistics service plays a huge role in the logistics activity of the enterprise. First of all, because control (rating) helps to improve quality. Any analysis (estimation) helps identify and correct mistakes, reduce costs, and develop an effective strategy. All this contributes to the growth of the client's trust, and is also a good incentive for further development.

The logistics supply chain is a complex system. Any organization related to the purchase and movement of goods is included in this system. A high level of control is required to complete all the intended tasks in this chain, as well as to achieve a high quality of execution.

Thus, the main tasks and the construction of the supply chain are based on a managerial decision. Based on the current situation and direction, the manager must be able to choose such a method for solving the problem, so that it meets certain criteria (availability of information, time range, competence) and turns out to be effective. Since any wrong decision is, first of all, additional costs for the organization, which is very risky, given the economic situation in the country, competition over the market.

УДК 656.223:502.5

ВИКОРИСТАННЯ ПРИНЦИПІВ "ЗЕЛЕНОЇ" ЛОГІСТИКИ У ПРОЦЕСІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ ЗА УЧАСТЮ ЗАЛІЗНИЦЬ

Д.В.Ломотько, проф., д-р техн. наук,

О.М.Огар, проф., д-р техн. наук,

М.Д.Ломотько, асп.,

О.О.Нестеренко, асп.,

Д.Д.Ковальов, асп.,

Український державний університет залізничного транспорту, Україна

Сучасні тенденції у вантажних перевезеннях під впливом воєнного стану у країні визначаються зниженням рівня та значними коливаннями обсягів навантаження, а також значними чергами у бік міждержавних переходів. Це означає, що технологію перевезень вантажів за участю залізниць повинно бути оновлено з використанням логістичних принципів. Будь-який вантажовласник здійснює торговельну взаємодію з усіма відкритими ринками, тому ефективна, швидка та, по-можливості, дешева доставка вантажів - ключовий фактор для забезпечення стабільного прибутку перевізника. Зокрема, якщо у минулому внаслідок відсутності гнучкого підходу до організації перевезення вантажів залізниця поступово втрачала обсяги перевезень та доходи від них, то зараз АТ Укрзалізниця є основним вітчизняним перевізником, який повинен забезпечити стійкість економіки країни. З іншого боку, використання у технології перевезень ресурсозбереження та екологічно сприятливих підходів є сприятиме коректному прийняттю рішень щодо інтеграції вітчизняної транспортної системи до транспортної мережі країн ЄС.

Розглянуто перспективи формування ланцюга постачання вантажів у контейнерах на основі застосування концепції "зеленої" логістики при мультимодальних перевезеннях вантажів за участю залізничного транспорту. Встановлено, що мультимодальні технології у порівнянні із доставкою вантажу одним видом транспорту мають менший негативний вплив на навколишнє середовище та повітря.

Слід зазначити, що на долю автомобільного транспорту припадає 72 % всіх транспортних викидів. Тому, очевидно, що при поєднанні різних видів транспорту в мультимодальну схему, шкода від впливу забруднюючих речовин буде мінімізована. Зокрема, показники викидів CO₂ для залізничного транспорту найнижчі в порівнянні з автодорожнім і водним [1, 2].

Доведено, що впровадження "зелених" мультимодальних технологій можливо за рахунок зменшення частки автомобільних перевезень відстанню більш ніж 300 км згідно перспективних вимог країн ЄС [3]. Запропоновано спрямування економії від екологічних податків на інвестиції в логістичну інфраструктуру. За наведених умов запропоновано економіко-математичну модель двоетапної транспортної задачі цілочисельного програмування оптимізації розподілу контейнеропотоків між постачальниками та споживачами з урахуванням екологічного критерію, приклад якої наведено на рис. 1.

У багатоетапних транспортних задачах контейнери від постачальників спочатку надходять на проміжні пункти (розподільчі термінали, у нашому випадку – це міждержавні пункти переходу), де, у разі потреби, вони перевантажуються або певний час зберігаються. Тобто до кінцевих споживачів продукція надходить не від постачальників, а з зазначених проміжних пунктів транспортних мереж.

Оцінку значення екологічного критерію при перевезенні кожним видом транспорту можливо розраховувати як вартісну величину шкоди від негативного впливу двоокису вуглецю на атмосферне повітря

$$B_a = m_{TEU} \eta_a \sum_{n=1}^K (L_{np\ i} c_{atm\ i}), \quad (1)$$

де η_a - середні питомі викиди шкідливих речовин (CO₂) [4], г/TEU·км;

$L_{пр i}$ – відстань унімодального перевезення територією i -ї держави, км;

K – кількість ділянок перевезення територією інших держав (для внутрішнього сполучення $K=1$);

$c_{атм i}$ – ставка екологічного податку на забруднюючі викиди CO₂ територією i -ї держави, грн/т [4].;

m_{TEU} – маса вантажу, що перевозиться у контейнері (TEU), т.

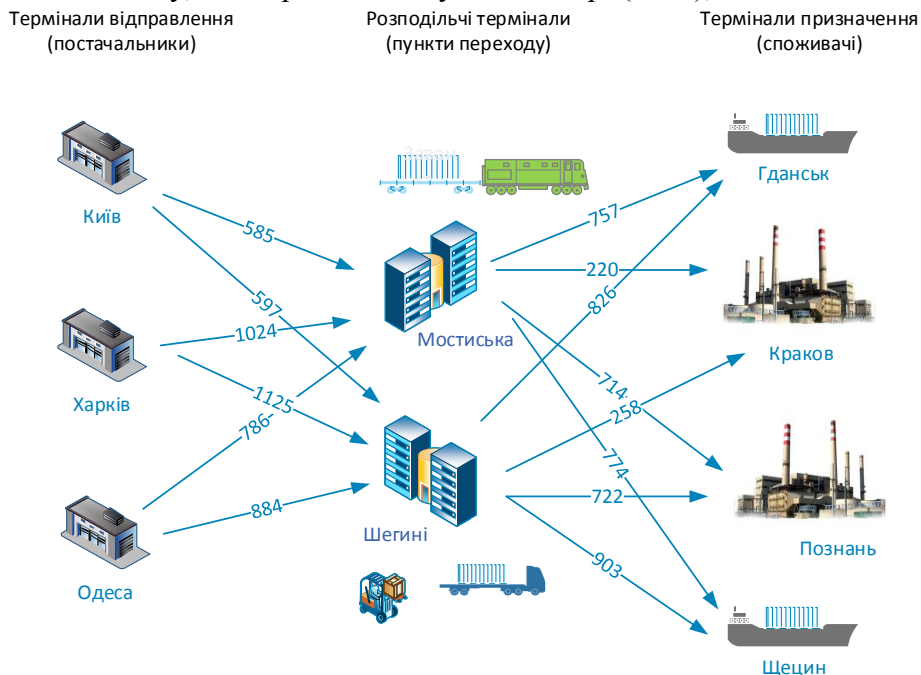


Рисунок 1 – Схема формування транспортної мережі, як двоетапної транспортної задачі

Вирішення двоетапної транспортної задачі з урахуванням екологічного критерію (1) показало, що мультимодальна технологія перевезень контейнерів у внутрішньому транспортному сполученні дає економію на екологічному податку у 6,1 рази, а в міжнародному – 9,8 рази, у порівнянні з унімодальною.

Встановлено, що розвиток мультимодальних перевезень в Україні на принципах "зеленої" логістики потребує вирішення низки внутрішніх організаційно-правових питань, насамперед здійснення гармонізації національного транспортного законодавства з нормами ЄС. Подальший розвиток передбачає впровадження спеціалізованих мультимодальних технологій можливо за рахунок застосування енергоощадливих технологій та спрямування економії від екологічних податків у вигляді інвестицій в логістичну інфраструктуру

Список використаних джерел

1. Ломотко Д. В., Огар О. М., Козодой Д. С., Ломотко М. Д. Перспективи "зеленої" логістики при використанні контейнерних та контрейлерних перевезень в Україні. Залізничний транспорт України.- 2021.- №1.-С. 11-21 DOI: 10.34029/2311-4061-2021-138-1-11-22
2. Lomotko, D., Ohar, O., Kozodoi, D., Barbashyn, V., Lomotko, M. (2023). Efficiency of "Green" Logistics Technologies in Multimodal Transportation of Dangerous Goods. In: Arsenyeva, O., Romanova, T., Sukhonos, M., Tsegelnyk, Y. (eds) Smart Technologies in Urban Engineering. STUE 2022. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 536. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20141-7_74
3. Біла книга Європейської Комісії – план розвитку єдиного європейського транспортного простору - на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи. Видавничий центр Європейського Союзу в Люксембурзі 2011 – 28стр. – ISBN 978-92-79-18270-9 doi 10.2832/30955
4. Тартаковский Э. Д., Грищенко С. Г., Калабухин Ю. Е., Фалендыш А. П. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: монография. – Луганск: Ноулідж, 2011. – 174 с.

УДК 656.072

УДОСКОНАЛЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ МАРШРУТІВ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ УРАХУВАННЯМ МАЛОМОБІЛЬНИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

В.Ю. Тороп, *магістр*,

С.В. Лисенко, *доц., канд. техн. наук*,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна,

М.В. Бабій, *доц., канд. техн. наук*,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Для задоволення потреб пасажирів весь рухомий склад повинен забезпечувати безпечно і комфортно перевезення людей з обмеженими можливостями здоров'я, це одна з головних умов забезпечення їхньої мобільності, а, отже, і активної участі соціального та економічного суспільного життя. Але оскільки на сьогоднішньому етапі оновлення пасажирського рухомого складу спостерігається нестача фінансових ресурсів то необхідно розглядати питання зниження логістичних витрат на транспортне забезпечення всіх категорій населення за допустимого рівня якості пасажирського сервісу. Тому запропоновано модель оптимізації витрат за транспортне забезпечення. Модель будувалася на умовах оптимальності з погляду пасажирів, перевізників та замовника міських пасажирських перевезень.

З погляду замовника перевезень оптимальною буде логістична система обслуговування маломобільних груп населення, яка дозволить надати їм перевезення прийнятної якості, "точно в строк", з мінімальними логістичними витратами на транспортне обслуговування. З погляду пасажирів оптимальною буде та поїздка, яка виконана у мінімальний час із максимальним комфортом за прийнятною ціною. З точки зору оператора транспортних послуг оптимальною буде така система транспортного обслуговування маломобільних груп населення, коли витрати на перевезення будуть мінімальними за допустимого рівня якості перевезень. Цього можна досягти щодо оптимального співвідношення кількості пасажирських транспортних засобів різних видів забезпечення мобільності людей з обмеженими можливостями здоров'я.

Завдання визначення оптимального співвідношення рухомого складу, пристосованого до виконання перевезень різних груп населення можна вирішити з допомогою використання логістичного підходу, оскільки, з погляду логістики, послуги з перевезення пасажирів мають бути доступні і зручні всім без винятку верствам населення.

Визначення необхідної кількості різних міських транспортних засобів, обладнаних для перевезення людей з обмеженими можливостями здоров'я, складається з наступних етапів:

1. Введення вихідних даних:

- перелік зупинок транспортних засобів із зазначенням ступеня їхньої доступності для різних маломобільних груп населення;
- перелік соціально-значущих об'єктів (будівель, споруд та ін.) із зазначенням ступеня їх доступності для різних маломобільних груп населення;
- перелік маршрутів, які обслуговують транспортні засоби, обладнані для перевезення маломобільних груп населення;

2. Розрахунок витрат на перевезення пасажирів, у тому числі маломобільних на конкретних маршрутах та напрямках перевезення у "соціальному таксі", залежно від обсягу перевезень, довжини маршруту, техніко-експлуатаційних та економічних показників роботи рухомого складу. Визначення питомої собівартості перевезення одного пасажирів у конкретних умовах за різних варіантах транспортного обслуговування маломобільних груп

населення.

3. Визначення потреб у перевезеннях за різними видами обслуговування: маршрутні транспортні засоби чи перевезення у "соціальному таксі" на основі аналізу попиту, прогнозування зростання попиту маломобільних груп населення на перевезення у зв'язку з реалізацією соціальної програми адаптації людей з обмеженими можливостями здоров'я та розширення залучення їх до економіки та громадську діяльність.

4. Визначення обсягів перевезення маломобільних груп населення.

5. Розрахунок мінімального та максимального числа низькопідлогових транспортних засобів та "соціальних таксі" виходячи з продуктивності транспортних засобів, попиту на перевезення, коефіцієнта пересадочності пасажирів та рівня якості пасажирського сервісу.

6. Визначення співвідношення звичайних та низькопідлогових транспортних засобів на маршруті.

7. Розрахунок співвідношення перевезених пасажирів у низькопідлогових транспортних засобах та у "соціальному таксі".

8. Визначення кількості автобусів особливо малої місткості, так званих "соціальних таксі", виходячи з їхньої денної продуктивності та незадоволеного низькопідловим рухомим складом попиту на перевезення маломобільних груп населення.

9. Розрахунок логістичних витрат усіх перевізників за різних співвідношеннях числа різного рухомого складу.

10. Розрахунок витрат часу пасажирів у годинах та визначення витрат пасажирів, виражених у рублях, виходячи з вартості години за загальноприйнятою методикою.

11. Побудова спільних графіків зміни логістичних витрат перевізників та пасажирів за різних співвідношень числа низькопідлогових транспортних засобів та "соціальних таксі".

12. Визначення оптимальної кількості різних видів рухомого складу залежно від рівня логістичних витрат перевізників та пасажирів та розмірів фінансування програми оновлення пасажирського рухомого складу.

При організації доступного транспортного обслуговування людей з обмеженими можливостями не можна розглядати лише транспорт, необхідно приділяти увагу маршрутній мережі, організації її безбар'єрного середовища на прилеглих до зупинок територіях, пішохідних переходах та ін. об'єктах їх тяжіння.

Важливим елементом системи життєзабезпечення міста є транспортна інфраструктура. Донедавна такій їй властивості, як доступність для інвалідів та інших маломобільних груп населення (МГН), приділялося мало уваги, в результаті в багатьох містах вона потребує вдосконалення. При формуванні доступного середовища насамперед слід приділити увагу маршрутній мережі. Від її стану багато в чому залежить вибір форм спеціалізованого транспортного обслуговування. Якщо дозволяють умови, на маршрутах можуть функціонувати низькопідлогові моделі автобусів та тролейбусів. Якщо ні, можлива організація спеціалізованого маршруту автобусами з підйомниками. Найпростіший варіант – соціальне таксі та індивідуальний спеціалізований транспорт. У будь-якому випадку на парковках, на підходах до пунктів зупинки, при переході дороги та в зоні тяжіння об'єктів повинні бути дотримані нормативи доступності.

Серед зауважень щодо вулиць, якими проходять траси маршрутів, можна назвати: необхідність нанесення горизонтальної та вертикальної розміток, проведення ямкового ремонту проїзної частини, організація підрізування дерев, перенесення подалі від краю посадкових майданчиків опор освітлення та рекламних щитів.

Складною залишається ситуація із підземними пішохідними переходами, які будувалися без урахування доступності. В даний час при будівництві підземних пішохідних переходів застосовують не лише похилі платформи, які не забезпечують можливості самостійного пересування інвалідів-візочників, не працюють у зимовий період, а також не дозволяють їх використовувати людям із дитячими візками, а ліфти, які полегшують використання переходів.

Маршрути, навіть нові, проходять існуючою маршрутною мережею. Такі маршрути

мають бути доступні протягом усього.

Майданчики зупинкових пунктів можна поділити на три типи а – доступні для роботи підйомника та рампи; а, б – доступні до роботи підйомника; б, в – не доступні обслуговування автобусів з рампою і підйомником.

Більшість зупинок не є придатними для обслуговування інвалідів. Посадка-висадка пасажирів на більшості ЗП здійснюється з рівня проїжджої частини у заїзній кишені, а не з посадкового майданчика. Це зумовлено низкою причин: водії ДПТ не хочуть з'їжджати з проїжджої частини, щоб не поступатись при виїзді дорогу транспорту, пасажирів у свою чергу виходять на проїжджу частину, заважаючи водію здійснити необхідний маневр. Геометричні параметри багатьох кишень зупинки не дозволяють здійснити необхідний маневр, іноді вони зайняті припаркованим транспортом. Водночас немає пандусів для з'їзду інвалідів-візочників та МГН із посадкового майданчика до заїзної кишені. Найчастіше таким пасажиром буває нелегко долати перешкоди для посадки до автобуса, тролейбуса, маршрутного таксі.

Зупинка громадського транспорту для обслуговування інвалідів та інших маломобільних груп населення призначена для очікування та посадки до рухомого складу громадського транспорту, у тому числі з рівня зупинного майданчика; відрізняється тим, що містить два пандуси з поручнями для використання пасажирів з інвалідними, дитячими або багажними візками - один для пересування по пішохідному переходу перпендикулярно до проїзної частини, інший для з'їзду на зупинковий майданчик поздовжньої осі дороги в місці примикання заїзної кишені до посадкового майданчика, а також тактильні напрямні, що ведуть від пішохідного переходу до місця очікування та посадки, огорожі, що перешкоджають виходу на проїжджу частину в недозволеному місці, павільйон та відповідні дорожні знаки та система інформації про маршрути громадського транспорту.

УДК 622.24.054

ПОКРАЩЕННЯ ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВЗ ШЛЯХОМ ЇХНЬОГО ПЕРЕВЕДЕННЯ НА ВОДНЕВІ ПАЛИВА

О. О. Мисів, асп.,
С. І. Криштопа, проф., д-р техн. наук,
С. Р. Філоненко, магістр,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Метою даної роботи є експериментальні дослідження можливості використання альтернативних водневих палив для дизельних двигунів автомобільного транспорту з використанням теплоти відпрацьованих газів.

Теоретичні основи подібних систем живлення двигунів внутрішнього згоряння в сучасній дослідницькій практиці залишаються маловивченими. Однак вони представляють суттєвий інтерес з точки зору оцінки потенційних можливостей застосування двигунів з термохімічною регенерацією в складі систем живлення і підвищення ефективності використання енергії альтернативних видів палива, зокрема для існуючих дизельних двигунів, які будуть переобладнані на газові.

Оцінка ефективності використання альтернативних водневих палив була проведена в лабораторних умовах на моторному стенді. Схема експериментального стенду на базі дизельного двигуна Д21А1 для дослідження показників його роботи продуктах конверсії метанолу зображена на рис. 1., зовнішній вигляд стенду – на рис. 2.

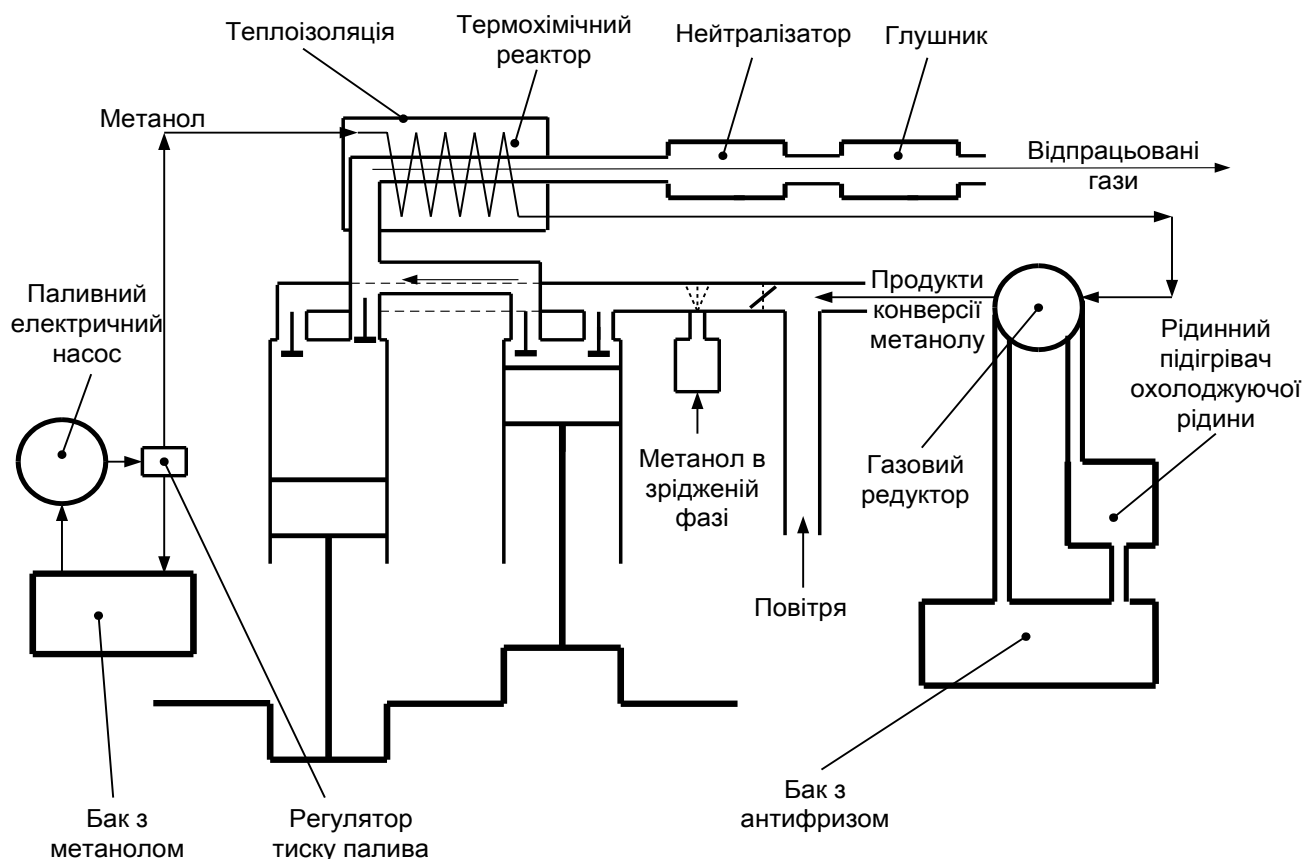
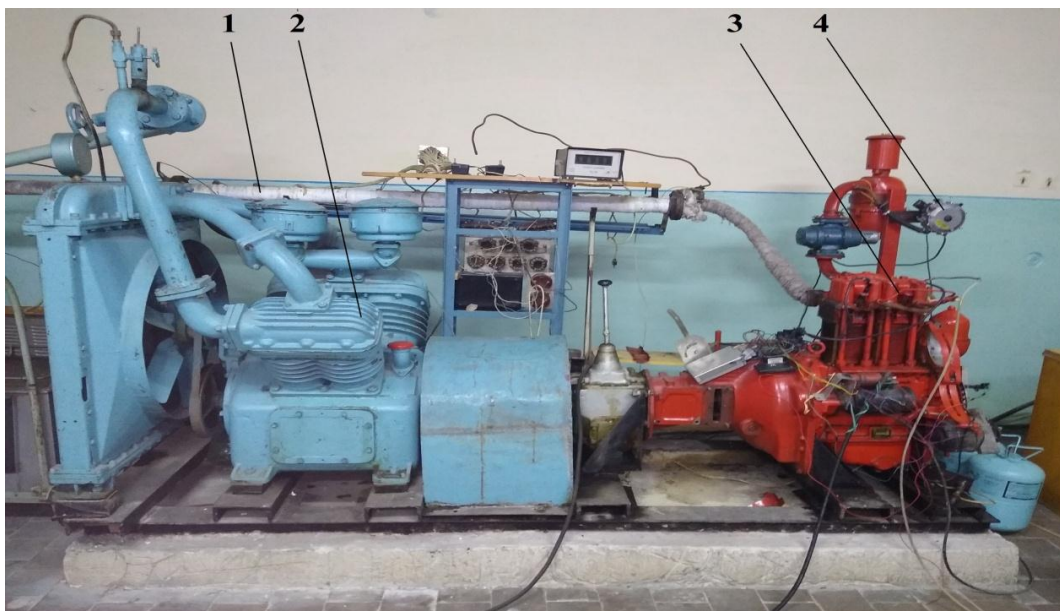


Рисунок 1 – Схема експериментального стенду на базі дизельного двигуна Д21А1 для дослідження показників його роботи на альтернативних водневих паливах



1 – термохімічний реактор; 2 – навантажувальний пристрій двигуна внутрішнього згоряння; 3 – дизельний двигун Д21А1; 4 – газовий редуктор

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд стенду на базі двигуна Д21А1 для дослідження показників роботи на альтернативних водневих сумішах

Двигун експериментального стенду міг працювати в трьох режимах: подача дизельного палива в зрідженій фазі через форсунки; подача продуктів конверсії метанолу через газовий редуктор; подача метанолу в зрідженій фазі через форсунки. Метанол подавався з паливного баку за допомогою електричного паливного насоса через регулятор тиску палива. Для компенсації відносно низької теплоти згоряння метанолу та збільшення його подачі регулятор тиску палива забезпечував подачу метанолу під тиском 0,5 МПа. Для забезпечення регулювання метанольно-повітряної суміші на двигун був змонтований дросельний патрубок з дросельною заслінкою. Підігрів метанолу для одержання продуктів конверсії здійснювався від відпрацьованих газів або використовувався рідинний підігрівач охолоджуючої рідини під час пуску холодного двигуна та при його прогріванні.

Для забезпечення холодного пуску двигуна в режимі роботи від продуктів конверсії метанолу перед газовим редуктором був змонтований рідинний підігрівач охолоджуючої рідини Webasto Thermo Top C (5 кВт). Рідинний підігрівач охолоджуючої рідини відключався при досягненні відпрацьованими газами температури 300 °С. Термокatalітичний реактор конверсії метанолу встановлювався у випускній системі дизеля в безпосередній близькості від випускного колектора.

Метою експериментальних досліджень було порівняння основних потужнісних та паливно-економічних характеристик переобладнаного дизельного двигуна при його роботі на дизельному паливі та продуктах конвертації метанолу. Для оцінки енергозберігаючого ефекту були проведені експериментальні дослідження на моторному стенді двигуна Д21А1.

Експериментальні залежності зовнішньої швидкісної характеристики дизельного двигуна D21A1, конвертованого на дизельне паливо, метанольне паливо та альтернативну водневу паливну суміш наведені на рис. 3. Аналізуючи експериментальні значення потужності, встановлено, що при номінальній швидкості ($n = 1800 \text{ хв}^{-1}$) ефективна потужність N для дизельного палива становила 18,1 кВт, а для продуктів перетворення метанолу – 10,1 кВт (1 кг метанолу / 14,3 кг повітря). В середньому значення ефективної потужності N двигуна у всьому діапазоні частот колінчастого валу в порівнянні з дизельним паливом, що працює на продуктах перетворення метанолу (1 кг метанолу / 14,3 кг повітря), зменшилося на 45 %. Аналізуючи експериментальні значення потужності, було встановлено, що при номінальній частоті ($n = 1800 \text{ хв}^{-1}$) ефективна потужність N для метанольного

палива (1 кг метанолу / 6,45 кг повітря) становила 17,1 кВт, але на продуктах конверсії метанолу (1 кг метанолу / 6,45 кг повітря) дорівнювала 21,2 кВт (1 кг метанолу / 6,45 кг повітря). В середньому значення ефективної потужності N двигуна у всьому діапазоні частот колінчастого вала в порівнянні з дизельним паливом, що працює на метанольному паливі (1 кг метанолу / 6,45 кг повітря) зменшилося на 5 %, для перетворення метанолу продуктів (1 кг метанолу / 6,45 кг повітря) збільшився на 14 %.

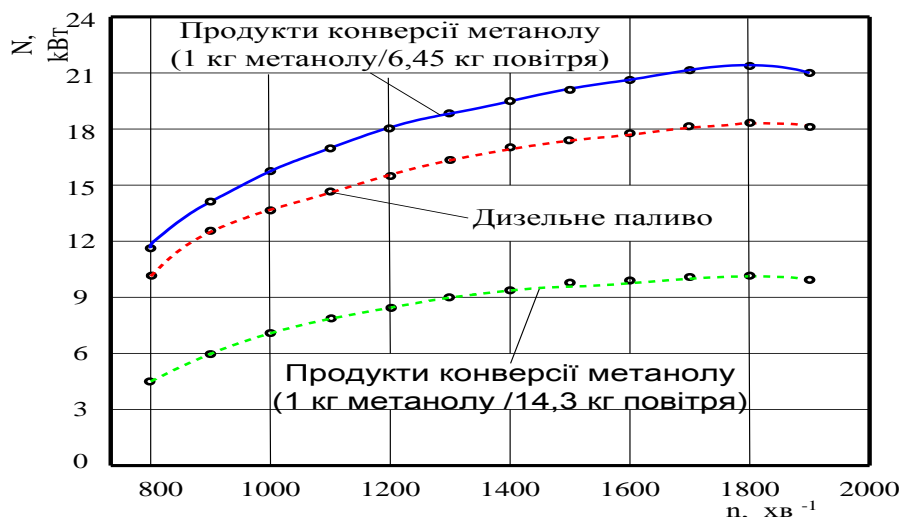


Рисунок 3 – Експериментальні залежності ефективної потужності N від частоти обертання колінчастого вала двигуна n для різних моторних палив

Проведені дослідження показали, що з врахуванням того, що ціна метанолу складає, в середньому, 10-20 % від вартості дизельного палива, переведення дизельних двигунів на роботу з використанням продуктів конверсії метанолу є досить вигідним. Зниження витрати палива супроводжується поліпшенням екологічних якостей дизеля, що працює спільно з термохімічним реактором конверсії метанолу. Застосування розглянутого способу утилізації енергії випускних газів в транспортних двигунах представляється досить перспективним. Завдяки технічній простоті його реалізація не вимагає великих фінансових вкладень та кардинального переобладнання існуючого виробництва двигунів.

В якості базового двигуна може бути використана будь-яка серійна модель дизельних двигунів. Це стосується як тих двигунів, що знаходяться в експлуатації, так і нових двигунів. Основний елемент конверсійної системи – термохімічний реактор – являє собою найпростішу конструкцію теплообмінного апарату, масові та габаритні характеристики якого в обсязі звичайного глушника забезпечують зручність його установки у випускній системі двигуна.

Важливим стимулом подальшого розвитку подібних систем є те, що вони обумовлюють можливість сукупного вдосконалення характеристик транспортного засобу за комплексом показників. Їх реалізація на транспортних засобах дозволяє, зокрема, утилізувати відхідну теплову енергію, удосконалювати процеси згорання, покращувати екологічні якості транспортних засобів, забезпечуючи при цьому можливість заміни традиційного нафтового палива альтернативним енергоносієм з поновлюваних джерел, сприяючи таким чином вирішенню глобальної проблеми ресурсозбереження.

УДК 656.073

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМИ ПЕРЕВЕЗЕННЯМИ ЛОГІСТИЧНИМ МОНІТОРИНГОМ

**О.М. Тертиця, асп.,
О.В. Ігнатченко, магістр,
В.В. Аулін, проф., д-р техн. наук,
С.Є. Катеринич, доц., канд. техн. наук,**
Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

В умовах сучасної економіки будь-яке транспортне підприємство чи компанія, яка має власний чи орендований автопарк, стикається з проблемою контролю використання автотранспорту у процесі виконання заявки. Вирішити цю проблему допомагає супутниковий моніторинг транспорту.

Супутниковий логістичний моніторинг являє собою систему тотального контролю пересування автотранспорту, що включає логістичні системи супутникової навігації (як правило, на основі технології GNSS), моніторингове обладнання (супутникові термінали-трекери), технології стільникового зв'язку і цифрові (растрові або векторні) карти. Сутність роботи системи полягає у відстеженні та аналізі координат місцезнаходження автотранспортного засобу. Ця технологія використовується для вирішення завдань логістики в автоматизованих системах керування вантажоперевезеннями та автопарком.

Таким чином, сучасні супутникові системи моніторингу транспорту є взаємопов'язаними елементами навігації, організації та аналізу вантажоперевезень.

Важливо відзначити, що перевагами застосування супутникового моніторингу процесу транспортування є підвищення якості транспортного процесу та збільшення обсягу перевезень за рахунок можливості он-лайн доступу до інформації про поточне місцезнаходження автотранспорту, часу прибуття транспортного засобу та відправлення вантажів; оперативного реагування на відхилення автомобіля від маршруту руху чи заданого графіка; маршрутизації та планування перевезень; збільшення терміну експлуатації транспортних засобів за рахунок можливості контролю режимів керування автомобілем та швидкісних характеристик руху”.

Система супутникового моніторингу процесу транспортування GNSS допомагає підвищити безпеку автоперевезень завдяки можливості надсилання водієм тривожного сполучення в будь-який момент; оперативного контролю відхилення автомобіля від запланованого маршруту прямування або при його виході з зазначеної диспетчером області (геозони); відстеження сигналів від додаткових датчиків, встановлених на вантажівці (наприклад, від датчика відкриття вантажного відсіку або при зниженні заданої температури в рефрижераторі), а також віддаленого вимикання чи включення диспетчером виконавчих пристроїв (наприклад, замків дверей та ланцюга запалювання).

У свою чергу, значно зменшуються операційні та інші витрати за допомогою виключення нецільової експлуатації автотранспорту та завищення пробігів, зниження холостого та непродуктивного пробігу, економії паливно-мастильних матеріалів (ПММ) – та інших витратних матеріалів, підвищення якості роботи водіїв та диспетчерів, скорочення кількості аварійних ситуацій, прийняття рішень щодо управління вантажоперевезеннями на основі отриманих аналітичних та статистичних даних. Як свідчить практика, система супутникового моніторингу допомагає заощадити керівництву компанії близько 25% витрат на автопарк.

Таким чином, застосування супутникових систем моніторингу процесу транспортування дає низку переваг:

- дозволяє вирішити широкий спектр галузевих завдань різних рівнях управління. Це з тим, що у систему закладено розширений функціонал зі створення власних звітів під потреби кожного з користувачів;
- надає можливість в автоматичному режимі планувати маршрутні завдання, скласти зони контролю будь-якої конфігурації, призначати маршрутні завдання одному чи групі транспортних засобів вручну чи автоматично за заданим графіком роботи;
- дозволяє щохвилини контролювати місце розташування транспортного засобу та вантажу шляхом отримання географічних координат, інформації про швидкість та напрямок руху;
- відображає місцезнаходження на електронній карті, подає дані про стан, параметри та маршрути руху автомобіля в режимі реального часу. передбачає пошук найближчого до місця завантаження транспортного засобу;
- дозволяє автоматично створювати різні бази та довідники для перехресного введення інформації;
- дає можливість обліку та аналізу, формування звітів та довідників;
- оптимізує планування з урахуванням аналітичних даних системи.
- Сприяє інтеграції впроваджуваної системи моніторингу з ERP-системою управління підприємством та SAP;
- має клієнт-серверну архітектуру і високу масштабованість, у зв'язку з чим є можливість роботи системи як в режимі одного користувача (на одному робочому місці), так і в масштабах великих промислових підприємств (сотні та тисячі транспортних засобів, десятки віддалених автоматизованих робочих місць).

Принцип дії системи супутникового стеження автотранспортом полягає в наступному. На автомобіль встановлюється трекер (мобільний термінал). Він, своєю чергою, отримує сигнал із супутників, позиціонує себе карті, а далі – каналами стільникового зв'язку передає інформацію на сервер.

Модуль GSM-трекера дозволяє передавати відомості, використовуючи мережі операторів стільникового зв'язку (GPRS-канали). Отримані дані обробляються та видаються диспетчеру у вигляді звітів або з використанням карток, відображаючи поточне місцезнаходження автомобіля.

Системи супутникового моніторингу автотранспорту, що представлені на ринку, відрізняються функціональністю програмного забезпечення, можливістю обробки даних та генерації звітів.

Програмне забезпечення та обладнання з мінімальними функціями уможливають персональний моніторинг і вирішують ряд його основних завдань, до яких може бути віднесений контроль за пересуванням співробітників.

Закінчені програмно-апаратні комплекси побудовані за принципом того, що програмне забезпечення та супутникове обладнання налаштовані один на одного, а можливість перепрограмування з метою переведення приладу з однієї системи на іншу мінімізована.

Програмне забезпечення, сумісне з різними контролерами та трекерами, зазвичай надається в оренду з різних серверів (серверних центрів).

Сервер програми здатний підтримувати кілька видів супутникового навігаційного обладнання одночасно, дозволяючи користувачам мати у своєму автопарку різні термінали.

Зі збільшенням потреби у системах супутникового стеження транспортом розширюється, відповідно, і ринок систем стеження загалом. Активний розвиток ринку систем супутникового моніторингу процесу транспортування, своєю чергою, тягне у себе зміни у супутникових технологіях.

Використання в комерційному секторі вищезгаданих супутникових систем супроводжується певними щомісячними витратами, які залежать від обсягу переданої протягом місяця інформації та від частоти передачі.

УДК 621.8

ВИКОРИСТАННЯ УЗАГАЛЬНЕНИХ ДІАГНОСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ВУЗЛІВ АВТОМОБІЛІВ В ХОДІ РОЗСЛІДУВАННЯ ДТП

Д. В. Міронов, доц., канд. техн. наук,
І.Р. Климчук, ст. гр. МАМ-61,

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

Вступ

Розслідування причин ДТП так чи інакше пов'язані з процесом оцінки технічного стану транспортного засобу та виявлення несправностей окремих вузлів автомобіля, які могли стати причиною ДТП. Оцінка технічного стану транспортних засобів під час розслідування ДТП пов'язана з необхідністю обліку безлічі критеріїв, що мають різні значення та розмірності, оскільки саме поняття технічного стану об'єкту є комплексним та характеризується великою кількістю часткових параметрів оцінки. До таких часткових показників технічного стану транспортного засобу відносяться окремі діагностичні показники стану елементів ходової частини, гальмівної системи, елементів зовнішньої конструкції автомобіля та інші параметри. При цьому різні параметри мають різні одиниці виміру – як якісні, так і кількісні. Тобто оцінка загального технічного стану транспортного засобу судовим експертом – завдання багатокритеріальне, що потребує спеціального математичного інструментарію для інтегральної оцінки. Така задача може бути вирішена шляхом використання методів теорії нечітких множин, а саме методів побудови функцій бажаності.

Мета роботи

Розглянути можливість використання функції бажаності Харінгтона для оцінки технічного стану окремих вузлів легкових автомобілів категорії М1 судовим експертом в ході розслідування ДТП.

Теоретичні основи

Одним із ймовірних способів оцінки результатів автотехнічної експертизи ДТП для аналізу отриманих результатів є використання узагальненої функції бажаності Харінгтона [1], що широко застосовується в процесі проведення експериментальних досліджень та обробки їх результатів. В основі побудови узагальненої функції лежить ідея перетворення отриманих значень показників властивостей (у різних одиницях виміру, у тому числі з якісними та фізичними) у безрозмірну шкалу бажаності.

Призначення шкали бажаності – встановлення відповідності між значеннями критеріїв у фізичних шкалах і психофізичними параметрами – суб'єктивними оцінками бажаності того чи іншого значення відповідного критерію. Шкала влаштована так, що кращому значенню критерію відповідає більше значення бажаності. Для побудови шкали бажаності зручно використовувати метод кількісних оцінок з інтервалом значень бажаності d від нуля до одиниці. Значення часткової функції $d=0$ відповідає найбільш неприйнятному вимірюваному значенню даного параметра, а $d=1$ – найкращому значенню параметра, при якому його подальше поліпшення або неможливо або недоцільно (табл. 1).

Функції бажаності можуть мати одно- або двосторонні обмеження. Для двостороннього обмеження перетворення вимірюваного критерію у в шкалу d виконується за допомогою виразу:

$$d = \exp(-|y'|^n), \quad (1)$$

Таблиця 1 – Базові позначки шкали бажаності

Кількісна відмітка на шкалі бажаності d	Бажаність значення критерію y
0,80 - 1,00	Дуже добре
0,63 - 0,80	Добре
0,37 - 0,63	Задовільно
0,20 - 0,37	Погано
0,00 - 0,20	Дуже погано

Для односторонніх обмежень виду $y \leq y_{max}$ або $y \geq y_{min}$ більш зручною формою перетворення у d служить інша експоненціальна залежність

$$d = \exp[-\exp(-y')] \quad (2)$$

де d - часткова функція бажаності.

Маючи набір критеріїв, перетворених в шкалу бажаності d , визначається інтегральний узагальнений показник бажаності D , як згортка часткових функцій бажаності:

$$D_G = \prod_{1 \leq i \leq q} d_i^{\alpha_i} = \exp[-\sum_{i=1}^q \alpha_i \exp(-y'_i)] \quad (3)$$

де i – число аналізованих параметрів, α_i – вагові коефіцієнти, які вказують на значимість часткових критеріїв. Якщо хоча б одна часткова бажаність $d_i = 0$, то й узагальнена функція $D_i = 0$. Це означає, що досліджуваний об'єкт знаходиться в незадовільному (аварійному) стані. Якщо всі $d_i = 1$, то $D_i = 1$ [2].

Практична реалізація

Для апробації методики оцінки технічного стану транспортного засобу під час проведення судової експертизи з використанням узагальненого показника якості виконано перетворення показників технічного стану вузлів легкового автомобіля категорії М1 у часткові функції бажаності і розраховано інтегральний узагальнений показник бажаності D . Зроблено припущення, що залежність між контрольованим параметром та відповідною йому частковою функцією бажаності лінійна. Тобто, гранично допустимому значенню параметра відповідає найменший рівень бажаності, а найкращому значенню параметра – найбільше значення бажаності d . Види контрольованих параметрів та межі їх припустимих значень визначено згідно з [3, 4].

При наявності двосторонніх обмежень для контрольованих параметрів виду $y_{min} \leq y \leq y_{max}$ перетворення значень контрольованих параметрів у часткові бажаності d виконувалося за виразом (1). Для односторонніх обмежень до контрольованих параметрів виду $y \leq y_{max}$ або $y \geq y_{min}$ перетворення значень контрольованих параметрів у часткові бажаності d виконувалося за виразом (2). Для отримання залежностей часткових функцій бажаності d від нормативних діагностичних показників y з врахуванням лінійної залежності між y та d було встановлено наступні співвідношення: гранично допустимому значенню контрольованого параметра згідно з [3, 4] відповідає рівень бажаності, рівний 0,2 (“погано”), а найкращому – найбільше значення бажаності 0,8 (“дуже добре”) (табл. 2).

В результаті отримано залежності часткових функцій бажаності від нормативних значень контрольованих параметрів легкового автомобіля:

$$d_1 = \exp[-\exp(-1.72 + 0.22 \cdot y_1)], \quad (4)$$

$$d_2 = \exp[-\exp(-1.665 + 0.165 \cdot y_2)], \quad (5)$$

$$d_3 = \exp[-\exp(0.476 - 1.976 \cdot y_3)], \quad (6)$$

$$d_4 = \exp[-\exp(y'_4)^{0.922}], \quad (7)$$

$$d_5 = \exp[-\exp(2.459 - 1.235 \cdot y_5)], \quad (8)$$

$$d_6 = \exp[-\exp(0.476 - 1.976 \cdot y_6)], \quad (9)$$

$$d_7 = \exp[-\exp(y'_7)^{0.875}] \quad (10)$$

Таблиця 2 – Базові значення функцій бажаності і відповідні значення контрольованих параметрів

Вид контрольованого параметра	Значення контрольованого параметра	Значення часткової функції бажаності	Бажаність значення параметра
Сумарний кутовий зазор, y_1 , град	1	0,8	добре
	10	0,2	погано
Максимальне зусилля, y_2 , Н	1	0,8	добре
	13	0,2	погано
Стан рульових тяг, y_3 , б/р	справні	0,8	добре
	несправні	0,2	погано
Тиск повітря в шинах, y_4 , bar	2,3	0,8	добре
	1,9	0,2	погано
Висота рисунку протектора, y_5 , мм	3,2	0,8	добре
	1,6	0,2	погано
Стан шин, y_6 , б/р	без пошкоджень	0,8	добре
	з пошкодженнями	0,2	погано
Коефіцієнт зчеплення, y_7 , б/р	0,8	0,8	добре
	0,2	0,2	погано

Фрагмент масиву значень контрольованих параметрів п'яти легкових автомобілів категорії М1 марок ВАЗ 2107, ВАЗ 2108, ВАЗ 2109 (2 одиниці) та ВАЗ 2121, отриманих в результаті проходження ТО і діагностики транспортних засобів, приведені в табл. 3. За виразами (4-10) ці значення перераховані в часткові функції бажаності d (табл. 4). Розраховані вагові коефіцієнти α для кожного з критеріїв, з урахуванням яких за формулою (3) обчислено узагальнену функцію бажаності D .

Таблиця 3 – Значення контрольованих діагностичних параметрів легкових автомобілів

№	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7
1	9,00	10,00	справні	2,30	3,20	б/п	0,75
2	10,00	4,00	несправні	2,00	3,00	б/п	0,6
3	5,00	6,00	справні	2,00	2,80	б/п	0,5
4	6,00	11,00	несправні	2,20	2,50	з/п	0,65
5	4,00	10,00	справні	1,90	1,70	з/п	0,25

Таблиця 4 – Функції бажаності

	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	d_6	d_7	D	
a	0,06	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,08		
1	0,273	0,373	0,718	0,800	0,799	0,718	0,785	0,744	добре
2	0,199	0,693	0,338	0,464	0,750	0,718	0,687	0,592	задов.
3	0,584	0,601	0,718	0,464	0,692	0,718	0,611	0,631	добре
4	0,512	0,313	0,338	0,711	0,587	0,338	0,713	0,365	погано
5	0,649	0,373	0,718	0,200	0,239	0,338	0,245	0,358	задов.

Проаналізуємо отримані результати для легкового автомобіля №4 марки ВАЗ 2109. Значення функції D для даного транспортного засобу дорівнює 0,365. Дане значення відповідає рівню бажаності “погано”, що, в свою чергу, свідчить про загальний незадовільний технічний стан автомобіля. Для визначення окремих вузлів та агрегатів транспортного засобу, які вплинули на загальну оцінку технічного стану автомобіля, проаналізуємо часткові функції бажаності контрольованих параметрів даного авто. З табл. 4 чітко видно, що значення d_2 , d_3 , d_6 відповідають рівню бажаності “погано”, а це означає, що значення контрольованих параметрів “максимальне зусилля”, “стан рульових тяг”, “стан шин” знаходяться за межами, встановленими в [3, 4]. Тому загальний технічний стан автомобіля №4, визначений в ході проведення судової експертизи, вказує на те, що несправності і передаварійний стан вищезазначених вузлів могли стати причиною виникнення ДТП.

Висновок. Внаслідок проведеного дослідження здійснено обґрунтування використання узагальненої функції Харінгтона як функції бажаності для аналізу показників технічного стану транспортних засобів в ході проведення судової експертизи та використання числової шкали бажаності, яка має градації в психофізичних значеннях, для оцінки часткових показників технічного стану окремих вузлів автомобілів, а також для оцінки узагальненого інтегрального показника технічного стану транспортного засобу.

Список використаних джерел

1. Harrington E. C. – The desirability function. *Industrial Quality Control*. 1965. V. 21(10). P. 124.
2. Жарков Ю., Цициліано О. Системи управління якістю: моніторинг роботи органів з оцінки відповідності з використанням методу Харінгтона // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2005. - №1. – С.24-27.
3. Галаса П.В. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод [Текст]: Посібник для спеціалістів та водіїв-аматорів / П.В. Галаса, В.Б. Кисельов, А.С. Куйбіда та ін.; під заг. ред. П.В. Галаси; Український центр післяаварійного захисту "ЕКСПЕРТ-СЕРВІС". – К., 1995. – 190 с.: іл.
4. Експертизи у судовій практиці / [Арсенюк Т. М., Беляк Ю. М., Бояров В. І. та ін.]; за заг.ред. В. Г. Гончаренка. – К. : Юрінком Інтер, 2004. – 388 с.

УДК 656.073

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ОСНОВІ ЛОГІСТИЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Б.Т. Іспанюк, магістр,

С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Аналіз основ технології та принципів функціонування 3PL та 4PL логістичних провайдерів показав, що провайдери такого роду відрізняються комплексністю обслуговування (від доставки та адресного зберігання до управління замовленнями та відстеження руху товарів) та високим рівнем використання інформаційних технологій, що дозволяє їм виступати у вигляді менеджерів ланцюгів поставок. Попит та пропозиція послуг 3PL та 4PL провайдерів у Україні, на відміну від країн з розвинутою ринковою економікою, розвинені досить слабо. Разом з тим, уже найближчими роками прогнозується зростання попиту на комплексні логістичні послуги, що потребує наукового обґрунтування та практичної реалізації переходу вітчизняних логістичних компаній на рівень 3PL та 4PL.

Інформаційні системи та ресурси компаній, що забезпечують експедирування товарів на території України повинні бути тісно пов'язані з відповідною інформаційною інфраструктурою. Можливість використання інформаційним середовищем залізничного транспорту є основною умовою працездатності інформаційно-керуючої системи логістичної компанії. У нових умовах необхідний загальноекономічний (інтеграційний) підхід до інформаційного забезпечення комплексу транспортних послуг клієнтам та перевізному процесу, який би був націлений на посилення взаємозв'язків внутрішнього та зовнішнього середовища автомобільного транспорту. Інформаційні ресурси автомобільного транспорту мають суттєво змінитись. До складу інформаційно-аналітичної системи підтримки управлінських рішень мають бути включені база даних про виконані вантажні перевезення та архів вихідних електронних документів, що дозволить робити якісні аналітичні обґрунтування.

Вантажні перевезення повинні обслуговуватись оперативною системою, яка має інтелектуальну надбудову оперативного контролю. Тоді в системі обслуговування вантажних перевезень на базі моделі можна створити автоматизовану систему контролю за виконанням договорів на перевезення. На цю систему можна буде замкнути оператора передачі транспортних засобів. В кінцевому підсумку транспортні компанії і вантажовласники зможуть мати інформацію про відправки, що їх цікавлять, і історію виконання перевезення. Повинні вдосконалюватись і інформаційні системи логістичних компаній. Аналіз, виконаних розрахунків показав, що у час системне вирішення завдань розвитку інформатизації компанії утруднено, оскільки відсутня формалізоване опис діяльності підрозділів компанії.

Викладений підхід у формуванні інформаційних ресурсів дозволить підвищити якість транспортного обслуговування клієнтів, а також ефективність керування, створить практичні умови для забезпечення логістики рівня 3PL та 4PL.

Досліджено сценарії розвитку логістичної компанії до рівня 4PL провайдера. Встановлено, що формування такого провайдера такого рівня переважно на основі об'єднання організацій, що працюють та логістичної, інформаційної, консалтингової, виробничої сфери. На рівні країни загалом розвиток логістичних послуг четвертого рівня неможливий без удосконалення інформаційного забезпечення мультимодальних перевезень.

Описуються теоретичні та методологічні основи формування систем керування підприємством 3PL та 4PL, а також пропонується математична модель формування системи керування транспортним підприємством рівня 3PL та 4PL. Як показує міжнародний досвід,

логістичні оператори досягають із різними клієнтами різного логістичного рівня, причому рівень 3PL та 4PL досягається з небагатьма клієнтами. У такій ситуації пропонується формувати систему управління транспортним підприємством, виходячи зі специфіки взаємодії з тим вузьким колом клієнтів, з якими досягається логістичний сервіс рівня 3PL та 4PL. Для вирішення задачі використовуються методи теорії графів та кластерного аналізу. Пропонується дев'ятиетапний алгоритм побудови оптимальної структури управління, який комбінує математичні методи кластерного аналізу з експертними оцінками.

Пропонується загальна методологія застосування програмно-цільового підходу реалізації нових технологій на підприємствах транспорту. Аналізуються основні інструменти, а також пропонується методологічний план із десяти етапів для застосування програмно-цільового підходу для оптимізації функціонування підприємств транспорту. Цей план передбачає тісну взаємодію експертів у галузі транспорту та логістики, прикладних математиків та програмістів для досягнення найкращого результату.

Виявлено провідну роль логістичних центрів у розвитку партнерства різних видів транспорту в галузі логістики товароруку. Саме формування мережі логістичних центрів дозволить вітчизняним компаніям активно розвиватися до рівня 3 PL та 4 PL-провайдерів.

Наголошено на необхідність розширення операцій глобальних 3PL-провайдерів у ЛЦ, здатних вирішувати цілий спектр завдань: від виконання окремих операцій у сфері логістики до надання комплексних послуг (включаючи складування, транспортування вантажів, управління замовленнями, фізичний розподіл тощо) та інтегрованого управління логістичними бізнес-процесами в ланцюгах постачання.

Запропоновано теоретичну модель організації управління контейнерною компанією в логістичному ланцюзі. У даній моделі логістичний ланцюг розглядається як послідовність елементів (ланок ланцюга), через які в ході доставки контейнер проходить послідовно. При цьому контейнер піддається керуючим впливам, що впливає на характеристики, що враховуються запропонованою моделлю – збереження вантажу і час доставки. Керуючі впливу у своїй ототожнюються з відповідними витратами, тому одиницею виміру управляючих впливів є гривня. Характеристики вантажу (збереження і час доставки) в запропонованій моделі змінюються в залежності від керуючих впливів на кожній ланці, але з урахуванням зовнішніх факторів, що задаються ймовірнісними розподілами, тобто запропонована модель є ймовірнісною.

Керуючі дії вибираються так, щоб було досягнуто максимум цільової функції. У рамках даної моделі можливі різні цільові функції, але в прикладі вивчається цільова функція, що є виваженим середнім математичного очікування безпеки вантажу і часу його доставки. Розглянуто приклад ланцюжка з 4 ланок (відправник вантажу, станція відправлення вантажу, ділянка залізниці, станція отримання вантажу), в якому завдання знаходження оптимальних керуючих впливів вирішено точно, і наведені явні формули для керуючих впливів

УДК 629.113

ПЕРСПЕКТИВИ ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО АВТОТРАНСПОРТУ ЗАЛІЗОРУДНИХ КАР'ЄРІВ

Ю. А. Монастирський, проф., д-р техн. наук,
І. С. Максименко, асп.,
А. К. Панченко, ст.гр.АТ-22м,
Криворізький національний університет, Україна,
К. А. Грищенко, завідувач автомобільного відділення,
ВСП "Автотранспортний фаховий коледж Криворізького національного університету",
Україна

На сучасних залізорудних кар'єрах України, які досягли глибин 400-500 м, основним технологічним транспортом залишається автомобільний. У загально-кар'єрних мультимодальних перевезеннях він забезпечує транспортування близько 300 млн. т руди та порід від вибоїв до пунктів перевантаження на залізничний чи конвеєрний транспорт з високою продуктивністю у поєднанні з гнучкістю швидкого переміщення пунктів навантаження та розвантаження, по відносно простим транспортним магістралями. Але при цьому спостерігається високий рівень споживання дизельного палива з відповідним забрудненням атмосфери відпрацьованими газами, що негативно впливає на оточуюче середовище. Оскільки світ рухається до чистих нульових викидів, актуальним стає питання декарбонізації транспортних систем, у тому числі у автомобільних у глибоких кар'єрах.

Серед нових технологічних варіантів декарбонізації технологічного транспорту розглядається інноваційна технологія з використанням дизель тролейвозів, яка дозволяє зменшити викидом вуглецю та підвищити техніко-економічні показники технологічного транспорту [1]. Переведення технологічного автомобільного транспорту повністю чи частково на електричну енергію достатньо просто, бо кар'єрні автосамоскиди вантажопідйомністю більше 100 т практично всіх світових виробників мають електромеханічну трансмісію і можуть бути дообладнані системою для роботи під тролєями. Системи дизель тролейвозів продемонстрували надзвичайний потенціал для скорочення викидів у випадках застосування. У світі реалізовані та успішно працюють більше ніж 40 років тролейні системи на різних кар'єрах, при цьому довжина існуючих ліній коливається від 2,0 до 11,0 км, кількість автосамоскидів дизель-тролейвозів на кожному з кар'єрів від 4 до 80. Дизель-тролейвози дають наступні переваги у порівнянні зі звичайними кар'єрними автосамоскидами: збільшення швидкості руху на підйом у тролейному режимі з 6 до 24 км/год; підвищення продуктивності самоскида на 10-30%; зниження витрат на паливо на 70-80% і відповідно мінімізація впливу на оточуюче середовище за рахунок зниження викиду відпрацьованих газів дизельного двигуна.

Аналіз гірничо-технічних умов залізорудних кар'єрів України показав їх схожість з умовами використання дизель-тролейвозів на світових кар'єрах і можливість застосування перспективного напрямку розвитку автомобільного транспорту зі зниженням викидів вуглецю (декарбонізацією). Технологічні автомобільні траси руху мають довжину їздки з вантажем від 1,0 до 5,0 км, кількість одночасно працюючих автосамоскидів в кар'єрі від 25 до 40 одиниць.

Для умов чотирьох кар'єрів Центрального та Північного гірничо-збагачувальних комбінатів розглянуто можливість застосування дизель-тролейвозів з визначенням техніко-економічних показників їх роботи та доведена ефективність впровадження означеної технології транспортування рули та порід.

Список використаних джерел

1. Siemens patented all-electric Mobile Mining Truck based on proven technology. Posted by Paul Moore on 4th November 2021. <https://im-mining.com/2021/11/04/siemens-patented-electric-mobile-mining-truck-based-proven-technology/> (дата звернення 17.11.2023).

UDC 656.073

IMPROVEMENT OF "GREEN" SUPPLY CHAINS IN THE INTERNATIONAL TRANSPORT AND LOGISTICS SPACE

S.V. Suprunenko¹, *master,*

V.V. Aulin¹, *Prof., Dr. Tech. sciences,*

Artur Dmowski², *Doctor of Engineering,*

¹*Central Ukrainian National Technical University, Ukraine,*

²*University of Economics and Innovation in Lublin, Poland*

Due to the escalation of environmental degradation in the world, "green" logistics and "green" supply chains are gaining more and more attention among academic researchers and practitioners. The literature analysis confirmed the relevance of this topic; Thus, the number of scientific publications on this topic has increased by a third (in China) and by a quarter (in Ukraine) over the past year and a half. The topic of "green" supply chains is especially relevant for countries and regions with high population density.

In the conditions of the transition of society from a market ("brown") economy to the principles of sustainable development, the dominant concept of this transitional period is the ecological-logistics concept, and "green" supply chains are its effective tool.

It has been established that long supply chains are characteristic of Ukraine with its vast territories, in connection with which the concept of "green supply chains" has been clarified, which is correct for both short and long supply chains. The "green" supply chain uses traditional methods and models of the general theory of logistics and supply chain management, aimed at improving the quality of human life by reducing the negative impact on the environment in each of its links.

As a "green" technology in transport, the organization of multimodal transport is proposed, in which the role of environmentally unfavorable types of transport is minimized.

The institutional changes that led to the transformation of supply chains into "green" chains include the growing instability and uncertainty of the external business environment, which is not focused on managing deviations and current goals, but on the strategy of innovation and sustainable development of space.

The "Time" factor was selected as the main cause of uncertainty.

In this section, the concept of "transport and logistics space" is introduced and, on its basis, the task of choosing the optimal "green" supply chain is strictly formulated in the form of a multi-criteria optimization problem, where the time factor is used as criteria along with the environmental factor and cost.

As part of the implementation and detailing of the task of choosing the optimal "green" supply chain, the influence of the time factor was analyzed in detail. On the basis of the conducted analysis, it is proposed to consider the execution time of an elementary logistic operation as a random variable, and it is shown that such a random variable has a beta distribution.

Also, as part of the task of choosing the optimal "green" supply chain, a simulation model is proposed, with the help of which it is possible to obtain an empirical law of the distribution of the time of cargo passing through the supply chain.

Based on the concept of sustainable development, a "green" supply chain matrix has been developed, which optimally combines the principles and requirements of society, the economy, and the environment.

The classification of environmental consequences from the operation and construction of transport and logistics infrastructure objects was carried out, on the basis of which the calculation of a comprehensive environmental assessment of the "green" supply chain was proposed.

The concept of determining the value or efficiency of the "green" supply chain as a relation of the quality of life to the characteristics of the supply chain – time, costs, environmental factors –

is formulated. At the same time, it is noted that currently there is no universally accepted method of determining the quality of life in the world.

It was revealed that society is currently at the stage of transition to the principles of a new concept of management – an ecological-logistic concept, where tools for assessing the factors "time" and "ecology" are needed to solve the problems of uncertainty, which will allow to translate (transform) uncertainty into a risk zone. Therefore, it is more successful to manage "green" supply chains.

It was noted that the solution to the issues of complex improvement of the efficiency of "green" supply chains should be accompanied by a quantitative analysis of risks. At the same time, making the necessary decisions should be oriented towards achieving acceptable risks that meet the specified requirements for safety and development of various types of transport.

A model of planning and management of a "green" logistics supply chain has been developed.

The mathematical model has been verified. All stages of model implementation are shown in detail on the model example. The results obtained during the implementation of the model fully correspond to the expectations.

The correctness of the mathematical model was checked on the model transport and logistics space.

The direction was analyzed from the point of view of the possibility of forming "green" supply chains, it was concluded that the necessary transport and logistics infrastructure should be managed.

The mechanism for calculating the parameters of the "green" supply chain is substantiated: time - using P-distribution, cost - based on real data (from open sources), environmental parameters - based on relative assessments of various types of transport in terms of energy consumption and emissions of harmful substances.

The transport and logistics space on the direction is constructed and the Pareto-optimal set of "green" supply chains is determined. Based on the method of the ideal point from the obtained Pareto-optimal set, an algorithm for selection of the optimal "green" supply chain is proposed.

The priority directions for the development of green supply chains from the point of view of the economy, society and the environment are listed.

A unified system of Greens fines and incentives for different types of transport is proposed, which are integrated into common supply centers for the organization of multimodal transportation.

УДК 662.6.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНИХ СУМІШЕЙ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ

В.І. Прокопів, *ст.гр. АТм-22-2,*
В.М. Мельник, *доц., канд. техн. наук,*
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

На даний час у сфері альтернативних видів палива спостерігається постійне нарощування обсягів їх виробництва. В Європі та світі вводять все більш жорсткі вимоги екологічного стандарту (Євро 6, з 2025 р. Євро 7), на застосування якого до автомобілів і моторних палив пред'являються вимоги, що підвищують їх екологічну безпеку. Однак більшість альтернативних палив самі по собі не можуть розглядатися, як готове до використання моторне паливо. Це пов'язано з тим, що експлуатаційні та екологічні властивості більшості альтернативних палив не відповідають властивостям товарних палив. Вирішення даної проблеми можливе двома основними шляхами:

- 1) поліпшення властивостей альтернативних палив за рахунок їх доопрацювання та очищення;
- 2) використання сумішей альтернативних палив з товарними паливами в певних співвідношеннях, які не завдадуть шкоди ні двигуну, ні навколишньому середовищу.

Огляд літературних джерел. Біодизельне паливо, як правило отримують з олійних сільськогосподарських культур та застосовують у якості добавки до традиційного дизельного палива, а в окремих випадках як чисте біопаливо.

У зв'язку з обмеженою та вичерпною сировинною базою вуглеводнів, біопаливо є паливом майбутнє. Як правило, це більш чистий вид палива, на відміну від товарного палива, біопаливо виготовляють із поновлюваних ресурсів, а отже, біопалива дуже вигідне для країн, які змушені імпортувати нафту.

Широкомасштабні дослідження біодизельного палива виконано авторами [1]. Ними встановлено, що робота дизеля на біодизельному паливі з більш високою густиною та кінематичною в'язкістю супроводжується зростанням максимальної потужності та крутного моменту, а також підвищенням витрати палива. При цьому також підвищується концентрація оксидів азоту в відпрацьованих газах та зростає димність.

У роботі [2] розглядається можливість використання сивушного спирту як додатку до моторного дизельного палива. Наведено результати експериментальних досліджень дизелів, що працюють на суміші дизельного палива і сивушних масел. За результатами досліджень покращено паливні та екологічні показники двигунів, що працюють на суміші дизельного палива і сивушних масел. Проте, сивушні масла несуть і негативний вплив для елементів системи живлення двигуна, оскільки містять до 8 % води, що не допустимо для дизельного палива.

Автори [3] досліджують процес виробництва біодизельного палива, зокрема вплив капіталовкладень на собівартість вартість виробництва палива. Результати показують, що основна складова вартості біодизельного палива – ціна сировини. А, отже знизивши собівартість виробництва сировини можна досягнути економічної ефективності використання соєвої олії для виробництва біодизельного палива.

Аналогічні дослідження собівартості виробництва целюлозного етанолу, розробленого та перевіреного Університетом Флориди в лабораторних, пілотних і демонстраційних масштабах виконані в [4]. Мінімальна відпускна ціна етанолу коливалася від 50,38 до 62,72 центів США/л. Основний внесок у собівартість виробництва внесли вихідна сировина та капітальні витрати, які становили від 23-28% до 40-49% відповідно. Ці висновки свідчать про те, що майбутні зусилля з підвищення економічної доцільності

процесу целюлозного етанолу повинні зосередитися на оптимізації для отримання найвищого виходу етанолу.

У роботі [5] в процесі використання біодизельного палива RME B100 на двигуні Renault 2.5 DCI встановлено збільшення середнього діаметру крапель палива; зафіксовано збільшення далекобійності струменя і зменшення його ширини; контур факела набуває конусної форми; спостерігається загострення при його вершині.

Можна припустити існування надзбагаченої серцевини струменя, що призводить до зменшення кут розкриття факела. Перераховані фактори призводять до погіршення розподілу палива по зонах факела розпилення. Тільки 50 % палива знаходиться в оболонці струменя, що призводить до погіршеного змішуванні палива з повітрям. У ядрі стінки знаходиться 18 % палива, яке буде розтікатися по стінках і погано змішуватися з повітрям. Решта палива (36 %) буде знаходитися в ядрі струменя, на фронті вільного струменя та зонах перетину пристінних потоків, і частково візьме участь у сумішоутворенні. Це свідчить, що використання RME у чистому вигляді призводить до запізнення тепловиділення на 18 – 20 градусів повороту колінчастого валу.

А, отже використання SME та RME без зміни конструкції системи живлення ДВЗ можливе тільки у сумішах з товарним паливом у пропорціях до 60 % мас.

Теоретичні дослідження робочого циклу біодизельного двигуна здійснені у роботі [6]. За результатами дослідження робочого циклу дизеля встановлено, що живлення двигуна біодизельним паливом на основі SME та RME в порівнянні з використанням мінерального палива, характеризується зменшенням швидкості тепловиділення та збільшенням тривалості процесу згоряння, що призводить до незначного погіршення індикаторного ККД. Проте, зазначені чинники сприяють зниженню кількості оксиду азоту, що утворюється у камері згоряння дизеля, а зміна іншого індикаторного показника біодизельного палива, зменшення тривалості періоду затримки займання палива сприяє зниженню рівня шуму та димності відпрацьованих газів дизеля [6].

Як бачимо, велика увага науковців направлена на дослідження біодизельного палива на основі ріпаку. З рослин, придатних для виготовлення біопалива, в Україні найбільша посівна площа у пшениці та соняшнику. Вирощується також ріпак ярий та ріпак озимий, соя, кукурудза та цукровий буряк. Майже всі ці рослини, крім сої та пшениці, становлять небезпеку для ґрунту. А, тому, виходячи з наведеного вище, більш перспективними для отримання біодизельного палива є соя.

Отже, для покращення експлуатаційних та екологічних властивостей товарних палив та промислових масштабів виробництва альтернативних сумішевих біодизельних палив з SME необхідно дослідити основні фізико-хімічні показники отриманих паливних сумішей на основі SME.

На рис. 1, 2 показана отримана експериментальна залежність зміни густини і в'язкості ДП від процентного об'ємного вмісту в ньому SME.

Густина палива для швидкохідних дизелів повинна бути в межах $820 \dots 860 \text{ кг/м}^3$, а в'язкість для літнього ДП в межах $(3,0 \dots 6,0) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Згідно рис. 1 добавки SME до ДП суттєво впливають на густину останніх, а, тому, за даними показником додавання SME в суміш можливе до 58 % об.

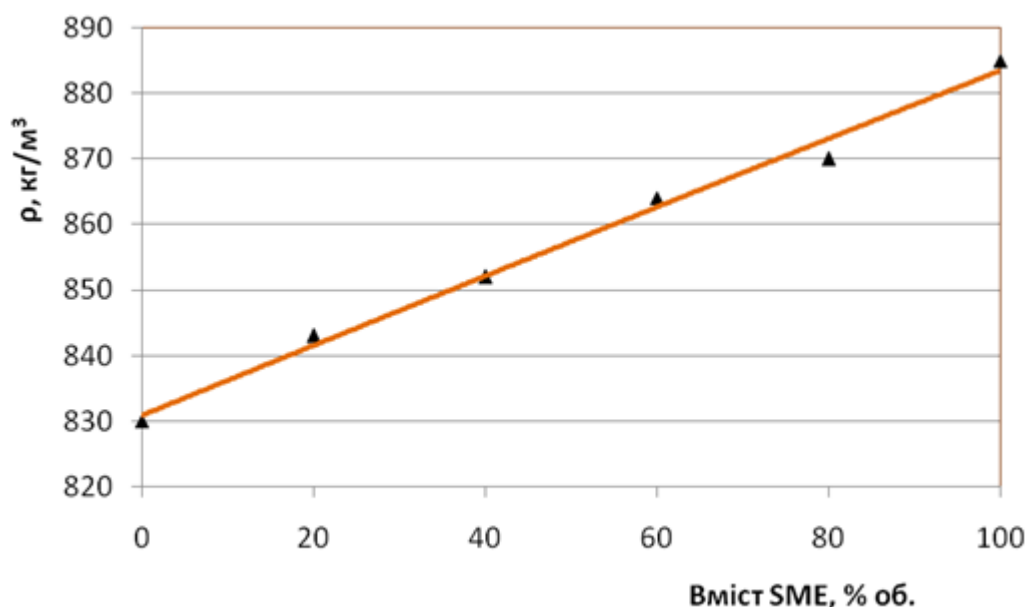


Рисунок 1 – Графічна залежність зміни густини ДП від вмісту SME, % об.

Для дизельних палив визначають кінематичну в'язкість за температури 20 °С. Паливо з дуже великою в'язкістю може спричинити перебої у подачі його до насоса внаслідок опору протікання системою живлення через фільтри і отвори форсунок. При зниженні в'язкості палива погіршується змащування прецизійних пар паливного насоса високого тиску і спостерігається просочування палива через нещільності між плунжером і гільзою.

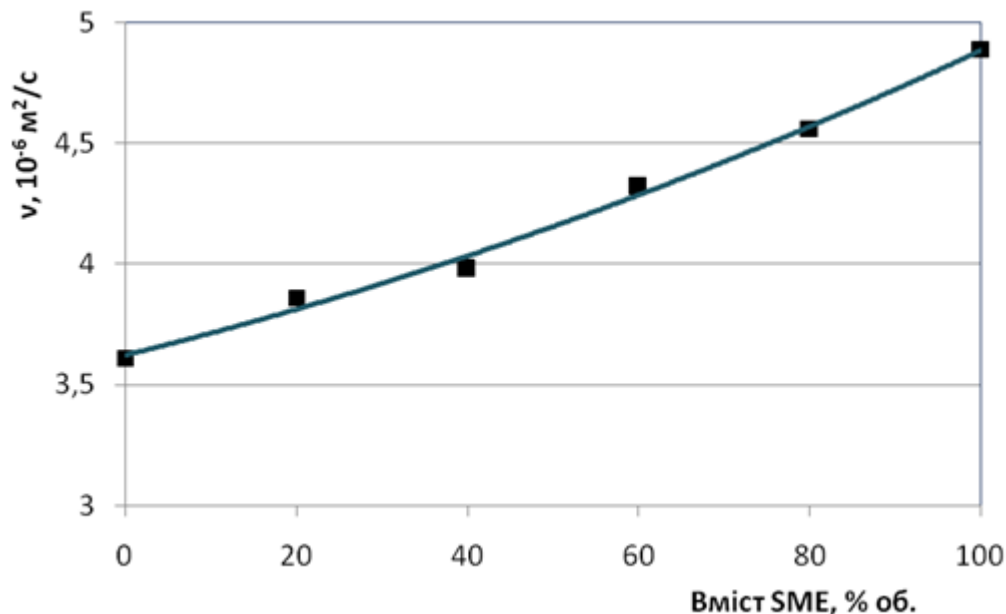


Рисунок 2 – Графічна залежність зміни в'язкості ДП від вмісту SME, % об.

Як видно з рис. 2 добавки SME до ДП призводять до зростання кінематичної в'язкості, що змащування прецизійних пар та елементів системи живлення. За даними показником, додавання SME до ДП можливе до 100 % об.

Вирішальний вплив на корозійну агресивність дизельних палив робить вміст і характер сірчаних сполук. Встановлено, що загальне спрацювання деталей двигуна майже прямо пропорційне вмісту сірки в дизельному паливі. Наприклад, при підвищенні вмісту сірки з 0,2 % мас. до 0,6 % мас. спрацювання гільз циліндрів і поршневих кілець

підвищується приблизно на 5...20 %, а при збільшенні вмісту сірки до 1 % мас. спрацювання цих деталей збільшується в 1,5 рази. Загальний вміст сірки в дизельному паливі не повинен перевищувати 0,05 % мас.

За результатами досліджень рис. 6, із збільшенням вмісту SME в ДП призводить до зниження вмісту сірки до 0,02 %, що значно покращує якість ДП та значно знижує його корозійну активність до деталей системи живлення та ЦПГ.

Теплота згоряння палива впливає на його витрату, потужність двигуна. Чим більше теплоти одержано при згорянні палива, тим більшу потужність можна вилучити з двигуна, тим менша питома витрата палива.

Вуглеводневі палива мало відрізняються за теплою згоряння, їх нижча теплота згоряння коливається в межах 41000 - 44000 кДж/кг.

За результатами дослідження впливу вмісту SME в ДП на нижчу теплоту згоряння палива встановлено, що із зростання об'ємної частки SME відбувається зниження даного показника.

А, тому, для оптимальної роботи двигуна, забезпечення його економічності за показником нижчої теплоти згоряння, рекомендовано додавати SME не більше 40 % об.

За результатами отриманих досліджень добавка SME до ДП в кількості до 60 % об. забезпечує підвищення його цетанового числа до 11 %, поліпшення в'язкісно-температурних властивостей і дає можливість використання таких сумішей в дизельних двигунах без зміни в конструкції системи живлення і регулювання паливної апаратури, що характеризує SME, як перспективне альтернативне паливо для ДВЗ.

Список використаних джерел

1. Корпач А.О. Дослідження впливу фізико-хімічних властивостей біодизельного палива на паливну економічність, енергетичні та екологічні показники автомобільного дизеля / А. О. Корпач, О.О. Левківський // Вісник ЖДТУ. – 2016. – № 2 (77). – С. 115-121.
2. Kryshchop S., Kryshchop L., Melnyk V., Prunko I., Demianchuk Y. Experimental research on diesel engine working on a mixture of diesel fuel and fusel oils. Transport Problems, 2017, 12 (2), P. 53–63.
3. Tang Zhang-Chun, Zhenzhou Lu, Zhiwen Liu, Ningcong Xiao. Uncertainty analysis and global sensitivity analysis of techno-economic assessments for biodiesel production. Bioresource Technology, 2015, Volume 175, Pages 502 – 508.
4. Gubicza Krisztina, Nieves Ismael U., Sagues William J., Barta Zsolt, Shanmugam K.T., Ingram, Lonnie O. Techno-economic analysis of ethanol production from sugarcane bagasse using a Liquefaction plus Simultaneous Saccharification and co-Fermentation process. Bioresource Technology, 2015, Volume 208, Pages 42 – 48.
5. Мельник В. М. Дослідження параметрів сумішо- і теплоутворення дизеля у процесі використання альтернативних палив / В. М. Мельник, М. М. Лях, М. М. Синовєрський // Нафтогазова енергетика. – 2020. – №1 (33). – С. 109-123.
6. Левтеров А.М. Теоретичні дослідження робочого циклу біодизельного двигуна / А.М. Левтеров, А.Н. Авраменко, В.Д. Савицький // Автомобільний транспорт. – 2016. – №38. – С. 75-82.

УДК 656

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІСЬКИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ НА ОСНОВІ ЇХ ТРАНСПОРТНО- ЛОГІСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

С.Г. Чаплигін, *ст.гр. ТТ22мб,*

А.І. Надточій, *ст.гр. ТТ22мб,*

В.В. Дунда, *магістр,*

Є.С. Солових, *проф., д-р техн. наук,*

В.В. Аулін, *проф., д-р техн. наук,*

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Встановлено сучасний стан досліджень у галузі проблем управління міськими транспортними системами, визначено методи, підходи та технологічні рішення, що використовуються при їх побудові.

Виявлено недоліки існуючих систем транспортного моніторингу, що не дозволяють здійснювати збирання різномірних даних, необхідних для побудови систем керування транспортними потоками.

Сформульовані умови достовірної мобільності, виконання яких необхідне побудови системи управління з урахуванням невизначеності зовнішнього інформаційного середовища.

Обґрунтовано необхідність побудови системи міського транспортно-логістичного моніторингу у вигляді запропонованої структури.

Визначено необхідний склад підсистем, що забезпечують виконання наступного набору функцій: ідентифікації, автентифікації, розпізнавання станів, місцеві значення та прямого та зворотного зв'язків.

Для вирішення проблеми забезпечення високоточного позиціонування транспортних об'єктів ($= 1\text{м}$) запропоновано комбіноване рішення, що поєднує технології глобальних навігаційних супутникових систем, систем стільникового зв'язку та локальних бездротових радіонавігаційних мереж.

Здійснено побудову структурної схеми системи міського транспортно-логістичного моніторингу. З урахуванням одержаних результатів у наступному розділі розглядаються проблеми побудови моделей управління міськими транспортними потоками, стійких до невизначеностей зовнішнього інформаційного середовища.

Зроблено побудову логіко-алгебраїчної моделі вихідних даних. На базі логіко-алгебраїчної моделі вихідних даних вироблено побудовану модель функціонального операторного базису управління міською транспортною системою (МТС), що дозволяє визначати режими оптимального, допустимого та втрати управління.

Зроблено побудову агентної моделі міської транспортної системи, в якій опис поведінки елементів МТС задано динамічним агентним графом.

Побудовано графо-аналітичну модель міської транспортної мережі.

Представлені практичні приклади, що пояснюють побудову агентної моделі міської транспортної системи та графо-аналітичної моделі міської транспортної мережі.

На основі використання першого та другого поведінкових принципів Вардропа здійснено перехід до цільової функції управління, що спирається на цільові орієнтири користувача та цільові орієнтири МТС: у цільові орієнтири користувача укладаються перший принцип Вардропа та принцип безпечного слідування; у цільові орієнтири МТС укладаються другий принцип Вардропа функціонування.

Представлені практичні приклади, що демонструють реалізацію цільових орієнтирів користувача та цільові орієнтири МТС у складі цільової функції управління.

Запропоновано модель управління міськими транспортними потоками на основі

використання розподіленої системи керування.

З урахуванням одержаних результатів розглядаються проблеми побудови моделей класифікації міжоб'єктних відносин у МТС, що дозволяють структурно впорядковувати та виявляти однорідні за поведінкою класи об'єктів МТС.

Проведено аналіз методів побудови матриць кореспонденцій.

Розроблено достовірну модель розподілу міських транспортних потоків, в основу якої покладено тимчасові моделі ланцюгів денної активності міського населення, прив'язані до достовірних матриць кореспонденцій.

Запропоновано як еталонні ланцюги денної активності використовувати найбільш ймовірні ланцюги на інтервалі 1 місяць, з урахуванням дня тижня.

На базі запропонованої моделі у програмному пакеті PTV Vision® VISUM здійснено прогноз розподілу динамічних транспортних потоків на вулично-дорожній мережі та внутрішньої мережі метрополітену з введенням нових станцій метрополітену.

За результатами проведеного дослідження вироблено рекомендації, створені задля поліпшення транспортного обслуговування міського населення.

Представлено комплексне вирішення проблеми структурної впорядкованості неоднорідних міжагентних відносин у моделі МТС шляхом спільного використання системи унікальної ідентифікації суб'єктів соціально-економічної діяльності, єдиної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації, єдиної адресної системи, підвідомчих службі державної статистики по регіону.

На базі агентної моделі МТС здійснено побудову моделі класифікації міжагентних відносин у міській транспортній системі.

Запропоновано класифікувати поведінку користувачів та об'єктів МТС з використанням розширеної системи класифікації та кодування техніко-економічної та соціальної інформації.

Представлений практичний приклад аналізу процесу міської соціально-економічної активності користувача як реалізацію моделі класифікації міжагентних відносин у міській транспортній системі.

Показано можливість інформаційного наповнення моделі класифікації міжагентних відносин у МТС у вигляді системи міського транспортно-логістичного моніторингу.

УДК: 620.193.16

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА АЗОТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБІЛІВ В ЦИКЛІЧНО-КОМУТОВАНОМУ ТЛІЮЧОМУ РОЗРЯДІ

М.С. Стечишин, проф., д-р техн. наук,

Є.Г. Олександренко, асп.,

М.В. Лук'янюк, доц., канд. техн. наук,

Хмельницький національний університет, м. Хмельницький, Україна

Мета роботи – розробка теоретичних основ процесів керованого формування триботехнічних систем автомобілів шляхом азотування металевих поверхонь в циклічно-комутованому тліючому розряді, експериментальна перевірка теоретичних положень з напрацюванням рекомендацій щодо практичного запровадження процесу.

Метод дослідження – теоретико-експериментальний.

Традиційно використовується в якості одного з ефективних методів поверхневої модифікації металевих деталей автомобілей азотування в тліючому розряді з постійним або умовно постійним живленням, для якого встановлені як основні теоретичні положення, так практичні рекомендації щодо його застосування [1]. Азотування в циклічно-комутованому (переривчастому) тліючому розряді відкриває принципово нові можливості як теоретичного, так і технологічного планів. У першу чергу це стосується суттєвого спрощення принципів формування садки, а також небезпеки переходу тліючого розряду в дуговий. Не дивлячись на очевидні нові можливості, які відкриває застосування процесів в циклічно-комутованому тліючому розряді, теоретично цей процес майже не розроблявся, що, звичайно, не сприяє використанню всіх його потенційних можливостей. Окремий аспект в теорії процесу азотування в циклічно-комутованому розряді становить його інтерпретація з енергетичної точки зору, оскільки в кінцевому результаті всі елементарні підпроцеси в основі своїй регламентуються саме енергетичними переумовами. Створюючи ті чи інші енергетичні параметри процесу можливе стимулювання чи, навпаки, гальмування головних конкуруючих складових: утворення нітридів, дифузія азоту в глибину поверхні, розпорошення поверхневих шарів [2]. Від того, яке співвідношення цих складових, залежать характеристики триботехнічних систем на модифікованій поверхні металів. Крім того, суттєвим є питання адекватності оцінки результатів поверхневої модифікації практичним показником працездатності модифікованих виробів [3]. Процес абсолютно екологічно чистий. Принцип модифікації металевої поверхні, котрий використовується в досліджуваному процесі, забезпечує найвигідніші порівняно з іншими аналогічними за призначенням технологіями економічні передумови, насамперед – завдяки надзвичайно низьким енергетичним витратам

Результати НДР впроваджені в дослідне виробництво і можуть використовуватися в усіх галузях, де виникає потреба в підвищенні фізико-механічних властивостей металевих виробів.

Список використаних джерел

1. Каплун В. Г. Ионное азотирование в безводородных средах : монография / В. Г. Каплун, П. В. Каплун. – Хмельницький : ХНУ, 2015. – 315 с.
2. Пастух И. М. Теория и практика безводородного азотирования в тлеющем разряде. - Харьков, ННЦ ХФТИ, 2006. – 364 с.
3. M.S. Stechyshyn, V.V. Lyukhovets, N.M. Stechyshyna, M.I. Tsepenyuk. Wear resistance of structural steels nitroded in cyclic-commuted discharge at limit modes of friction. // Problems of Tribology. – Khmelnytskyi: KHNU, 2022. – V. 27. - №3/105. – P.27-33.

UDC 656

ENSURING THE RELIABILITY OF THE TERRITORIAL DISTRIBUTION OF PRODUCTS AND THE FORMATION OF ITS CHANNELS

D.O. Zherdiev, *st.gr. TT23M*,
O.V. Bohdan, *st.gr. TT23M*,
D.M. Pautov, *st.gr. TT23M*,
M.S. Grechany, *master*,
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences*,
A.E. Solovyh, *associate professor, candidate. technical sciences*,
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

A distribution channel is a network of individuals and organizations involved in the transfer of a product or service from a producer to a customer.

It must be understood that the distribution channel is not just about bridging the gap between the producer of the product and its user. It also has the following characteristics:

– channels of distribution provide time, place and utility of ownership. They make the product available when, where and in what quantities the customer wants. But in addition to these transactional functions, marketing channels are also responsible for performing a number of functions;

– creating efficiency: this is done in two ways: mass crushing and assortment creation. Wholesalers and retailers buy large quantities of goods from manufacturers, but break them up into parts, selling a few at a time to many other channels or customers. They also offer different types of products in one place, which is a huge advantage for customers as they don't have to visit different retail stores for different products;

- distribution of risks. Since most channels buy products in advance, they also share the risk with the manufacturers and do their best to sell it.

The main task of the distribution channel is to ensure the movement and change in ownership of goods and services, as well as to optimize the unevenness of their flows.

In all cases, the presence of distribution channels should ensure the performance of a number of functions designed to promote more efficient activity of producers and create conditions for more complete satisfaction of specific needs of buyers. The main of these functions are the following:

- concentration or distribution of goods;
- organization of goods movement, i.e. transportation and storage of goods, sales promotion, organization of advertising campaigns and distribution of information about the goods;
- establishment and maintenance of relations with potential consumers, finalization, sorting and packaging of goods;
- transfer of possession and ownership of goods from the seller to the buyer;
- preservation and protection of goods in storage;
- conducting negotiations, agreeing sale prices and other conditions;
- financing of the channel's operation, acceptance of the risk of responsibility for the channel's operation, collection of sales planning information.

In the process of distribution, functions are usually divided into:

- commercial, initial, distribution, i.e. functions that facilitate buying and selling, transfer of ownership rights and ownership;
- physical distribution, i.e. functions of storage, preservation and transportation of goods.

The tasks of the distribution channels are formulated as follows:

- obtaining fast and accurate recall of information. In order to maintain and ensure an effective distribution and service system, relevant information is required, including inventory levels, sales trends, damage reports, service levels, cost monitoring, etc.;
- ensuring product availability to consumers above the market. In order to increase the availability of the product in the desired type of outlet or retail store, the goals of the sales channels are important. Having determined the right market for goods, the company must make sure that the appropriate physical sales channel is chosen to achieve this goal;
- achieving this level of service. The customer usually sees this as critical and relative performance in achieving service level requirements, which is often used to compare suppliers and can be the basis for subsequent purchasing decisions;
- increasing sales prospects. The most suitable factors for each product or type of retail store will be reflected in the channel selection. The overall goals are to get good store positions, retailer support if needed. The product must be "visible, accessible and attractive". Solving this task depends on the choice of channel in such matters as the organization of goods in the store by the supplier, the presence of special displays, the need for installation, demonstration or explanation of the product, the need for special promotion of the product;
- minimization of logistics and general costs. Costs are very important because they are reflected in the final price of the product. The chosen channel will reflect a certain cost, and this cost should be assessed depending on the type of product offered and the level of service required.
- achieving cooperation on any relevant distribution factors. These factors may be relevant from either the supplier's or the consignee's perspective and include minimum order sizes, specific load types, product handling characteristics, material handling facilities, delivery access (e.g. vehicle size), delivery time constraints, etc.

Sales channels are also called marketing channels because they are one of the main touch points where many marketing strategies are implemented. They are in direct contact with end consumers and assist manufacturers in disseminating brand information, product benefits and other customer benefits.

In the field of marketing, channels of distribution indicate the routes or pathways by which goods and services pass or move from producers to consumers.

We can formally define a distribution channel as a set of interdependent marketing institutions involved in marketing activities with the movement or flow of goods or services from the primary producer to the final consumer.

The main object of production is its consumption. The movement of goods from the producer to the consumer is an important function of marketing. The manufacturer must make the product available at the right place, at the right time, at the right price and in the right quantity. The process of providing goods to the consumer requires an effective sales channel. Therefore, the path taken by the product in its movement is called the distribution channel.

Thus, distribution channels are a network of organizations, including manufacturers, wholesalers, and retailers, that distribute goods or services to consumers. A distribution channel is a network of individuals and organizations involved in the transfer of a product or service from a producer to a customer.

An entrepreneur has a number of alternative channels for the distribution of his products. These channels differ in the number and types of intermediaries involved.

A channel of distribution or channel of trade is defined as the path or route by which goods move from producers or manufacturers to final consumers or industrial users. In other words, it is a distribution network through which the manufacturer brings its products to the market and delivers them to actual users.

This channel consists of the following members:

- producers;
- consumers or end users;
- various intermediaries such as wholesalers, sales agents and retailers, dealers, etc.

Hence, the channel serves to bridge the gap between the point of production and the point of consumption, thereby creating time, place, and ownership of utilities.

In simple terms, a channel of distribution can be defined as "the path by which goods and services, or payment for those goods or services, pass from the seller to the consumer." A distribution channel can be as short as a direct supplier-to-consumer transaction, or it can contain several interrelated intermediaries, such as:

- wholesaler;
- distributors;
- agents;
- retailers.

Each intermediary receives the product at one price and moves it to the next higher price until it reaches the final buyer.

For example, tea, coffee or dry fruits do not reach the consumer until they first go through a channel involving the farmer, exporter, importer, distributor and seller.

Product distribution, or "place," is one of the four elements of the marketing mix. The other three parts of the marketing mix are product, pricing, and promotion. Distribution is the process of making a product or service available for use or consumption by a consumer or business user, using direct or indirect means with intermediaries. Products are distributed through channels.

УДК 65.018

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЇХ ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ

Л.А. Тарандушка, проф., д-р техн. наук,

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

І.П. Тарандушка, ст. викл.,

Д.О. Шевченко, ст. гр. група МАВ-83

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Підвищення автомобілізації населення країни є одним з невід'ємних показників розвитку її економіки. Під час військового стану країни наявність транспортних засобів населення відіграють важливу роль у забезпеченні потреб самого населення так і військових. Процес підтримки робочого стану транспортних засобів покладається на систему автосервісу країни. До основних підприємств автосервісного обслуговування належать дилерські автосервісні підприємства, гаражні СТО, універсальні автосервісні підприємства [1].

Головним показником, що відображає ефективність роботи автосервісного підприємства є попит на його послуги. Тому для отримання максимального ефекту від його функціонування необхідно прогнозувати майбутній попит для забезпечення підприємства необхідними матеріальними, інформаційними та фінансовими ресурсами. В такому випадку основною задачею стає визначення прогнозованих показників, від яких залежить попит [2].

Визначення можливого попиту на послуги підприємства автосервісу виконується на основі розрахунку наступних показників за кожним видом робіт [3]:

1) середньої добової кількості звернень (за заданий часовий період):

$$N = \frac{\sum_{k=1}^{n_{\text{виб}}} N_{ck}}{n_{\text{виб}}} \quad (1)$$

де $\sum_{k=1}^{n_{\text{виб}}} N_{ck} = N_{\Sigma}$ – сумарна кількість звернень за вибіркового період;
 $n_{\text{виб}}$ – кількість днів вибіркового періоду.

2) стандартне відхилення добової кількості звернень по i -му виду робіт за j -й період діяльності підприємства, що характеризує його випадкові коливання впродовж даного періоду:

$$\sigma(N) = \sqrt{N} \quad (2)$$

В даному випадку використовується вираз для визначення стандартного відхилення величини N , що має дискретний розподіл, оскільки кількість звернень в день набуває кінцевого рахункового значення.

3) математичне сподівання:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N x_i \cdot p_i, \quad (3)$$

де x_i – вид послуги;

p_i – ймовірність її появи.

4) середня трудомісткість одного звернення:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{\Sigma}} t_i}{N_{\Sigma}} \quad (4)$$

$\sum_{i=1}^{N_{\Sigma}} t_i$ – сума фактичних трудомісткостей одного звернення.

4) середнє відхилення трудомісткості одного звернення по i -му виду робіт за j -й період діяльності підприємства:

$$\sigma(\bar{t}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_{\Sigma}} (t_i - \bar{t})^2}{N_{\Sigma} - 1}} \quad (5)$$

Цей вираз використовується для визначення стандартного відхилення неперервної випадкової величин.

6) Математичне очікування трудомісткості одного звернення $\bar{x}(\bar{t})$.

7) Коефіцієнт завантаження k_z .

Розрахунки зазначених показників, проведених на етапі збору і обробки інформації, використовуються при визначенні середньої добової трудомісткості \bar{t}_c (що характеризує добову кількість робіт за даний часовий період), що обчислюється за допомогою виразу:

$$\bar{t}_c = \bar{t} \cdot N \quad (6)$$

Остаточні результати статистичних характеристик вхідних потоків, та об'ємів робіт по ТО і ремонту автомобілів зводяться в таблицю виду:

Таблиця 1 – Масив інформації для статистичного аналізу показників за видами послуг

Місяць	Дільниця	N	$\bar{x}(N)$	$\sigma(N)$	\bar{t}	$\bar{x}(\bar{t})$	$\sigma(\bar{t})$	k_z
Січень	Діагностування	...	...	...	...	...	...	...
	ТО та ремонт	...	...	...	...	...	...	...
	Прибтально-мийочні	...	...	...	...	...	...	...
	Ремонт трансмісії	...	...	...	...	...	...	...
	Ремонт рульового управління	...	...	...	...	...	...	...
	Ремонт гальмівної системи	...	...	...	...	...	...	...
	Електротехнічні роботи	...	...	...	...	...	...	...
	Шиномонтажні	...	...	...	...	...	...	...
	Інші види робіт	...	...	...	...	...	...	...
Лютий	Діагностування	...	...	...	...	...	...	...

Наступним етапом є усунення значень, які дуже відрізняються від інших, тобто неминучої випадкової складової, поява якої у збиранні статистичній інформації неминуча. Це робиться за допомогою переходу до більших одиниць вимірювання тимчасового періоду - від щомісячних даних до посезонних. Цей перехід здійснюється за допомогою наступних виразів:

$$N = \sum_{j=1}^m N_j \cdot P_j \quad (7)$$

$$\bar{t} = \sum_{j=1}^m \bar{t} \cdot P_j \quad (8)$$

$$\sigma(\bar{t}) = \sqrt{\sum_{j=1}^m \sigma(t)^2 \cdot P_j} \quad (9)$$

де m - кількість тимчасових періодів меншого порядку в одному великому (наприклад, один сезон включає 3 місяці, тобто $m = 3$);

P_j - питома вага даного тимчасового періоду, що визначається з виразу:

Далі виконується розрахунок питомої ваги кожного періоду року для посту, де виконуються послуги з ТО та ремонту.

$$P_j = \frac{N_j}{\sum_{j=1}^m N_j} \quad (10)$$

Прогнозування основних показників, що відображають продуктивність виробничого процесу АСП можна отримати з визначення прогнозу за допомогою вибірки за 12 періодів.

Алгоритм моделювання оптимізації виробничої діяльності автосервісного підприємства показаний на рис. 1.

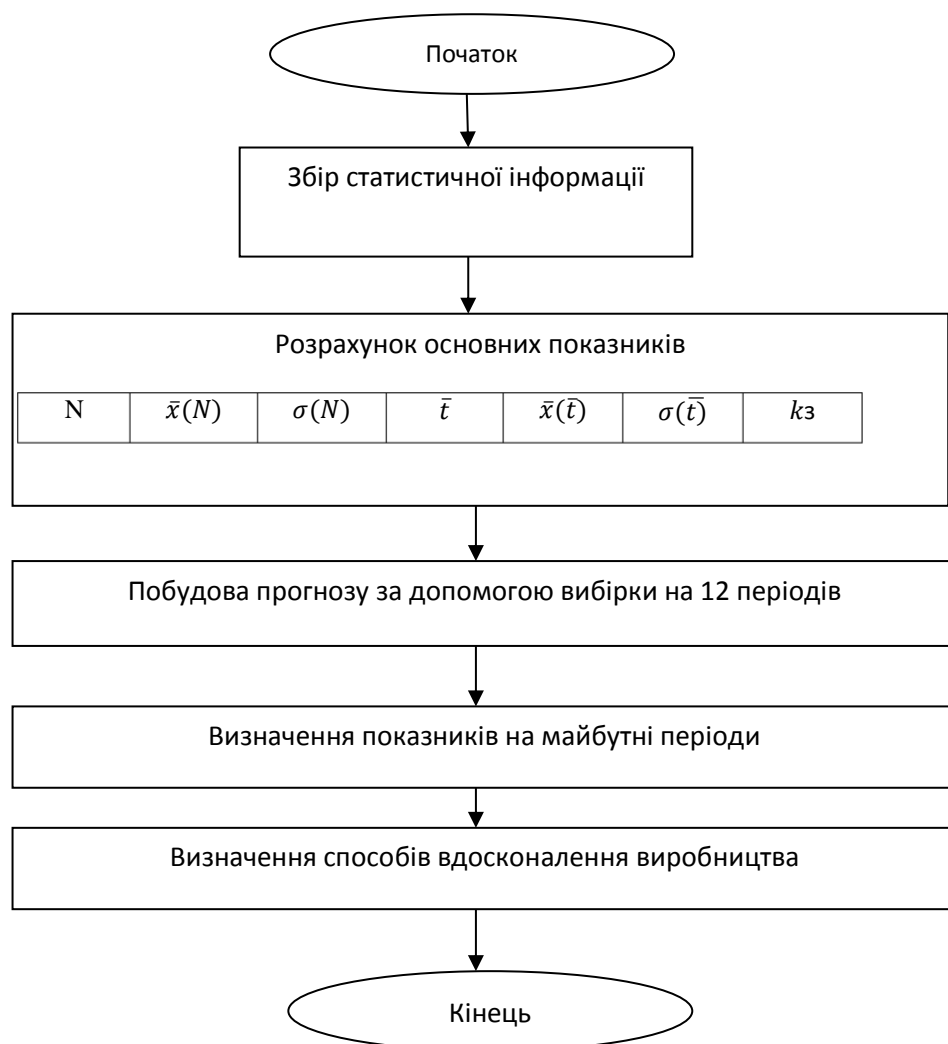


Рисунок 1 - Алгоритм моделювання оптимізації виробничої діяльності АСП

Збір, обробка і аналіз показників попиту на послуги автосервісного підприємства дозволяють цілеспрямовано підійти до їх прогнозування на основі математичної моделі, з метою вивчення можливостей підприємства по задоволенню звернень клієнтів з виконання ТО і ремонту транспортних засобів в майбутньому.

Список використаних джерел

1. І.Ю. Шевченко Регіональна диференціація автомобілізації населення України, /Економіка: реалії часу, №3(19), 2015, с.41 - 46.
2. Марков О. Д. Організація автосервісу / О. Д. Марков. – Львів : Оріяна-Нова, 1998. – 332 с.
3. Андрусенко С. І. Моделювання бізнес-процесів підприємства автосервісу : [монографія] / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук. – К. : Кафедра, 2014. – 328 с.

УДК 629.115.022

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ХОДОВИХ ЧАСТИН АВТОМОБІЛІВ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ

**А.В. Артеменко, ст.гр. ТАмсв-21,
П.І. Гойс, ст.гр. ТАмсв-21,
В.М. Струтинський, ст.гр. ТАм-21,
О.І. Смоленський, ст.гр. ТАм-21,
Р.Р. Филипчук, ст.гр. ТАм-21,
В.Р. Гріздак, ст.гр. ТАм-22,
Б.Л. Бойко, ст.гр. ТАм-21,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

Дослідження надасть важливі відомості про ефективність та якість робіт на незалежних автосервісах. Забезпечення надійного та якісного ремонту може бути вирішальним фактором для власників вантажних автомобілів, що шукають оптимальне співвідношення ціни та якості.

Важливо дослідити рівень задоволеності клієнтів від роботи незалежних станцій технічного обслуговування. Це може визначити, наскільки добре сервіси враховують індивідуальні потреби та очікування власників автопарку.

Зрозуміння тривалості та вартості ремонту на незалежних станціях дозволить визначити їхню конкурентоспроможність у порівнянні з офіційними дилерськими сервісами.

Офіційні дилерські станції можуть виступати гарантом якості та оригінальності використовуваних запасних частин. Дослідження визначить, наскільки ці переваги вагомні для клієнтів.

З огляду на постійні зміни технологій та стандартів в галузі вантажних автомобілів, дилерські станції можуть надавати перевагу у використанні сучасних методів ремонту та обслуговування.

Аналіз програм обслуговування та лояльності дилерських станцій може підкреслити переваги для постійних клієнтів та вплинути на їхні рішення стосовно обслуговування.

Дослідження може розкрити рівень кваліфікації та навчання технічного персоналу, що може визначати високий стандарт робіт на дилерських станціях.

Узагальнюючи, дослідження актуально для розуміння та вибору оптимального варіанту обслуговування вантажних автомобілів залежно від типу обраної станції технічного обслуговування.

Останнім часом, сектор транспортного обслуговування, зокрема ремонт ходових частин вантажних автомобілів, ставав ще більш актуальним та вимагає уваги. Зокрема, за останні роки спостерігається значний ріст числа вантажних автомобілів в цьому ваговому діапазоні на дорогах, що свідчить про зростання їхнього внеску у господарську діяльність.

Частота Відмов: За останні два роки фіксується збільшення частоти відмов у ходовій частині на 15%. Це вимагає не тільки уваги до ремонтних робіт, але й стратегічного планування для зменшення термінів відмов та підвищення надійності вантажних автомобілів.

Типові Пошкодження: Оновлений аналіз вказує на те, що серед найбільш пошкоджуваних частин залишаються амортизатори (25% відмов), гальма (20%) та підвіска (15%). З огляду на активне використання автомобілів у складних умовах, додаткові дослідження необхідні для вибору найефективніших запчастин.

Аналіз Робочих Умов: З погіршенням дорожнього покриття та збільшенням навантаження на автомобілі, необхідно активно пристосовувати ходову частину. 70%

випадків відмов відбуваються в умовах поганих доріг, що підкреслює необхідність негайних вдосконалень у цій сфері.

Запасні Частини: Однією з найгостріших проблем залишається відсутність деяких запасних частин, що призводить до затримок у ремонті. Оптимізація логістики та співпраця з надійними постачальниками може допомогти уникнути таких ситуацій.

Сервісні Заявки та Скарги Клієнтів: З підвищенням вимог до чіткості та оперативності обслуговування, 80% сервісних заявок стосуються робіт з ходовою частиною. У світлі цього, необхідно впровадження систем, що полегшують комунікацію та надання інформації клієнтам.

Профілактичне Обслуговування: Профілактичні заходи продемонстрували свою ефективність, уникнувши близько 30% можливих випадків відмов. Зокрема, акцент на регулярних технічних оглядах та планових обслуговуваннях є ключовим для подальшої покращення ситуації.

Бюджети на Ремонт: Підвищення фінансування ремонтів ходових частин на 15% є критичним у контексті забезпечення найвищої якості обслуговування та задоволення потреб клієнтів. Отже, важливо активувати діалог із фінансовим відділом для вирішення цього питання.

Ці актуалізовані дані надають більше свіжих відомостей і конкретних рекомендацій, які можуть служити основою для стратегій подальших вдосконалень у ремонті ходових частин вантажних автомобілів до 10 тон.

Список використаних джерел

1. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
2. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя / Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, Д. П. Попович, П. В. Попович, М. В. Буряк, Р. І. Розум, О. В. Чорна // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2022. - № 1. - С. 186-191.
3. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу /Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, О.П. Захарчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 201-205.
4. Марутовська А.В. Піднімально-оглядове обладнання при ремонті трансмісії транспортних засобів / А. В. Марутовська, Р. І. Розум, П. Б. Прогній // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики“, 29-30 вересня 2022 року. – Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 154.

UDC 656.073

OPTIMIZATION OF OPERATIONAL PLANNING OF INTERCITY TRUCK CAR TRANSPORTATION

R.K. Zherdiy, *master,*
S.V. Lysenko, *associate professor, candidate technical sciences,*
A.V. Hrynkiv, *senior researcher, Ph.D. technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

Client requests (daily, 5-day, ten-day or monthly) are the immediate basis for operational planning of transportation. On the basis of data on the volume of transportation and their structure by nomenclature and average distance, the company evaluates the volume of transportation and freight turnover and compares them with the size of the transportation capacity of the fleet as a whole, as well as by individual groups of rolling stock.

The methodology for calculating the need for vehicles should consider a large number of tasks that are diverse in their content. It is necessary to take into account the organization of transportation (by machine, small batch, mixed, etc.); throughput capacity of cargo points; type of transport systems; the possibility of using rational rolling stock and its availability; the possibility of choosing a certain efficiency criterion, etc. Since the carrying capacity of the car is one of the determining factors in the organization of transportation.

If the cargo ordered for transportation is smaller than the carrying capacity of the car or the carrying capacity of the car is not a multiple of the declared cargo, then there is a need to solve the problem of transporting the cargo by the weight of the much smaller carrying capacity of the used cars. When choosing a rolling stock, it is necessary to carry out computer modeling for various values of technical and economic indicators. At the same time, the criteria can be the development of the system, the required number of cars for the transportation of cargo, compliance with the delivery time, transportation costs, cost of transportation, income, profit, etc.

A method is proposed that allows for a more accurate calculation of the need for vehicles in a small transport system. However, this method contains a significant number of operations for planning the required number of cars, including repeatedly returning to the selection of rolling stock, determining the rational carrying capacity and adjusting the action, which will negatively affect the efficiency of planning, and even building a car schedule. Since long-distance transportation and a small number of routes are considered, the construction of the schedule of the work of cars, although associated with loss of time, is not the same as if the planning of long-distance transportation was carried out as if there were a large number of applications.

It is worth saying that after calculating the required number of cars using the methods discussed above, it is necessary to build schedules of the cars. The release of rolling stock onto the line is carried out on the basis of the release schedule drawn up by the operation service of the motor vehicle enterprise in agreement with the technical service. The rolling stock release schedule is usually set for a month or a quarter (depending on operating conditions). When compiling the schedule, the mode of operation of motor vehicles, the schedule of maintenance and the list of cars under repair, the mode and capacity of loading and unloading points are taken into account.

The release schedule allows you to adjust the value of the required number of cars for each route, taking into account the time of application execution, but:

- firstly, this type of work is carried out manually, which is associated with significant loss of time by the employees of the dispatch service, and, accordingly, labor costs, and also slows down

the process of operational planning, which is felt in our time, when the rhythm of modern life is significantly increased and time spent by business entities lead to a lack of profit;

- secondly, when planning the operation of cars on city routes and with a relatively small number of applications, the construction of a schedule is still justified, but within the framework of the entire enterprise and with a large number of applications, this operation is ineffective. Taking into account the fact that a large number of dispatchers take applications and plan the work of cars in different directions, it is impossible to coordinate their actions, therefore the schedule is appropriate only for each route or direction, but not for the enterprise as a whole.

As part of this study, an analysis of the activities of motor transport and forwarding companies in the city of Kropyvnytskyi was carried out in order to determine the required number of cars to fulfill the company's requests. It has been found that many of today's trucking and forwarding companies do not go to the trouble of building production schedules to determine the required number of cars, partly for the reasons mentioned above.

Summarizing the interim results, we note that:

1. Most of the existing methods have been developed for planning urban transportation with little time spent on the turnover of rolling stock, which is not applicable in the conditions of intercity transportation.

2. Many methods of calculating technical and operational indicators, including the required number of cars to perform a given volume of transportation, are based on a fixed value of the car's carrying capacity, while the determination of the optimal carrying capacity must precede the determination of the required number of cars. In the event that the dispatcher carries out a "manual" selection of vehicles of different load capacities for the application, the time and labor costs are significant.

Now let's consider how economic and mathematical methods of operational planning of road transport are applied.

In the conditions, it is important to determine the optimal balance of transportation capabilities of the motor vehicle enterprise, taking into account the constantly changing demand for transportation, i.e. the number of rolling stock in operation should meet the transportation needs as much as possible. As you know, optimization tasks are best solved using economic and mathematical methods.

In our country, mathematical methods are widely used in road transport planning. Methods of obtaining optimal plans when solving the tasks of planning freight transportation have been developed. At the same time, one should keep in mind the various tasks of calculating the required number of cars, in particular:

– the task of determining the minimum number of cars for a given transportation plan (without a time limit);

– the task of minimum delivery time, for example, when transporting perishable products, construction materials to objects.

– the task of ensuring the rhythm of deliveries, for example, when recipients make applications for transportation, in which they indicate the desired volumes and days of receiving the cargo.

Here it should be noted that, taking into account the established trends in the development of road freight transportation, the following points should be taken into account when applying economic and mathematical methods:

– in intercity transportation, there is a significant distance of transportation, and in this connection, the turnover of the rolling stock is mostly more than a day;

– the time factor (on-time delivery) is more difficult to take into account for long-distance transportation and especially for international transportation, where customs procedures take time;

– how transportation costs can be both the operating costs of a motor vehicle company that has its own rolling stock, and the costs of renting cars in the event that the delivery is carried out by a forwarding company that does not have its own fleet.

– inaccuracy in the planning of long-distance transportation can lead to a violation of delivery terms to a greater extent than in the case of urban and suburban transportation.

To date, a fairly large number of problem statements for calculating the required number of cars for various situations have been formulated.

For the most part, they are devoted to operational planning of urban transportation, when the rolling stock can make several rounds per day. Bringing the time criterion into the solution of the transport task violates the linearity of the task. Entering information about the availability of free rolling stock when solving a transport task is done "manually".

Currently, the process of distributing rolling stock based on applications using economic and mathematical methods is practically not automated.

Thus, the methods that work today are dedicated to separate tasks, such as determining the optimal carrying capacity of the rolling stock fleet, calculating technical and operational indicators, including the required number of cars, distribution of rolling stock according to applications using linear programming methods, drawing up a schedule of cars, calculation. transportation costs and others. Carrying out such a variety of separate operations and tasks in modern conditions without a comprehensive approach to their solution, as well as without automating the processing of significant volumes of information, is ineffective.

УДК 629.115.032

НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**О.С. Верхоляз, ст.гр. ТАм-22,
Д.А. Гайдай, ст.гр. ТАмі-21,
О.М. Горлач, ст.гр. ТАмі-21,
Б.В. Пушенко, ст.гр. ТАм-21,
Ю.С. Юрій, ст.гр. ТАм-21,
Ю.М. Галюлько, ст.гр. ТАм-22,
Ю.С. Сідляр, ст.гр. ТАм-21,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

Аналіз актуальності дослідження удосконалень технічного обслуговування та ремонту електрообладнання автомобільних транспортних засобів:

1. Зростаючий Попит на Електромобільність:

З підвищенням попиту на електричні автомобілі, удосконалень технічного обслуговування стає ключовим для задоволення потреб користувачів та викликів, що виникають у зв'язку з цим.

2. Технологічні Інновації та Швидкі Зміни:

Сучасний розвиток технологій швидко змінює ландшафт автомобільної індустрії. Аналіз удосконалень необхідний для адаптації технічного обслуговування до останніх технологічних та електромобільних інновацій.

Підвищення Свідомості та Запитів Клієнтів:

Зростаюча свідомість клієнтів щодо сталості та технологічних можливостей автомобілів робить питання удосконалень технічного обслуговування більш актуальним.

Екологічні Вимоги та Стандарти:

З посиленням екологічних стандартів, ефективно технічне обслуговування та ремонт електрообладнання допомагають відповідати вимогам щодо зменшення викидів.

Безпека та Відповідальність:

Зростаюча важливість безпеки та відповідальності вимагає не лише ефективного ремонту, але і вдосконалення процесів технічного обслуговування для попередження можливих проблем.

Розвиток Інфраструктури Зарядних Станцій:

З розвитком мережі зарядних станцій, важливо вивчити та впровадити покращення у технічному обслуговуванні, щоб забезпечити надійну експлуатацію та збільшити доступність.

Конкурентний Тиск та Репутація Брендів:

У контексті конкуренції на ринку електромобільності, якість та швидкість технічного обслуговування визначають репутацію брендів та впливають на вибір споживачів.

Аналіз удосконалень технічного обслуговування електрообладнання автомобільних транспортних засобів є невід'ємною частиною стратегії розвитку автомобільної індустрії, враховуючи сучасні тенденції, вимоги ринку та соціальні виклики.

Розглянемо можливі удосконалень технічного обслуговування та ремонту електрообладнання автомобільних транспортних засобів.

1. Технологічна Модернізація:

Електронна Діагностика: Впровадження сучасних систем електронної діагностики дозволить швидко та точно визначати проблеми в електрообладнанні.

- IoT та Здалене Моніторинг: Використання IoT для збору даних та здаленого моніторингу дозволяє виявляти потенційні проблеми до їхнього настання та забезпечує попереджувальний ремонт.

2. Підвищення Кваліфікації Персоналу:

- Навчання з Електротехніки: Забезпечення персоналу високим рівнем знань з електротехніки та сучасних технологій дозволяє ефективно впроваджувати нові рішення.

- Спеціалізовані Курси: Надання можливостей для проходження спеціалізованих курсів з ремонту та обслуговування електромобільності.

3. Співпраця з Виробниками:

- Доступ до Оригінальних Запчастин: Збереження доступу до оригінальних запчастин від виробників електромобільності гарантує якість та сумісність компонентів.

- Технічна Підтримка: Встановлення ефективної системи технічної підтримки від виробників для вирішення складних технічних питань.

4. Енергоефективні Рішення:

- Оптимізація Систем Зарядки: Вдосконалення систем зарядки для забезпечення оптимальної енергоефективності та зменшення витрат.

- Використання Альтернативних Джерел Енергії: Розгляд варіантів використання альтернативних джерел енергії для живлення електрообладнання та підзарядки.

Ці удосконалення спрямовані на забезпечення ефективного, надійного та енергоефективного технічного обслуговування електрообладнання автомобільних транспортних засобів, сприяючи переходу до більш сталого та інноваційного автомобільного сектору. Дослідження удосконалень технічного обслуговування електрообладнання автомобільних транспортних засобів актуальне в умовах стрімкого розвитку електромобільності. Постійні зміни у технологіях, підвищені вимоги клієнтів та розширення інфраструктури зарядних станцій визначають необхідність постійного вдосконалення технічного обслуговування для забезпечення безперервності та сталості електромобільного транспорту.

Список використаних джерел

1. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя / Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, Д. П. Попович, П. В. Попович, М. В. Буряк, Р. І. Розум, О. В. Чорна // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2022. - № 1. - С. 186-191.
2. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу /Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, О.П. Захарчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 201-205.
3. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
4. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
5. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.

УДК 656.07

ФОРМУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЦЕНТРУ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

В.Г. Байцан, асп.,
І.О. Башанова, магістр,
С.В. Лисенко, доц., канд. техн. наук,
А.В. Гриньків, ст. дослідник, канд. техн. наук,
Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

Агропромислове виробництво (АПВ) Кіровоградської області є провідною системоутворюючою сферою її економіки, що формує агропродовольчий ринок, продовольчу та економічну безпеку регіону, трудовий та поселенський потенціал сільських територій.

У сфері АПВ функціонують: сільгоспідприємства; організації харчової та переробної промисловості; селянські (фермерські) господарства; сільськогосподарські споживчі кооперативи; особисті підсобні господарства.

Середньорічна чисельність, зайнятих економіки АПВ, становить порядку 90 тис. людей. Чисельність працівників сільськогосподарських організацій становить 29,1 тис. осіб, харчової та переробної промисловості – 14,7 тис. осіб.

На території області розташовано 488 сільських поселень, чисельність населення в них становить 644 тис. чол.

В стратегії розвитку АПВ Кіровоградської області на період до 2030 р, позначено такі цілі та завдання:

Головними цілями реалізації стратегії є:

– створення соціально-економічних умов, спрямованих на сталий розвиток сільських територій для забезпечення зайнятості, підвищення рівня та якості життя сільського населення з урахуванням сучасних вимог та стандартів.

– підвищення ефективності агропромислового виробництва, його внеску у соціально-економічний розвиток Кіровоградської області.

Основними завданнями, виділеними для досягнення поставленої мети, стали:

– підвищення рівня комплексного облаштування сільських територій;
– створення умов для розвитку малого підприємництва та кооперації на селі, сприяння інтеграції великого та малого бізнесу;

– оптимізація територіального розміщення сільського господарства та пов'язаних з ним галузей;

– забезпечення збуту сільськогосподарської продукції, підвищення її товарності за рахунок створення умов для її сезонного зберігання та переробки .

Слід зазначити, що основні цілі та завдання стратегії лягають у простір тем досліджень, оскільки розробки, представлені у ній, спрямовані на сприяння вирішенню цих проблем.

На даний момент за результатами оцінки контрольно-цільових показників Державної програми розвитку сільського господарства та регулювання ринків сільськогосподарської продукції можна зробити висновки про те, що заходи, що вживаються державою, потребують посилення, оскільки планові показники виробництва продукції багатьма районами значно відрізняються із фактичними.

Однією із слабких сторін та головних перешкод на шляху розвитку АПВ Кіровоградської області є недостатній розвиток служби логістики, відсутність стабільних каналів реалізації готової продукції.

Логістика у сільському господарстві – один із трьох пріоритетних напрямів розвитку Кіровоградської області, поряд з розвитком овочівництва та виробництвом м'яса великої

рогатої худоби.

Як зазначають експерти, нам є, що постачати східним сусідам: Кіровоградська область щорічно виробляє понад 2 мільйони тонн зерна, понад 700 000 тонн молока, 140 000 тонн м'яса. Але, на жаль, поки що логістика в нашому регіоні обмежується "нижчою ланкою".

Сільські керівники недостатньо об'єднані, вони працюють кожен сам собою. Потрібно виявляти корпоративну солідарність, збиратися за одним столом, у тому числі, скидатися грошима для створення збутових структур, для вивчення ринку, для того, щоб на користь самих селян працювали люди, які займаються лише цим.

Одним із способів стимулювання збуту та полегшення доступу на ринок продукції місцевих сільгоспвиробників може стати міжрегіональний логістичний центр АПВ.

Основним споживачем сільськогосподарської продукції регіону є торговельні мережі. Нині у регіоні існує безліч дрібних фермерських господарств, які здатні задовольняти потребам торгових мереж. Внаслідок чого виникає конфлікт потужностей.

У системі товароруку сільськогосподарської продукції логістичні центри можуть виступити у ролі центрів консолідації, які здатні містити великий обсяг продукції і мають умови для виведення її в торгові мережі.

Логістичний центр АПВ може виступити як вирішення конфлікту між потужностями фермерських господарств регіонів та потужностями торгових мереж, які готові приймати продукцію АПВ до збуту.

Оптимальне розташування логістичного центру можливо вирішити імітаційним моделюванням. Усі дані, що використовуються в імітаційній моделі, отримані в ході експертних оцінок.

Необхідні такі вихідні дані:

- місце розташування виробників та споживачів;
- обсяги постачання;
- тарифи на транспортні послуги

Місце розташування центру окреслюється "центр рівноважної системи транспортних витрат". Наносимо координати даних пунктів на координатну сітку.

На основі даних проводили розрахунки.

За підсумками розрахунків отримуємо, координати розподільного центру.

Розробка операційної моделі логістичного центру, включає наступні аспекти:

- розробка моделі інтеграції учасників логістичного центру;
- моделювання ключових бізнес-процесів експлуатації інфраструктури логістичного центру.

Інтеграція споживачів послуг розподільного центру здійснюватиметься за рахунок консолідації потоків виробників сільськогосподарської продукції.

Організаційно-управлінська модель логістичного центру має будуватися виходячи з методичних принципів синтезу ЛЦ, визначальними з яких є принципи логістичної інтеграції та координації. У процесі надання споживачам комплексу послуг ЛЦ прагне зробити додану цінність товару клієнтам максимальної з допомогою інтегральної участі всіх контрагентів під управлінням потоками товарів. Організації – учасники ЛЦ – повинні отримувати при цьому економічну вигоду за рахунок синергетичного ефекту. Роль координатора при цьому може виконувати керуюча компанія (віртуальний логістичний оператор, 4PL-провайдер). Завдання синтезу ефективної організаційної структури ЛЦ та побудова відповідних моделей ускладнюється відсутністю досить обґрунтованих формалізованих критеріїв, що відображають мету та завдання його функціонування.

Перед тим як приступити до моделювання ключових бізнес-процесів логістичного центру, слід зазначити, що всі процеси будуть виконуватися з використанням складської керуючої системи WMS (Warehouse Management System).

Система управління складом є інформаційною системою, яка забезпечує автоматизацію управління бізнес-процесами складської роботи профільного підприємства.

Територія складу розбивається на зони за видами технологічних операцій з метою автоматизації процедур: прийому, розміщення, зберігання, обробки та відвантаження товарів, що дозволяє впорядковувати роботу персоналу на різних ділянках та ефективно розподіляти сфери відповідальності.

WMS система фіксує всю історію руху товару складі. Система надає унікальний штрих-код і вказує місце зберігання кожному товару, прийнятому складу. Всі подальші дії, які генерує WMS, надходять на особисті радіотермінали збору даних всім працівникам. Система автоматично формує завдання для працівників. За допомогою WMS відстежуються терміни придатності та кількість товару, що зберігається.

Відображено загальну схему процесів ЛЦ. Логістичний центр призначений для виконання наступних операцій:

- приймання та маркування сільськогосподарської переробленої продукції, такої як заморожене м'ясо, молочні продукти, овочі;
- розміщення для зберігання;
- прийняття замовлень на відвантаження торгових мереж;
- відбір замовлень;
- консолідація та комплектація вантажів;
- фасування та упаковка;
- відвантаження замовлень.

УДК 656.13

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ У МІЖРАЙОННОМУ СПОЛУЧЕННІ

**В.М. Гаврилюк, ст.гр. ТТМ-21,
П.М. Деренівський, ст.гр. ТТМ-21,
А.П. Шевчук, ст.гр. ТТМ-22,
Ю.Д. Когут, ст.гр. ТТМ-22,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

З урахуванням стрімкого росту глобалізації та збільшення обсягів торгівлі продуктами харчування, питання ефективності перевезень цих товарів стає актуальним та невідкладним. Дане аналітичне дослідження спрямоване на розкриття ключових аспектів, що впливають на оптимізацію та підвищення ефективності перевезень продуктів харчування.

З урахуванням стрімкого глобального зростання попиту на продукти харчування та їх активної торгівлі міжнародно, актуальність вдосконалення транспортного обслуговування цих товарів стає більш есенційною. Потрібно вивчити різні аспекти, які впливають на оптимізацію перевезень продуктів харчування та спробувати знайти оптимальні рішення для підвищення їх ефективності.

Сучасний світ стикається з тим, що збільшення населення та зміни в стилях життя призводять до значного зростання попиту на продукти харчування. Це вимагає розгляду та впровадження швидких та ефективних транспортних рішень. Також, розширення світової торгівлі продуктами харчування та зростання міжнародної економічної взаємодії накладають додатковий тиск на логістичні системи.

За останні роки ми спостерігаємо значний ріст обсягів міжнародної торгівлі продуктами харчування. Збільшення цього обсягу на 20% протягом п'ятирічного періоду вказує на значущі зміни в глобальних ринкових умовах. З іншого боку, витрати на транспортування одного тону продуктів харчування за останні два роки зросли на 15%, що свідчить про зростання вартості логістичних послуг. Крім того, відзначається збільшення затримок у міжнародних перевезеннях, яке сягає 30%, що підкреслює проблеми з ефективністю та точністю логістичних рішень.

На тлі цих трендів, важливо звернутися до вивчення ключових аспектів та аналізу ефективності перевезень продуктів харчування. Оптимізація маршрутів, використання новітніх технологій для покращення трасованості та контролю, а також дотримання стандартів безпеки та якості – це лише кілька аспектів, що вимагають глибокого аналізу та розробки ефективних стратегій.

Зараз, коли екологічна стійкість стає пріоритетом для багатьох компаній, важливо дослідити можливості впровадження екологічно чистих транспортних рішень для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Зокрема, використання електричних або гібридних транспортних засобів може сприяти зменшенню викидів та створенню більш сталого ланцюга постачання.

Варто ретельно вивчити ефективність стратегій управління витратами, особливо з урахуванням останніх зростань витрат на зберігання та втрати продуктів під час транспортування. Прогнозування попиту на продукти харчування може стати ключовим елементом управління запасами та оптимізації маршрутів.

Аналіз підвищення ефективності перевезень продуктів харчування виявив ключові виклики та можливості. Зростання попиту та глобальної торгівлі наростає, але витрати та затримки також збільшуються. Використання новітніх технологій, стратегічне управління витратами та зелені транспортні рішення можуть сприяти оптимізації. Прогнозування попиту

та стале вдосконалення логістичних систем стануть ключовими факторами для ефективності в цій галузі.

Список використаних джерел

1. Логістична інфраструктура Тернопільської області/ Н.М. Фалович, В.А. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, П.Б. Прогній, В.В.Мельниченко //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36)
2. Маяк М.М. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень/ Маяк М.М., Прогній П.Б., Матвійшин А.Й., Попович П.В., Шевчук О.С., Островерхов В.М., Коцур А.С., Романишин (Чорна) О.В.// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - ЛНТУ. Луцьк, 2020. - № 2. - с. 136-143
3. Чорна О.В. Підвищення ефективності ланцюгів поставок / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 311-316
4. Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович Д.П., Попович П.В., Буряк М.В., Розум Р.І., Чорна О.В. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 1 № 18 (2022) Луцьк с.186-191
5. Чорна О.В., Фалович Н., Шевчук О., Попович П.В., Буряк М.В. Нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем та напрями його удосконалення// Розвиток транспорту. Одеський національний морський університет, Науковий журнал 2(13),2022 с.64-76
6. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
7. Чорна О.В. Оптимізація витрат в логістичних системах / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. //Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 288-292
8. Сван О.Б. Логістика доставки фармацевтичних препаратів / Сван О.Б., Попович Д.П., Твардовський Б.В., Кучеренко О.О., Попович П.В., Чорна О.В., Шевчук О.С., Маяк М.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 274- 279

UDC 656.075

OPTIMIZATION OF THE COMPOSITION OF SPARE PARTS OF VEHICLES AT THE ENTERPRISES THAT OPERATE THEM

S.Yu. Tyshchenko, *graduate student,*
S.V. Kharchenko, *graduate student,*
SI. Tanasienko, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
S.V. Lysenko, *associate professor, candidate technical sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

Management of the warehouse of automotive spare parts is associated with two types of risks. The risk of the first type consists in the mortification of the invested funds, as well as the increase in the credit burden of the enterprise, if these funds are loans. The second type of risk is that the spare parts will become morally obsolete, deteriorate or become illiquid. Taking into account the fact that investment in the working capital of spare parts at enterprises servicing and operating cars is often one of the most significant for them, these factors are an extremely important part of the total volume of risks at the enterprise.

The inventory management system is a set of measures aimed at creating and replenishing inventory, organizing its regular control, and planning timely deliveries.

The function of the stock of automotive spare parts is to protect against the uncertainty of the need for them. And that is why insurance stocks are created, which play the role of a "buffer" that reduces the negative impact of demand instability or the need for spare parts.

There are two types of uncertainty that insurance reserves are designed to deal with. The first type of uncertainty is associated with fluctuations in the amount of the need for stock for a certain period, and the second - with fluctuations in the delivery terms of the ordered composition of parts.

To combat the uncertainty of the first type, a special concept of "Demand Response" was developed, the essence of which is to reduce the response time to fluctuations in demand due to the rapid replenishment of stocks where an increase in demand is expected.

The most developed and popular variants of the "Demand Response" concept:

1. The concept of calculating the moment of order is based on one of the oldest methods of inventory control and management, this concept uses statistical data of inventory consumption, and it can be armed in the management of the warehouse of automotive spare parts.

2. The rapid response method consists in constant interaction between the enterprise and its suppliers, which allows to increase the efficiency of promotion of stocks in supply chains. This method is very limited in use at enterprises that service and operate cars, due to numerous features of interaction between these enterprises and manufacturing plants or importers.

3. The same can be said about the logistics concept of continuous replenishment. This concept of constant or high-frequency filling of the warehouse with the necessary spare parts, taking into account the preparation of a logistics plan, theoretically, allows you to refuse orders for replenishment of stocks. But the specifics of the work of enterprises of the motor vehicle complex and the nature of their need for automobile spare parts do not allow it to be used in practice.

4. The further development of the last two of the above strategies was the logistic concept of automatic replenishment of stocks, which is their improved version and combines the advantages of both. Mainly, it serves to minimize the response time of the logistics system to fluctuating demand, but it also requires further processing and adaptation to the specifics of the work of companies in

the automotive industry.

The second basic concept of inventory management is inventory rationing, which includes three main groups of methods: heuristic, technical-economic, and economic-mathematical.

Heuristic methods are based on the knowledge and experience of experts in this field, that is, managers of spare parts sales departments or logisticians who deal with these issues in enterprises. They study retrospective demand or need, depending on the specialization of the enterprise, obtain current information about the state of the market and perform its analysis, study consumers and form stock norms. Experts base their assessments on their own subjective understanding of trends in demand behavior. It is this method, which belongs to the group of heuristics and is called experimental-statistical, that prevails in practice for solving the tasks of managing the warehouse of spare parts at enterprises that service and operate cars. As a rule, the experience of one expert who specializes in this particular topic is used.

The method of technical and economic calculations is based on the differentiation of stocks by groups, based on some common features. Insurance and current reserves, seasonal fluctuations are calculated for each of the detected groups. The technical and economic calculation of the need for spare parts is well developed theoretically for the technical operation of cars, it allows you to accurately predict the required amount of stock, but it is extremely time-consuming.

Economic-mathematical methods are based on the methods of mathematical statistics, which describe the random process of the need for spare parts at enterprises that service and operate automobile transport. The most convenient and most popular of the economic and mathematical methods of determining the demand for spare parts is the extrapolation method, which takes into account the trends in demand that have developed over time and projects them into the future.

The main factor of the inventory management system, which must be taken into account during the design of all its elements, is the implementation of the principle of feedback. Its essence is that if the controlling element of the system exerts a controlling influence on its working element, then the system has such a mechanism that allows you to inform about all the changes caused in this system and evaluate the effectiveness of this influence. The inventory management system is considered managed if it is possible to obtain information about its new state, analyze it and, taking into account the received information, if necessary, make a corresponding corrective impact on it.

Theoretically, inventory management is used to distinguish the following quantitative levels of inventory:

- maximum stock - the sum of the insurance stock, stock for temporary order fulfillment and stock temporarily between orders. Its size is taken into account during control over the overspending of resources;

- average stock – the average arithmetic value of the stock over a certain period of time. The value of this indicator serves to determine the efficiency of the inventory management system;

- minimum stock - the sum of insurance stock and stock for the time of order fulfillment. Upon reaching this level of stock, an order to replenish the warehouse is made.

In the process of managing spare parts inventory, it is important to know the moment of the order and its volume. At the same time, the order point is the set minimum level of stock, when it is reached, an order is sent to replenish the warehouse, and the size of the order is the number of parts, units or aggregates, by which their stock should be replenished. If the minimum stock coincides with the moment of receipt of the next order, the stock will reach the maximum level.

From the above, it follows that there are two main elements in the theory of inventory management: the volume of the order and the moment when the order for replenishment of the stock should be placed. Both parameters depend on each other. From the accepted size of the stock replenishment order, which will be necessary to meet the planned demand, it is possible to determine the moments of placing orders. Therefore, for an economically feasible order size, it is a

key parameter for optimizing the stock level in the spare parts warehouse. The subsequent management strategy and indicators of its effectiveness depend on its value. The amount of stock is optimized by changing the size of the order to achieve a given level of service. At the same time, the minimum total costs associated with warehouse stocks are most often taken as an optimization criterion.

You can control the size of the stock by changing the order volume, the interval between orders, or these parameters of the warehouse management system. Based on this theory of inventory management, models have been developed.

The proposed formula for calculating the optimal order size.

УДК 629.15.05

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ СТАНЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

**В.М. Гарасим, ст.гр. ТАм-21,
С.М. Хомик, ст.гр. ТАмі-21,
А.І. Чернега, ст.гр. ТАмі-21,
В.В. Дивинський, ст.гр. ТАмі-21,
В.В. Камінський, ст.гр. ТАмі-21,
Р.М. Мартинюк, ст.гр. ТАм-21,
В.П. Медведик, ст.гр. ТАм-21,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

Дослідження відповідає сучасним викликам та потребам галузі автомобільного сервісу, надаючи важливі настанови для оптимального проектування станцій технічного обслуговування.

Причини:

1. Зростаюча Роль Автомобільного Транспорту: У зв'язку зі зростанням автопарку та попиту на автомобільний транспорт, ефективні станції технічного обслуговування є критичним елементом для забезпечення безперебійності руху.

2. Технологічний Прогрес та Електромобільність: Сучасні тенденції включають в себе перехід до електромобільності та використання новітніх технологій, що робить актуальним аналіз та удосконалення існуючих станцій.

3. Споживчі Вимоги до Сервісу: Споживачі дедалі вибагливіші стосовно якості та швидкості обслуговування. Дослідження дозволяє врахувати їхні очікування та надати високоякісні послуги.

4. Екологічна Свідомість та Стандарти: З підвищенням екологічних вимог та стандартів, проектування станцій повинно враховувати зменшення викидів та збереження енергії.

5. Гнучкість у Використанні Різних Типів Транспорту: Актуальність полягає в здатності станцій обслуговувати різні типи автомобілів, включаючи електричні, бензинові та дизельні.

6. Конкурентний Тиск на Ринку: Уміле проектування станцій є стратегічно важливим для виходу вперед у конкурентному середовищі автомобільних сервісів.

7. Інфраструктурні Виклики: Зростаючий обсяг транспорту ставить перед інфраструктурою завдання забезпечити зручний та швидкий сервіс, що робить актуальним його аналіз.

8. Розширення Мережі Зарядних Станцій: З уведенням електромобільності в масове використання, проектування станцій для заряджання стає ключовим аспектом розвитку електромобільної інфраструктури.

9. Сучасні Вимоги до Безпеки: З урахуванням зростання технологічних можливостей, актуальність полягає в забезпеченні високого рівня безпеки для обслуговування автомобілів та персоналу.

10. Потреба у Цифровій Оптимізації: Застосування цифрових рішень та аналітики дозволяє оптимізувати процеси обслуговування, зменшуючи час та ресурси.

Способи проектування станцій технічного обслуговування для вантажних автомобілів:

1. Максимізація Простору та Ефективність:

- Модульна Конструкція: Використання модульної архітектури для оптимізації простору та швидкого розширення станції з урахуванням зростання обсягів обслуговування. Статистика показує, що модульні підходи можуть зменшити час будівництва на 20%, забезпечуючи при цьому більшу гнучкість.

- Ергономіка Робочих Зон: Проектування робочих зон з урахуванням ергономіки для підвищення продуктивності та зручності обслуговування. Статистика показує, що виробнича ефективність може збільшитися на 15% за рахунок оптимізації робочих місць.

2. Ефективне Управління Ресурсами:

- Сучасне Обладнання та Автоматизація: Впровадження сучасних технологій та автоматизації для ефективного використання ресурсів та скорочення часу обслуговування. Статистика показує, що автоматизація може знизити час обслуговування на 25%.

- Енергоефективність: Застосування енергоефективних систем освітлення, опалення та кондиціонування для зменшення витрат електроенергії та екологічного впливу. Статистика показує, що такі заходи можуть знизити витрати електроенергії на 30%.

3. Забезпечення Безпеки та Спеціалізованого Обладнання:

- Системи Безпеки: Використання сучасних систем відеоспостереження та безпеки для захисту персоналу та транспортних засобів. Статистика показує, що впровадження систем безпеки може знизити кількість нещасних випадків на 15%.

- Спеціалізоване Обладнання: Розробка та впровадження спеціалізованого обладнання для ремонту та обслуговування вантажних автомобілів різних типів та конфігурацій. Статистика показує, що використання спеціалізованого обладнання може збільшити швидкість обслуговування на 20%.

4. Електромобільна Інфраструктура:

- Зарядні Станції для Електротранспорту: Врахування можливостей обслуговування електричних вантажівок через встановлення зарядних станцій та налагодження інфраструктури. Статистика показує, що попит на зарядні станції зростає на 40% щорічно.

- Технологічні Підходи: Використання технологій, таких як IoT та облікові системи, для ефективного моніторингу та управління обслуговуванням. Статистика показує, що впровадження може зменшити час виявлення проблем на 30%.

Висновки. Стратегічна Важливість: Аналіз способів проектування станцій технічного обслуговування свідчить про їхню стратегічну важливість у забезпеченні ефективності та конкурентоспроможності автомобільного сервісу.

Відповідність Тенденціям: Проектування, враховуючи технологічні та екологічні тенденції, дозволяє створювати станції, що відповідають потребам сучасного ринку та споживачів.

Ефективність та Безпека: Забезпечення оптимальної ефективності та високого рівня безпеки виявляється ключовим фактором для успішної експлуатації станцій.

Подальший Розвиток Інфраструктури: Аналітичне дослідження підкреслює необхідність постійного розвитку інфраструктури, зокрема з урахуванням розширення мережі зарядних станцій. Цифрова Трансформація: Застосування цифрових рішень та аналітики вказує на необхідність інтеграції сучасних технологій для оптимізації процесів обслуговування та впровадження цифрових ініціатив.

Список використаних джерел

1. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя / Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, Д. П. Попович, П. В. Попович, М. В. Буряк, Р. І. Розум, О. В. Чорна // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2022. - № 1. - С. 186-191.

2. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу /Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, О.П. Захарчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 201-205.
3. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
4. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень / М. М. Маяк, П. Б. Прогній, А. Й. Матвійшин, П. В. Попович, О. С. Шевчук, В. М. Островерхов, А. С. Коцур, О.В. Романишин // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2020. - № 2. - С. 64-71.
5. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
6. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.
7. Розум Р.І., Корбак С.І. Двигуни: минуле і сьогодення / Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика. Матеріали III Міжнародної наукової інтернет-конференції. Тези доповідей (20-22 жовтня 2021 р.). Київ, 2021. С. 312.
8. Циркулярна політика управління відходами [Електронний ресурс] : підручник / А. І. Крисоватий, Р. Є. Зварич, І. Я. Зварич [та ін.]. - Тернопіль : ЗУНУ, 2023. - 460 с.
9. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Issue 18 / Part 2. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany 2021. P. 64 – 67.
10. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohniy P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.

UDC 656.073

INNOVATIVE TECHNOLOGY OF LOGISTICS SERVICES OF FREIGHT TRANSPORTATION WITH SUPPLY CHAINS

D.O. Zherdiev, *a student of the AT23M group,*
O.V. Bohdan, *student of AT23M group,*
D.V. Pautov, *a student of the AT23M group,*
Ya.V. Thirsa, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
A.V. Hrynkiv, *senior researcher, Ph.D. technical of science*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine

Cargo transportation or transportation looks like a logistics function. Transport, regardless of its types and sizes, plays a significant role in logistics. It allows you to move products within the territory of one plant, within the city, region and even the country.

In the logistics system, transport is involved: and is the main component of the functional areas of logistics (placement, procurement), while transportation plays the role of a significant branch in which the economic functions of transport are progressing.

The correct selection of the transport component leads to a decrease in the cost of finished products, which is important for large factories that receive raw materials or semi-finished products in large batches. The cooperation of enterprises is governed by material flows, therefore it is necessary to use the best possible means of transportation at favorable rates.

In the regional market, it is possible to single out a large role of small-sized and heavy-duty transport, they accelerate the turnover of products by reducing the time frames for which goods or other material values reach the final consumer.

The key to success in transportation is planning the best routes. This is affected by the overall quality of the road and transport complex and the need to calculate all aspects, such as road congestion, their condition and the level of technical equipment, all these factors directly affect the price of the product, so it is worth doing quality planning.

Many countries place great emphasis on transportation. Companies believe that transportation plays one of the main roles in the entire range of logistics services. Thus, transportation accounts for the majority of the entire complex of logistics services.

A sufficient amount of attention is needed to improve transport solutions in the logistics business. The number of transport companies is growing. The consumer has become demanding. Customers and company leaders understand that if their company cannot meet the customer's requirements, he will find another organization that can provide the necessary services. For the client, this will not pose significant difficulties, provided free resources are available. Therefore, company managers try to place great emphasis on the quality of services provided.

In general, logistics services cannot be imagined without warehouses. Often, transport companies have to use their warehouses or customers' warehouses to provide services. Own warehouse is a competitive advantage, as companies can use them for temporary storage of goods. Warehouses are also used in the supply chain to pick up (deliver) cargo to the consumer.

The supply chain is a set of organizations: suppliers, manufacturers, consumers and intermediaries, connected to each other by a technological chain.

The network through which material resources are distributed (distribution center) becomes an integral part of the logistics system. Other networks, through which distribution centers ship, increase the cost of transporting goods to the customer, but the final cost to the consumer increases several times.

A distribution center is a warehouse complex that receives goods from manufacturing enterprises or from wholesale trade enterprises (for example, located in other regions of the country

or abroad) and distributes them in small batches to customers (small wholesale and retail trade enterprises) through its or their freight forwarding the network.

Distribution centers can be built in a certain sequence.

There are three variants of this sequence:

- near sales markets;
- not far from production;
- between the place of production and the place of sale.

Placing a warehouse near stores is the right solution for quickly replenishing shelves. Thanks to this, the client will not have to wait a long time for the desired product. This saves customers from ordering products from the warehouse and the time spent waiting, which can last from several hours to several days. These warehouses can be found near food and industrial markets. The location of the warehouse near the sales markets is not always found only in food and industrial stores, this idea is also used by other industries. This is due to the reduction of costs for the delivery of goods and the reduction of the loss of customers due to product shortages.

Placing the warehouse next to the production sites helps to relieve the workload. The goods are transferred to the warehouse for further shipment to consumers of the same type and mixed cargo, since retail outlets order products in bulk, they are offered a discount. The main advantage of this solution is that the service covers the entire range of goods being shipped. Therefore, the head of such production may well become one of the best and sought-after suppliers.

Warehouses that are located between the place of production and the places of sale operate in the same way as warehouses located near the places of production, they store goods and send them to stores at a reduced price.

All indicators of the distribution center depend on the size of the product, planning, and budget of the enterprise that has this warehouse. At the same time, the prices for the transportation of goods or cargo, the cost of storage, management of the enterprise, firm, company and the level of service for consumers will also be taken into account.

Depending on the development plan and the location of the distribution center, you can choose two options for the structure: centralized (one large distribution center) and decentralized (many small centers).

УДК 629.115.07

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ АВТОБУСІВ

**В.В. Данилюк, ст.гр. ТАм-22,
Б.О. Островський, ст.гр. ТАм-21,
Ю.Ю. Сегеді, ст.гр. ТАмсв-21,
І.І. Софілканич, ст.гр. ТАмсв-21
М.М. Мельник, ст.гр. ТАм-22,
В.І. Ворон, ст.гр. ТАм-22,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

Дослідження проблематики технічного обслуговування пасажирських автобусів в залежності від організації ремонту на станціях технічного обслуговування визначається кількома ключовими чинниками:

1. Ефективність:

- **Власне Технічне Обслуговування:** Дослідження є критичним для визначення ефективності власного технічного обслуговування. Пошук оптимальних методів та технологій може позитивно позначитися на надійності та експлуатаційній ефективності автобусів.

- **Зовнішні Сервіси:*** Визначення проблем у взаємодії з зовнішніми сервісами дозволить оптимізувати процес та зменшити затрати, забезпечуючи ефективний ремонт без надмірних витрат.

2. Безпека та Задоволеність Пасажирів:

- **Власне Технічне Обслуговування:** Дослідження актуальне для забезпечення безпеки та комфорту пасажирів через забезпечення безперебійної роботи транспортного парку.

- **Зовнішні Сервіси:** Оптимізація зовнішніх сервісів може вплинути на швидкість виправлення технічних неполадок та зниження ризику аварійного стану автобусів.

3. Економічна Вигода:

- **Власне Технічне Обслуговування:** Для внутрішнього обслуговування, дослідження є ключовим для ефективного використання ресурсів та бюджету.

- **Зовнішні Сервіси:** Аналіз ефективності зовнішніх сервісів може визначити вигідність зовнішнього обслуговування порівняно з витратами на власне обладнання та персонал.

Загальною тенденцією є те, що незалежно від обраної моделі технічного обслуговування, його ефективність визначається якістю взаємодії з ремонтними станціями. Дослідження є важливим інструментом для пошуку оптимального балансу між якістю, вартістю та безперебійністю обслуговування пасажирських автобусів.

Розглянемо проблеми технічного обслуговування пасажирських автобусів у контексті двох різних організаційних моделей технічного обслуговування.

Бюджетні Обмеження: Багато операторів перевезень стикаються з обмеженими бюджетами на технічне обслуговування, що може призводити до відкладення ремонтів та зниження якості обслуговування.

Брак Спеціалізованих Знань: Невеликі перевізники можуть маскувати брак кваліфікації або спеціалізованих знань технічного персоналу, що впливає на ефективність ремонтів та діагностику проблем.

Затримки в Обслуговуванні: Велика кількість автобусів та обмежені ресурси можуть призводити до затримок у виконанні ремонтів, що впливає на доступність транспортного засобу для експлуатації.

Зовнішні Спеціалізовані Сервіси:

Високі Витрати: Звертання до зовнішніх сервісів може бути витратним, особливо для малих перевізників, що може призводити до скорочення технічних обслуговувань або вибору менш якісних рішень.

Брак Контролю: Відсутність прямого контролю над технічним обслуговуванням може призвести до затримок та недорозумінь у вирішенні технічних проблем.

Доступність Запасних Частих: Залежність від зовнішніх постачальників може створювати проблеми з доступністю оригінальних запасних частин, особливо для старих моделей автобусів.

Брак Індивідуального Підходу: Зовнішні сервіси можуть не завжди забезпечувати індивідуальний підхід до потреб конкретного оператора перевезень та його транспортного парку.

Обрана модель технічного обслуговування впливає на ефективність, якість та економічну стійкість пасажирського автобусного флоту. Важливо збалансувати витрати та якість обслуговування, обираючи оптимальний шлях для конкретного оператора перевезень.

Це дослідження виокремлює важливі аспекти технічного обслуговування пасажирських автобусів, наголошуючи на значущості вибору оптимальної моделі обслуговування. Незалежно від того, чи це власне технічне обслуговування чи залучення зовнішніх сервісів, ефективність визначається впливом на безпеку пасажирів, економічну доцільність та загальну якість перевезень. Розуміння цих аспектів є ключем до успішного управління транспортним парком та задоволення потреб пасажирів.

Список використаних джерел

1. Simulation of thermomechanical processes in disc brakes of wheeled vehicles //Hrevtsev , O., Selivanova, N., Popovych, P., Hrytsanchuk, A., Romanyschyn, O.//Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2021, 104(1), pp. 11-20
2. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя / Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, Д. П. Попович, П. В. Попович, М. В. Буряк, Р. І. Розум, О. В. Чорна // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2022. - № 1. - С. 186-191.
3. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу /Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, О.П. Захарчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 201-205.
4. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
5. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень / М. М. Маяк, П. Б. Прогній, А. Й. Матвіїшин, П. В. Попович, О. С. Шевчук, В. М. Островерхов, А. С. Коцур, О.В. Романишин // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2020. - № 2. - С. 64-71.
6. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
7. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті Зб. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.
8. Захарчук О. П. Обґрунтування доцільності удосконалення трансмісії пасажирських автобусів типу Van Hool Acron 915 Та Neoplan N316/ 3 U1 / Захарчук О.П., Розум Р.І., Буряк М.В., Фалович Н.М. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Зб. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 81-86.

UDC 656

SITUATION MANAGEMENT OF TRUCK TRANSPORTATION

A.B. Stavila, *master,*
V.V. Aulin, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
Central Ukrainian National Technical University, Ukraine
V.Z. Gud, *Prof., Dr. Tech. sciences,*
Ternopil National Technical University named after Ivan Puluy, Ukraine

The analysis of problematic situations in the transportation of construction structures to home construction sites made it possible to group the causes of inefficient organization of the transport process according to the following performance indicators of cars:

- idle time of cars under loading and unloading;
- idle time of cars in a queue at loading and unloading points;
- non-productive loss of time by cars at loading and unloading points (without taking into account downtime in the queue);
- the time of the cars on the route;
- the coefficient of production of cars per line

The first three problematic situations combine the reasons for the increased time spent by cars at the plant - the manufacturer of reinforced concrete products and at construction sites. Different elements of time expenditure determine the difference in the reasons for their excess.

Managers and specialists of the territorial management of construction, a house-building plant and a motor vehicle company, which ensures the transportation of house-building structures to construction sites, acted as experts. According to the methodology, three rounds of the expert survey were conducted and statistical processing of its results was performed.

The five specified problem situations combine 99 elements of inefficient organization of freight transportation of construction structures, connected to each other by cause-and-effect relationships.

Of the eighteen reasons for the increased duration and instability of loading and unloading time (the first problematic situation), the six most significant parts that have double lines of influence are highlighted.

Of particular importance is the analysis of such a factor as the insecurity of the transport and assembly process with flight sets prepared in advance as part of the finished products of the reinforced concrete construction plant. The absence of pre-prepared flight sets leads to excessive downtime of motor vehicles and allows for rationalization of the storage of parts and structures in the composition of finished products. The results of the expert survey are confirmed by the results of field observations: 71% of all cars are loaded consecutively at two or more posts; loading (unloading) the car requires from 3 to 6 crane cycles; the loading time varies from 8 to 38 minutes, due to which a simple car in the warehouse exceeds the standard in 53 cases out of 100; unloading time ranges from 4 to 44 minutes. In most cases, parts are added to the flight sets directly during the loading of the cars.

The lack of preparation of travel packages does not allow to organize stable transportation by the "shuttle" method (using reversible semi-trailers).

The main influence on the unpreparedness of flight sets is the imperfection of planning and technical documentation (applications, schedules, assembly cards, etc.). Already at the planning stage, the inconsistency of the processes that form an inextricable chain in terms of technology is manifested: manufacturing, assembly, transportation, unloading and installation of parts of house construction structures.

The problematic situation of "Standing cars in a queue" includes 32 elements of inefficient organization of transportation, of which the five most important ones are selected. The results of the

expert survey were also supplemented by the analysis of on-site observations and timing measurements.

The coefficient of adherence to the schedule of cars for the first load, calculated as the ratio of the number of cars that arrived according to the schedule to the cars that actually arrived under the load, is 0.23, while its nominal value is 1. In the morning time from 7:00 to 9:00 a.m. 45% of all cars stop in the queue.

Among the reasons, the experts singled out those that are explained by the insufficiently efficient organization of the management of the transport and assembly process: inconsistency of the assembly schedules with the assembly schedules and the availability of products in the warehouse of finished products; multi-link management system and duplication of functions, insufficient qualification of management personnel; inconsistency of interests of the factory of reinforced concrete products (the production plan is set in cubic meters of reinforced concrete), transporters (work is paid for transported tons or hours worked), assembly departments (assembly is estimated in square meters of housing). As a result of the analysis of problem situations, the inconsistency of the participants of the process of manufacture, transportation and installation of reinforced concrete parts of structures, which is unique in its technological essence, was revealed.

Of the ten reasons for time lost by cars at loading and unloading points, four are the most important. Timing measurements also confirm the importance of this problem: on average, a car is lost on a construction site for one trip. 1 minutes (not including waiting in line and time lost due to bad driveways). When analyzing this problematic situation, it was established that almost a third of all time spent by a car at the warehouse of finished products (9 minutes on average per trip) is spent on the preparation of goods and transport invoices.

The problematic situation "Deviation of the car's driving time on the route from the standard" combines 18 elements of inefficient transportation organization, from which five of the most significant can be singled out. Among them are reasons related to refueling and car breakdown on the road.

The problematic situation "Decreasing the ratio of production of cars per line" is a cause-and-effect complex of 23 elements, of which five are classified as the most important. The significance of the problem is caused by the fact that the actual coefficient of production of cars per line is slightly more than 0.60, compared to the planned 0.80.

Using the results of the study of problematic situations, measures were prepared to eliminate them and the "Guideline document. Typical end-to-end technological process of delivery of parts of reinforced concrete structures of house construction by road transport to construction sites" was developed, approved by the chief engineer of the territorial construction department.

Problematic situations during the long-distance transportation of goods are determined by the fact that in this case the downtime of cars at loading and unloading points for various reasons is less important than in intra-city freight transportation. If the car makes one trip in one day or even in several days, then an increase in idle time during the reception and delivery of cargo for 30...40 or more minutes will not be able to significantly reduce the efficiency of transportation. In this case, it is much more important to fully use the carrying capacity and volume of the body, to load in the opposite direction and to combine points located in the same direction into one route (transportation routing) taking into account the periodicity of their detours.

УДК 621.436

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА НА ЕКОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

В.В. Карпович, *ст.гр. ТAzм-21*,
Р.М. Мартинюк, *ст.гр. ТАм-21*,
Р.І. Розум, *доц., канд. техн. наук*,
М.І. Розум, *ст.гр. ТТЛ-11*,
О.А. Брилін, *ст.гр. ТА-11*,

Західноукраїнський національний університет, Україна

Підвищення екологічності транспортних засобів можна забезпечити за рахунок використання альтернативних видів палива. Альтернативні види палива, окрім підвищення екологічних показників транспортних засобів, мають задовольняти низку вимог: не погіршувати технічні характеристики двигунів, володіти низькою вартістю тощо.

До альтернативних видів моторних палив відносять:

Газові палива природного походження (зріджений і стиснутий газ).

Синтетичні палива (біопалива тваринного та рослинного походження; усі види синтетичних спиртів; газовий конденсат; диметиліві ефіри (ДМЕ); водень та інші).

Вторинні ресурси, що виникають в процесі переробки рідких і твердих палив.

Масове застосування переважної більшості альтернативних видів моторних палив є обмежене, що пояснюється наступними причинами:

- важкістю зберігання (водень);
- високою токсичністю (метанол, газовий конденсат);
- значним погіршенням техніко-економічних характеристик двигунів.

Найбільшими перспективами, на нашу думку, серед альтернативних видів палива для дизельних двигунів володіє біопаливо, що одержується із жирів тваринного походження та рослинних олій, перш за все – метилові ефіри. Такого роду паливо одержують із поновлюваних видів природних ресурсів, у зв'язку з чим, при його застосуванні забезпечується дотримання балансу CO₂. З метою виробництва біопалива в нашій державі доцільним є застосування ріпакової олії.

Отримані із ріпакової олії метилові ефіри можна змішувати з традиційними видами дизельного палива (одержаного із нафти) у різних пропорціях від незначних кількостей аж до повного заміщення.

Використання біопалива як альтернативного палива традиційному дизелю забезпечує з однієї сторони зниження викидів токсичних речовин, а з іншої – такого роду паливо є відновлюваним видом палива, а його застосування дозволяє зберегти баланс CO₂. Відомим є той факт, що в процесі використання біопалива відбувається не лише зменшення викидів сажі, а й спостерігається зменшення дисперсності сажових часточок. Останнє може забезпечувати більш повне їх вигорання із каталітичних нейтралізаторів, а зменшення викидів твердих часточок дозволяє забезпечити більшу стабільність роботи дизельних двигунів.

З метою проведення досліджень, направлених на підвищення екологічності дизельних двигунів, а саме встановлення режимів роботи останніх, що є характерними для реальних умов роботи транспортних засобів, було використано моторний стенд з двигуном ЗМЗ-5143. Даний стенд було обрано з метою зниження витрат палива, а також з даним стендом зручно працювати (має вільний доступ для розташування давачів та вимірювального обладнання).

Дослідження були проведені з метою встановлення основних екологічних характеристик при використанні традиційного дизельного палива, біопалива, а також їх бінарних сумішей.

Аналіз показує, що по мірі підвищення кількості біопалива в бінарній суміші спочатку спостерігається зниження кількості продуктів неповного згоряння у відпрацьованих газах. Такий результат можна пояснити тим, що молекулярна структура біопалива містить певну кількість кисню, який забезпечує більш повне згоряння паливної суміші.

При подальшому підвищенні долі біопалива відбувається підвищення показників в'язкості та густини суміші, що в свою чергу, створює негативний ефект на процеси впорскування та розпилення паливної суміші форсунками.

Наслідком перевищення оптимальної частки біопалива, яка знаходиться в межах до 50 %, є зростання кількості продуктів неповного згоряння у вихлопних газах. Дане зростання обумовлюється погіршенням умов утворення паливної суміші через подальше підвищення концентрації біопалива в бінарній суміші.

Отже, як бачимо, найбільш дієвим показником для встановлення елементного складу бінарних сумішей для систем автоматичної зміни подачі палива є показник діелектричної проникності палива.

Список використаних джерел

1. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.
2. Розум Р.І., Корбак С.І. Двигуни: минуле і сьогодення / Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика. Матеріали III Міжнародної наукової інтернет-конференції. Тези доповідей (20-22 жовтня 2021 р.). Київ, 2021. С. 312.
3. Циркулярна політика управління відходами [Електронний ресурс] : підручник / А. І. Крисоватий, Р. Є. Зварич, І. Я. Зварич [та ін.]. - Тернопіль : ЗУНУ, 2023. - 460 с.
4. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Issue 18 / Part 2. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany 2021. P. 64 – 67.
5. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohniy P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.

УДК 62-231.311.2

ГРАФИ ПЛОСКИХ ВАЖІЛЬНИ МЕХАНІЗМИ З КІЛЬКОМА ВХІДНИМИ ЛАНКАМИ

А. Шостачук, доц., канд. техн. наук,

С. Мельничук, доц., канд. техн. наук,

Б. Ємець, доц., канд. техн. наук,

Житомирський агротехнічний фаховий коледж, Україна

На сьогодні в технологічних та транспортних машинах використовується надзвичайно велика кількість плоских механізмів, призначених для перетворення вхідного механічного руху, часто обертального від двигуна або редуктора, у визначений вихідний рух, необхідний для виконання тих чи інших операцій, або для подальшого його перетворення іншими механізмами. Зокрема, у автоскладальному виробництві, на потокових лініях складання нових автомобілів значна частина операцій виконується автоматично з використанням роботів та маніпуляторів, причому численні робочі органи на таких лініях повинні виконувати певні рухи з заданими траєкторіями, швидкостями та прискореннями. При появі нових моделей необхідно вносити кінематичні зміни в рух вихідних ланок механізмів робочих органів. В механізмах з однією вхідною ланкою (одним механізмом *I* класу) можуть змінюватися, в залежності від швидкості вхідної ланки, швидкості та прискорення точок ланки вихідної, але їх траєкторії залишаються незмінними. Можливість зміни траєкторії дають плоскі механізми з двома та більше вхідними ланками. Керування рухом 2-ї, 3-ї, *n*-ї вхідних ланок дозволяє методами кінематичного аналізу отримати різні траєкторії точок вихідної ланки.

Зазвичай навіть складні механізми утворюються поєднанням більш простих механізмів, до яких відносять важільні, кулачкові, зубчасті, фрикційні, механізми переривчастого руху. Ланки в цих механізмах утворюють кінематичні пари *V* та *IV* класів. В таких кінематичних парах одна ланка відносно іншої має відповідно один чи два незалежних рухи. Тому, зображуючи на графі можливі відносні рухи ланок в кінематичній парі лініями, а структурні групи у вигляді вершин, зручно представляти механізми у вигляді графів.

Графи – об'єкти дискретної математики, призначені для описання дискретних структур та їх властивостей. Сам граф представляє собою множину точок, з'єднаних відрізками (ребрами), [1]. З точки зору структурного аналізу механізм є такою дискретною структурою, який складається з ланок, які з'єднані між собою в кінематичні пари. Виключенням, можливо, є механізми із змінною структурою, коли різні ланки можуть буди ведучими в різні часові відрізки одного циклу. Зв'язками в кінематичній парі є заборонені рухи (в'язі), максимальна кількість яких в кінематичній парі може досягати 5 [2].

На рис 1 показано механізми *II* та *III* класів та їх графи. Зокрема, на рис. 1,а,б представлено плоский важільний механізм *II* класу, який має два механізми *I* класу, а, значить, дві вхідні ланки 1 та 4. Ці ланки утворюють кінематичні пари *V* класу (обертальні) O_1 та O_2 зі стояком та дві обертальні пари з ланками 2 та 3 структурної групи (групи Ассура) *II* класу. Вхідні ланки 1 та 4 обертаються з різними кутовими швидкостями ω_1 та ω_4 відповідно, граф даного механізму містить три вершини, які представляють два механізми *I* класу та одну структурну групу *II* класу. Ребра *A* та *C* представляють обертальні кінематичні пари відповідно *A* та *C*, утворені вхідними ланками та ланками структурної групи. Тут видається вдалою пропозиція авторів, висловлена в роботах [3, 4], яка полягає в тому, щоб ребрами графа зображувати не зв'язки (заборонені рухи), а можливі рухи в кінематичній парі однієї ланки відносно іншої. Тоді між обома вершинами *I* ребро буде відсутнє і граф буде незамкненим. Це означає, що відносний рух між обома механізмами *I* класу відсутній. Це абсолютно вірно, якщо згадати, що стояк (ланка 0) входить до обох механізмів *I* класу.

Також очевидно, що має місце певний рух ланки I одного механізму I класу відносно ланки 4 другого механізму I класу. Але ми не можемо стверджувати, що ці рухи є залежними. Про залежність можемо говорити стосовно руху вихідної ланки (або ланки 3 , або шарніру B) та її участі в деякому технологічному процесі, тобто сумісний рух вхідних ланок 1 та 4 забезпечує визначений рух вихідної ланки, необхідний для виконання деяких технологічних дій, або для передачі перетвореного руху ланці наступного механізму для подальшого перетворення. В той же час рухи ланок 1 та 4 в розумінні кінематичного аналізу є абсолютно незалежними, оскільки вони можуть обертатися з різними кутовими швидкостями, незалежними, в кінематичному розумінні, одна від одної. Тому представляється обгрунтованою відсутність зв'язків між механізмами I класу та, відповідно, відсутність ребер між обома вершинами I графу.

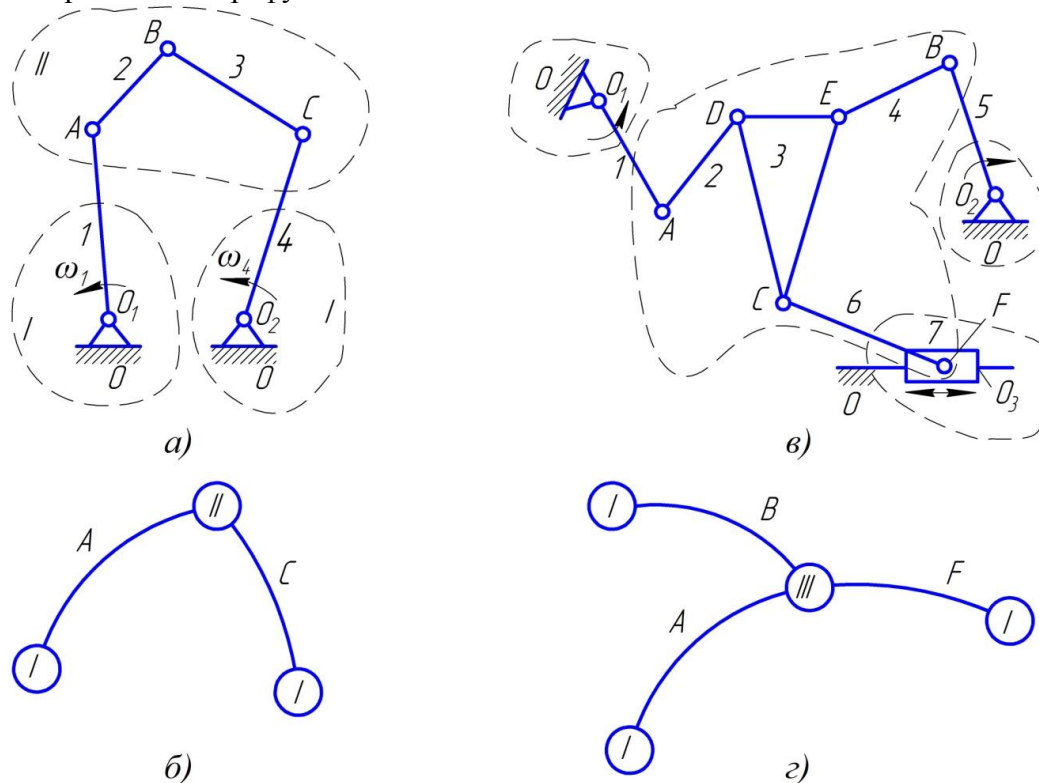


Рисунок 1 – Плоскі механізми II та III класів з кількома механізмами I класу та їх графи

Для плоского важільного механізму, зображеного на рис.1,в структурний аналіз нам дає, що даний механізм складається із структурної групи третього класу, яка утворена ланками $2, 4, 6$, і базової ланки 3 , та трьох механізмів I класу $0-1, 0-5, 0-7$. Очевидно, що якщо б структурна група була приєднана ланками $2, 4$ та 6 одразу до стояка, то ланка 3 була б нерухомою, оскільки ступінь рухомості W структурної групи дорівнює нулю. Граф даного механізму (рис.1,г), аналогічно розглянутому вище графу механізму II класу, представляє собою вершину III (структурна група III класу), з'єднану з трьома вершинами I (механізми I класу) ребрами A, B та F (кінематичні пари, утворені вхідними ланками $1, 5$ та 7 та ланками $2, 4$, та 6 структурної групи). Цей граф також є незамкненими, оскільки вхідні ланки механізмів I класу не мають одна по відношенню до іншої залежних рухів. Очевидно, що для всіх плоских важільних механізмів, до складу яких входять два і більше механізмів I класу, графи будуть незамкненими відповідно тому правилу їх побудови, що ребра означають дозволені рухи між ланками в кінематичній парі. Якщо до механізму входять тільки кінематичні пари V класу (обертальні та поступальні) то вершини будуть з'єднуватись тільки одним ребром.

Якщо вхідні ланки механізму з кількома механізмами I класу утворюють з ланками структурних груп кінематичні пари IV класу, то вершини будуть з'єднуватись двома лініями (ребрами). Таким чином, можна зробити наступні висновки про кількість вершин та ребер

графів плоских механізмів з кількома механізмами I класу. Кількість вершин буде визначатися:

$$N_{\text{вер}} = N_I + N_{\text{ст.гр.}}, \quad (1)$$

де N_I – кількість механізмів I класу;

$N_{\text{ст.гр.}}$ – кількість структурних груп.

Кількість ребер представляє собою наступну суму:

$$N_p = N_V + 2N_{IV}, \quad (2)$$

де N_V – кількість структурних груп V класу;

N_{IV} – кількість структурних груп IV класу.

Висновки. Таким чином, було розглянути графи та їх властивості плоских важільних механізмів з кількома механізмами I класу. Встановлено графи таких механізмів є незамкненими, також запропоновано формули для визначення кількості вершин та кількості ребер. В подальшому пропонується дослідити інші властивості графів – зв'язність, еквівалентність, впорядкованість.

Список використаних джерел

1. Теорія графів. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою "Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем" спеціальності 122 "Комп'ютерні науки" / І.М. Кузьменко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,7 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 71 с.
2. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/35854/1/Teoriia_hrafiiv.pdf
3. Кіницький Я.Т. Теорія механізмів і машин. – К.: Наукова думка. – 2002. – 661 с.
4. Шостачук А.М. Графи плоских важільних механізмів. Науковий пошук молодих дослідників: збірник наукових праць студентів, магістрантів та викладачів / за заг. ред. Карплюк С.О., Вербівського Д.С., Єремєєвої В.М., Бенедисюк М.М., Толстої О.В. – Житомир : Вид-во ЖДУ імені І. Франка, 2019. – Вип. 12. С.99-102.
5. Мельничук С.В., Шостачук А.М. Графи структурних груп (груп Ассура) II та III класів плоских важільних механізмів. Збірник наукових праць X Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю "Процеси механічної обробки, верстати та інструмент", 6–9 листопада 2019 року.– Житомир: Державний університет "Житомирська політехніка", 2019. С. 152–155.

УДК 656.61

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НАВАЛОЧНИХ ВАНТАЖІВ

**Б.В. Коруц, ст.гр. ТТМ-21,
В.В. Мельниченко, ст.гр. ТТМ-22,
М.О. Вітрук, асп.,
І.Є. Величенко, асп.,
В.С. Колодій, асп.,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

У сучасних умовах підвищення об'ємів перевезень та складнощів транспортування вантажів важливо вдосконалити ефективність міжміських перевезень, зокрема навалочних вантажів. Збільшення ефективності може позитивно вплинути на економічний розвиток та забезпечити стабільність галузі.

Зростання вантажопотоків, затримки та дефіцит транспортних засобів створюють проблеми в організації швидких та ефективних перевезень навалочних вантажів.

У період з останніх 5 років спостерігається зростання дефіциту транспорту для міжміських перевезень навалочних вантажів на 30%, що призводить до витрат часу та грошей для підприємств.

Прогнозуються подальші зростання обсягів перевезень на 15% щорічно, що вимагає термінового впровадження ефективних рішень.

Лише 60% вантажопідйомності транспортних засобів використовується оптимально, решта - це пусті ходи та невикористані ресурси.

Впровадження ефективних маршрутів та технологій може призвести до зниження витрат пального на 20%, забезпечуючи екологічно чистий та економічно вигідний транспорт.

Використання GPS-технологій та алгоритмів маршрутизації може зменшити час перевезення та знизити витрати на пальне.

Впровадження систем моніторингу вантажів та управління флотом дозволить уникнути затримок та підвищить загальну ефективність.

Регулярне технічне обслуговування автопарку може знизити витрати на ремонт на 25% та підвищити надійність транспортних засобів.

Інвестиції у сучасні та ефективні транспортні системи допоможуть підвищити конкурентоспроможність та забезпечити стійкість галузі.

Отже, за умов динамічного зростання вантажопотоків, підвищення ефективності перевезень навалочних вантажів є стратегічно важливим завданням для галузі та економіки загалом; дефіцит транспортних засобів та затримки при перевезеннях свідчать про необхідність негайного впровадження оптимальних маршрутів та технологій для підвищення продуктивності; використання GPS-технологій, систем моніторингу та управління дозволяє не лише зменшити час перевезення, а й оптимізувати використання ресурсів, знижуючи витрати; екологічно чистий та економічно вигідний транспорт стає ключовим фактором в підтримці сталого розвитку галузі та зменшенні впливу на довкілля; інвестиції у сучасні технології та модернізацію транспортного парку є стратегічним рішенням, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та забезпечить сталість перевезень; врахування цих аспектів у стратегії розвитку перевізницьких компаній сприятиме ефективному вирішенню завдань та забезпечить оптимальний розвиток галузі в умовах постійних змін.

Список використаних джерел

1. Логістична інфраструктура Тернопільської області/ Н.М. Фалович, В.А. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, П.Б. Прогній, В.В.Мельниченко //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36)
2. Маяк М.М. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень/ Маяк М.М., Прогній П.Б., Матвіїшин А.Й., Попович П.В., Шевчук О.С., Островерхов В.М., Коцур А.С., Романишин (Чорна) О.В.// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - ЛНТУ. Луцьк, 2020. - № 2. - с. 136-143
3. Чорна О.В. Підвищення ефективності ланцюгів поставок / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 311-316
4. Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович Д.П., Попович П.В., Буряк М.В., Розум Р.І., Чорна О.В. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 1 № 18 (2022) Луцьк с.186-191
5. Чорна О.В., Фалович Н., Шевчук О., Попович П.В., Буряк М.В. Нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем та напрями його удосконалення// Розвиток транспорту. Одеський національний морський університет, Науковий журнал 2(13),2022 с.64-76
6. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
7. Чорна О.В. Оптимізація витрат в логістичних системах / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. //Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 288-292
8. Сван О.Б. Логістика доставки фармацевтичних препаратів / Сван О.Б., Попович Д.П., Твардовський Б.В., Кучеренко О.О., Попович П.В., Чорна О.В., Шевчук О.С., Маяк М.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І.. С. 274- 279
9. Розум Р.І., Буряк М.В., Захарчук О.П. Використання автомобільного транспорту в сільськогосподарському виробництві. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 2 № 17 (2021). С. 146-150.

УДК 62.9

ВПЛИВ ВІДНОВЛЮВАНОГО ВИДУ ПАЛИВА НА ВИКИДИ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН ДИЗЕЛЯ DONG FENG

І.А. Шльончак, доц., канд. техн. наук,

А.В. Йовченко, доц., канд. техн. наук,

Черкаський державний технологічний університет, Україна

Стрімкий розвиток автомобільного транспорту на всіх етапах характеризується поліпшенням споживчих властивостей автомобіля, у тому числі зниженням максимально допустимого вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання. Це пояснюється значними темпами приросту на існуючій дорожній мережі України загальної кількості автомобілів (від 5 до 15% щорічно останнім часом) термін експлуатації яких більше нормативного. Широке застосування таких автомобілів призводить до підвищення інтенсивності руху, яке ускладнює умови дорожнього руху, погіршує його безпеку, а також забруднює відпрацьованими газами навколишнє середовище на дорогах і особливо на вулицях міст та населених пунктів [1].

У наш час і найближчому майбутньому двигуни внутрішнього згорання залишатимуться основним джерелом енергії для колісних транспортних засобів. Ці двигуни є одними із основних забруднювачів навколишнього середовища і споживачів палив нафтового походження. Одними з найбільш поширених двигунів такого типу є дизелі, які найчастіше використовуються як силові установки вантажних автомобілів. Така модель дизеля як Dong Feng, досить поширена на території України та в Черкаській області зокрема. До основних недоліків дизелів можна віднести той факт, що в режимах малих навантажень і холостого ходу їх паливна економічність та екологічні показники погіршуються. Так як ці режими найбільш характерні для експлуатації автомобілів у містах, то погіршення екологічних показників двигунів становить значну загрозу для здоров'я населення [2].

Використання сумішевих палив, зокрема виготовлених на основі олій рослинного походження, в дизелях дає можливість збільшити запаси рідких моторних палив шляхом додавання до нафтового палива відновлюваного та знизити рівень шкідливих речовин з відпрацьованими газами. Проведений раніше літературний аналіз підтверджує перспективність використання добавок етилового ефіру ріпакової олії до дизельного палива [3].

Іншим способом зниження шкідливих речовин відпрацьованих газів дизелів може бути водневмісне пальне. Але такий вид палива також має свої недоліки, особливо при його застосуванні в дизелях [4-5].

В роботі пропонується дослідити вплив застосування саме суміші етилового ефіру з дизельним паливом на рівень шкідливих речовин відпрацьованих газів дизелів при різних коефіцієнтах надлишку повітря. Двигун досліджувався при роботі в режимах максимального крутного моменту (1700 хв^{-1}) та максимальної потужності (2800 хв^{-1}). На рисунках 1 та 2 представлені результати розрахункових досліджень впливу використання відновлюваного виду палива на рівень шкідливих викидів. В дослідженнях застосовувалась суміш етилового ефіру ріпакової олії з дизельним паливом у відношенні 20 до 80 відсотків відповідно. На рисунках представлені розрахунки для коефіцієнту надлишку повітря менше одиниці.

Проведена оцінка показників дизеля Dong Feng в різних навантажувальних і швидкісних режимах, при його роботі на дизельному паливі з добавками етилового ефіру ріпакової олії показала, що найбільший паливно-екологічний ефект, серед сумішевих палив, досягається при використанні в дизелі палива з 20% вмістом відновлюваного палива.

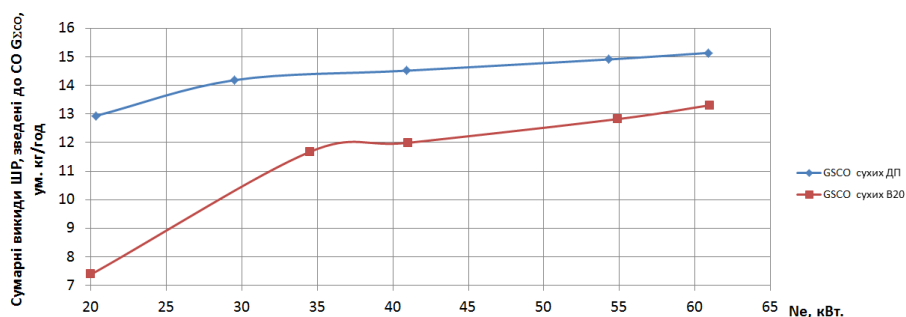


Рисунок 1 – Залежність сумарних викидів шкідливих речовин (ШР) зведених до СО від навантаження (режим максимального крутного моменту, $n = 1700 \text{ хв}^{-1}$)

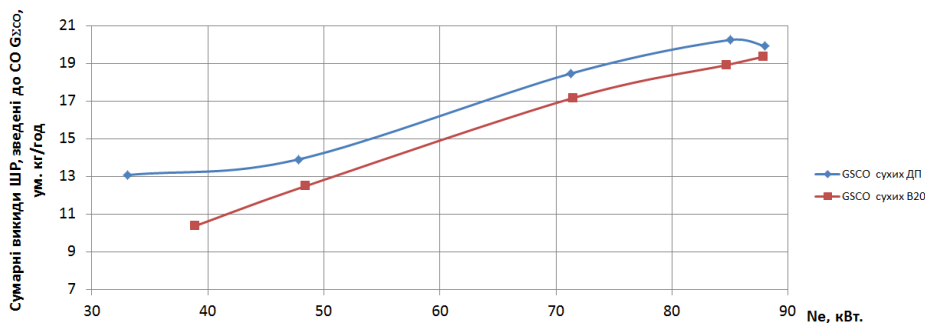


Рисунок 2 – Залежність сумарних викидів шкідливих речовин (ШР) зведених до СО від навантаження (режим максимальної потужності, $n = 2800 \text{ хв}^{-1}$)

Кількість шкідливих речовин, які надходять в атмосферу, залежить не лише від їх концентрації, а й від кількості продуктів згоряння, що утворюються в циліндрах двигуна. Тому, кількість шкідливих речовин відпрацьованих газів дизеля Dong Feng була охарактеризована сумарними масовими викидами шкідливих речовин зведених до СО. Результати розрахунків представлені на вище зазначених рисунках.

Список використаних джерел

1. Шльончак І.А. Дослідження фізико-хімічних методів активації дизельного палива / Шльончак Ігор Анатолійович // Вісник ЧДТУ – 2015. - №1 – с. 135-140.
2. Шльончак І.А., Олійник Р.О. Вплив водневмісного газу на екологічні показники транспортних засобів з дизелями Всеукраїнська науково-практична конференція здобувачів вищої освіти і молодих учених "Технічні науки на сучасному етапі" (присвячена дню науки): тези доповіді. – м. Житомир - Житомирський державний технологічний університет, 15-17 травня 2019. – с. 224
3. Шльончак І.А. Оцінка ефективності використання біопалив в дизелі DongFeng/ Шльончак Ігор Анатолійович // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк - 2014 - № 46 – с. 576-580.
4. Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86.
5. Improvement of Engine Indicators During Their Operation on Gas Fuels / Victor Zaharchuk, Oleh Zaharchuk, Mykola Skalyha, Larisa Pylypiuk, Ihor Shlonchak // Advances in Design, Simulation and Manufacturing IV. Proceedings of the 4th International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange, DSMIE-2021, Indexed by SCOPUS, June 8–11, 2021, Lviv, Ukraine. – 401-410p.

УДК 656.13

УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ ПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Р.І. Коцюба, *ст.гр. ТТМ-21,*
М.Г. Павлов, *ст.гр. ТТМ-21,*
О.І. Рипкович, *ст.гр. ТАмсв-21,*
Б.Я. Головків, *ст.гр. ТАмі-21,*
С.В. Дутчак, *ст.гр. ТАмі-22,*
Р.В. Чорний, *ст.гр. ТАзм-11,*

Західноукраїнський національний університет, Україна

З урахуванням постійного зростання попиту на продукти харчування та економічних викликів, удосконалення транспортного обслуговування є невід'ємною частиною ефективного ланцюга постачання.

Останні роки спостерігається постійний ріст попиту на продовольчі товари, що ставить під сумнів поточні системи транспортування.

В даній постановці задачі доцільно розглядати важливі фактори з позиції комерційної також технічної експлуатації автомобільних транспортних засобів. Дане дослідження демонструє конкретні показники та ефективність шляхів удосконалення транспортного обслуговування при доставці наливних продуктів групи продовольчих товарів.

Розширений аналіз вказує на те, що неефективність транспортного обслуговування впливає не лише на економічний аспект, але й на екологічні показники. Зменшення ефективності транспортування призводить до збільшення викидів та енергоспоживання, що порушує екологічну стійкість логістичних систем.

Підвищення витрат та втрат якості на шляху до кінцевого споживача може призвести до зниження конкурентоспроможності виробників. Стратегії оптимізації маршрутів та використання новітніх технологій стають необхідними для забезпечення конкурентоспроможності у сучасному ринковому середовищі.

Використання блокчейн та IoT може не лише покращити трасованість товарів, але й забезпечити транспарентність у всьому ланцюгу постачання. Це важливо для виявлення можливих точок оптимізації та уникнення втрат в процесі перевезення.

Велика частина витрат пов'язана з затримками, що свідчить про необхідність вдосконалення координації між усіма учасниками логістичного процесу. Застосування алгоритмів штучного інтелекту може полегшити прогнозування та управління рухом транспортних засобів.

Напрямок розвитку транспортного обслуговування вимагає впровадження гнучких стратегій, які дозволять адаптуватися до змін у попиті та ринкових умовах. Це може включати в себе розробку алгоритмів, спрямованих на швидку адаптацію до змін у маршрутах або об'ємі перевезень.

Взаємодія з галузевими стандартами та регулюванням є ключовою для створення сталого та ефективного транспортного обслуговування. Співпраця з урядовими та неурядовими організаціями може сприяти розробці ефективних стратегій та вирішенню системних викликів.

Здійснення регулярного моніторингу та аналізу показників ефективності транспортного обслуговування є важливим етапом в управлінні логістичними процесами. Це дозволяє вчасно виявляти та вирішувати проблеми, що можуть виникнути на різних етапах постачання.

Загальна залежність ефективності логістичних систем від технічних інновацій та використання передових технологій визначає необхідність постійного оновлення та

модернізації транспортних засобів та інфраструктури для забезпечення високої якості обслуговування.

Здатність до оперативного реагування на зміни в умовах ринку та попиту є ключовою для успіху транспортних компаній. Гнучкі стратегії та агільні методології можуть допомогти адаптуватися до непередбачуваних ситуацій та забезпечити сталу ефективність логістичних процесів.

Завершивши аналітичне дослідження ефективності транспортного обслуговування при перевезеннях продовольчих товарів, можна зробити наступні висновки.

Економічний вигравш полягає в оптимізації логістичних процесів та вдосконаленні транспортного обслуговування, сприяючи економії витрат та збільшенню конкурентоспроможності.

Екологічна стійкість досягається через впровадження новітніх технологій, що дозволяє зменшити негативний вплив на навколишнє середовище та сприяє сталому розвитку.

Необхідність інновацій підкреслює те, що успішна логістика вимагає постійного впровадження технічних інновацій та сучасних технологій.

Гнучкість та реагування на зміни у ринкових умовах є ключовими факторами успіху в логістиці, вимагаючи від компаній гнучких стратегій.

Важливість співпраці виявляється у необхідності ефективної взаємодії між усіма учасниками логістичного ланцюга для досягнення спільних цілей.

Технологічна трасованість забезпечується використанням інноваційних технологій, таких як блокчейн та IoT, для забезпечення контролю якості та трасованості усього ланцюга постачання.

Усі ці аспекти підкреслюють важливість удосконалення транспортного обслуговування як ключового елемента успішного та сталого логістичного управління.

Список використаних джерел

1. Маяк М.М. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень/ Маяк М.М., Прогній П.Б., Матвіїшин А.Й., Попович П.В., Шевчук О.С., Островерхов В.М., Коцур А.С., Романишин (Чорна) О.В.// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - ЛНТУ. Луцьк, 2020. - № 2. - с. 136-143
2. Чорна О.В., Фалович Н., Шевчук О., Попович П.В., Буряк М.В. Нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем та напрямки його удосконалення// Розвиток транспорту. Одеський національний морський університет, Науковий журнал 2(13),2022 с.64-76
3. Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович Д.П., Попович П.В., Буряк М.В., Розум Р.І., Чорна О.В. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста тернополя// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 1 № 18 (2022) Луцьк с.186-191
4. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
5. Чорна О.В. Підвищення ефективності ланцюгів поставок / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 311-316
6. Чорна О.В. Оптимізація витрат в логістичних системах / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. //Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 288-292
7. Сван О.Б. Логістика доставки фармацевтичних препаратів / Сван О.Б., Попович Д.П., Твардовський Б.В., Кучеренко О.О., Попович П.В., Чорна О.В., Шевчук О.С., Маяк М.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 274- 279
8. Логістична інфраструктура Тернопільської області/ Н.М. Фалович, В.А. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, П.Б. Прогній, В.В.Мельниченко //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 274-283.
9. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.
10. Розум Р.І., Буряк М.В., Захарчук О.П. Використання автомобільного транспорту в сільськогосподарському виробництві. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 2 № 17 (2021). С. 146-150.

УДК 621.431

ВПЛИВ ВОДНЕВИХ ДОМІШОК НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА

Д.О. Шалапко, доц., канд. техн. наук,
Черкаський державний технологічний університет, Україна

Потреба в альтернативних паливах є однією з найважливіших вимог до двигунів внутрішнього згоряння у сфері транспорту, щоб вони відповідали жорстким нормам викидів, встановленим міжнародними екологічними стандартами. Крім того, зростаюча нестабільність у постачанні традиційних видів пального та їх шкідливий вплив на навколишнє середовище підкреслює важливість використання відновлюваних та екологічно чистих альтернативних видів палива.

Водневе паливо є одним із перспективних, відновлюваних та екологічно чистих видів палива для автомобільного транспорту. Водневе паливо має широкий діапазон меж горючості, високу теплотворну здатність, та стехіометричне відношення повітря до палива, а також низьку питому вагу порівняно з традиційними видами пального для автотранспорту. З такими характеристиками водневе паливо можна використовувати як самостійне паливо або поєднувати з іншими видами, щоб покращити ефективність горіння та, відповідно, зменшити викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах. Проте одним з найбільш економічно доцільних є застосування водневих добавок у невеликих кількостях. Так, при використанні способу [3] згідно якого в паливну магістраль високого тиску через спеціальний змішувальний пристрій додається воднева домішка у порції до 0,15% по масі до основного палива. В такий спосіб можливо досягти економії палива до 3%, в залежності від режиму роботи двигуна.

На основі уточненої математичної моделі [4-5], з урахуванням експериментальних даних щодо тепловиділення та характеристик палива, було проведено математичне моделювання робочого циклу двигуна автомобіля 6ЧН20/28 за різних тисків водню у якості домішки. На основі отриманих результатів були побудовані залежності (рис. 1-3), які ілюструють зміни експлуатаційних показників двигуна при використанні водневих домішок в широкому діапазоні робочих параметрів.

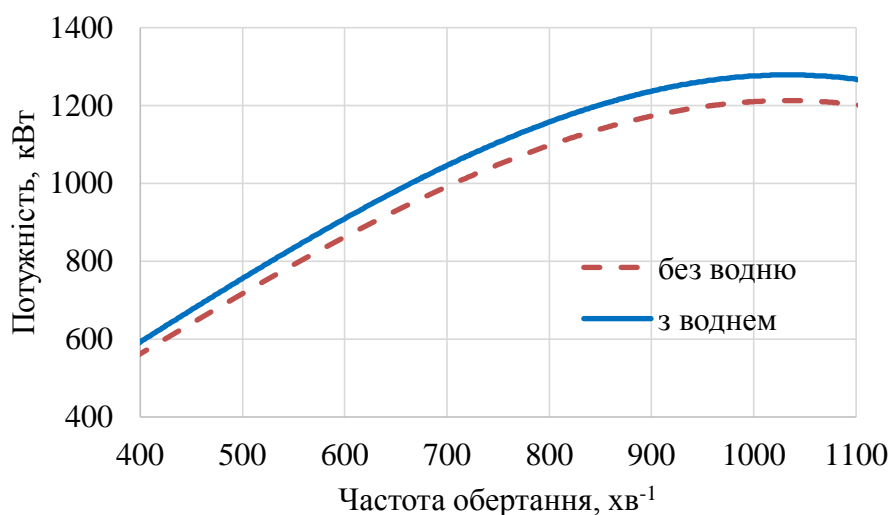


Рисунок 1 – Зовнішня характеристика двигуна Wartsila 6ЧН20/28

Це дослідження вказує на потенційні переваги використання водневих добавок у паливі для двигунів, зокрема двигуна 6ЧН20/28. Залежності, отримані під час моделювання,

свідчать про можливість оптимізації експлуатаційних параметрів двигуна за допомогою водневих домішок, що може призвести до покращення ефективності горіння та зменшення викидів шкідливих речовин.

Як видно з рис. 1. при збільшенні потужності збільшується ефективність використання водневої домішки, оскільки часовий наявність водню позитивно впливає на організацію робочого процесу в ДВЗ.

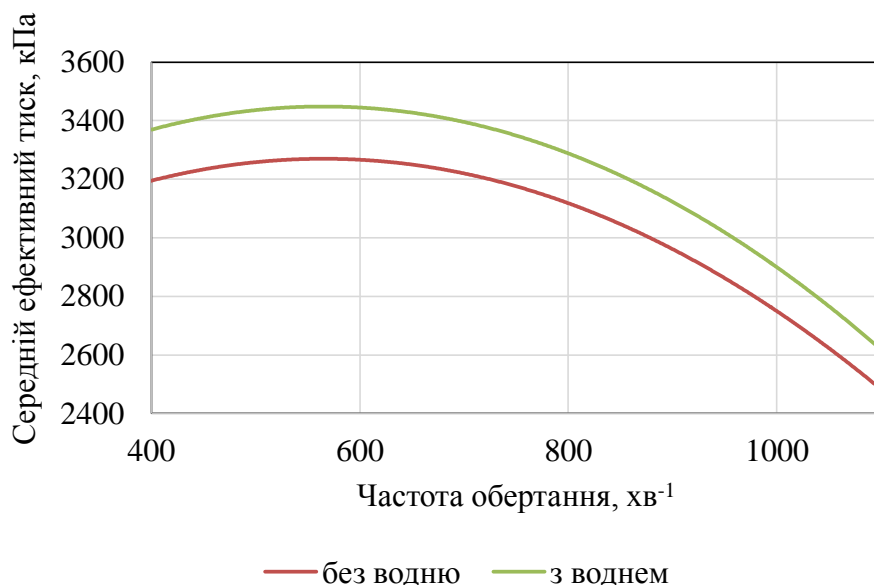


Рисунок 2 – Зміна середнього ефективного тиску від частоти обертання колінчастого валу

Відповідно даних рис. 2 при збільшенні значення середньоефективного тиску P_e в циліндрі вплив використання добавок водню зменшується, що характерне для найбільш ефективного режиму роботи двигуна.

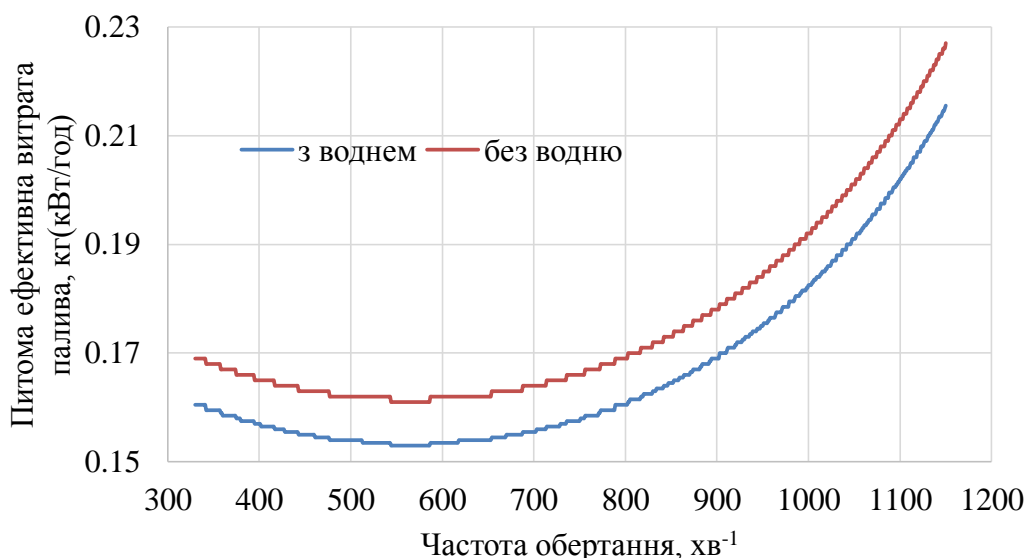


Рисунок 3 – Залежність питомої ефективної витрати палива від частоти обертання двигуна

Проаналізувавши рис. 3, робимо висновок, що найбільший вплив на зменшення витрати палива досягається на часткових режимах роботи двигуна.

Аналіз моделі використання малих домішок водню до основного палива двигуна Wartsila 6ЧН20/28 показав, що особливо значне зменшення витрати палива досягається на часткових режимах роботи двигуна. В той же час приріст потужності спостерігається пропорційно збільшенню навантаження на двигун. Отже, використання домішок водню у порції 0,1% за масою доцільне в широкому діапазоні навантаження, та дозволяє збільшити

потужність двигуна на 2,5...4%, та зменшити витрату палива на 3...5%.

Список використаних джерел

1. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г.; измененная Протоколом 1978 г. к ней; МАРПОЛ 73/78. - СПб.: АОЗТ ЦНИИМФ, 1994. - 310 с.
2. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Поліпшення робочих характеристик дизельних двигунів за допомогою додавання водню // Водный транспорт. 2016. №2 (25). С. 24-28.
3. Ткач М.Р., Тимошевський Б.Г., Доценко С.М., Галынкин Ю.Н., Шалапко Д.О. Утилизация теплоты вторичных энергоресурсов судовых малооборотных двигателей, работающих на альтернативном топливе // Двигатели внутреннего сгорания. 2017. №2. С. 8-13.
4. Тимошевський Б.Г., Ткач М.Р., Шалапко Д.О. Основні положення математичної моделі додавання водню на лінії високого тиску паливної апаратури // Вісник Херсонського національного технічного університету. 2017. Т. 1., № 3 (62). С. 233-237.
5. Шалапко Д.О. An experimental study of the wave effect in fuel equipment using hydrogen additives to diesel fuel // Technology audit and production reserves. 2018. Vol 6/1, (44). С. 36 – 40.
6. Shalapko D.O., Proskurin A.Y., Mitrophanov O.M. Methods to improve the performance of diesel engines by adding hydrogen into high pressure line // Shipbuilding & marine infrastructure. 2018. Vol.9., № 1. С. 82 – 86.
7. Шалапко Д.О. Непрямі методи дослідження ефекту використання малих домішок водню до основного палива // Авіакосмічна техніка та технологія. 2018. №6 (150). С. 44 – 51.

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ПРИ ДОСТАВЦІ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

**О.Ю. Крук, ст.гр. ТТМ-22,
Т.С. Шкварло, ст.гр. ТТМ-22,
Н.А. Данилевич, ст.гр. ТТМ-21,
Р.В. Чорний, ст.гр. ТАЗм-11,
Е.І. Готман, ст.гр. ТАЗм-21,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

В даній постановці задачі доцільно розглядати важливі фактори з позиції комерційної також технічної експлуатації автомобільних транспортних засобів. Дане дослідження демонструє конкретні показники та ефективність шляхів удосконалення транспортного обслуговування при доставці наливних продуктів групи продовольчих товарів.

Отже, проблематикою організації раціональної доставки є:

1. Оптимізація Маршрутів та Часу Доставки:
 - Визначення оптимальних маршрутів та графіків зменшує час доставки на 15%, сприяючи збереженню якості продуктів.
2. Спеціалізовані Транспортні Засоби:
 - Використання технічно вдосконалених транспортних засобів дозволяє знизити витрати пального на 20% та забезпечує точність управління температурою вантажу.
3. Вдосконалення Технічного Обслуговування Транспортних Засобів:
 - Регулярне технічне обслуговування скорочує кількість аварій на 25% та підвищує доступність транспортних засобів на 18%.
4. Ефективне Завантаження та Розтоварення:
 - Оптимізація завантаження збільшує обсяг доставки на 30%, зменшуючи витрати на транспорт та збільшуючи ефективність.
5. Використання Технологій Інтернету Речей (IoT):
 - Впровадження IoT-рішень забезпечує реальний час моніторингу та зменшення ризику втрат вантажу на 22%.
6. Навчання та Сертифікація Персоналу:
 - Підвищення кваліфікації персоналу допомагає уникнути 30% інцидентів під час перевезення наливних продуктів.
7. Екологічна Відповідальність:
 - Застосування транспорту на альтернативних видах пального може знизити вуглецевий слід на 25%.
8. Страхування та Захист Вантажів:
 - Укладання страхових полісів дозволяє покрити витрати в разі пошкодження вантажу, забезпечуючи покупців та виробників.
9. Аналіз Потреб Ринку та Споживачів:
 - Стратегії, адаптовані до потреб ринку, можуть збільшити ринкову частку на 20%.
10. Створення Інноваційних Систем Постачання:
 - Впровадження інноваційних систем управління запасами може зменшити затрати на 15% та підвищити швидкість постачання.

Автомобільні та технологічні Аспекти при перевезеннях наливних вантажів полягають в оптимізації з позицій використання цистерн або бочок із системами утримання температури, що дозволяє зберегти якість продуктів. Зниження витрат пального на 18%; легкі вантажівки із системами фіксації тетра пак пакетів. Зменшення втрат при перевезенні

на 15%; використання технологій запобігання розливам, зменшення ризику втрат вантажу на 20%; впровадження систем моніторингу та трекінгу для постійного контролю. Зниження частки втрат на 22%; вибір ефективних транспортних засобів, економія пального на 15%; використання спеціальних систем знижує час завантаження та розвантаження на 30%; впровадження технологій легкої ідентифікації забезпечує точність управління під час перевезення. Зменшення помилок на 25%; використання захисних покриттів забезпечує стійкість наливних вантажів до зовнішніх умов. Зниження пошкоджень на 18%; застосування технологій зв'язку для швидкого обміну інформацією. Збільшення оперативності на 20%; впровадження транспортних засобів з екологічно чистими альтернативами. Зменшення вуглецевого сліду на 25%; Дані числові показники наголошують щодо раціональності та ефективності шляхом застосування різних технологій та типів автомобілів при перевезенні наливних вантажів.

Список використаних джерел

1. Логістична інфраструктура Тернопільської області/ Н.М. Фалович, В.А. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, П.Б. Прогній, В.В.Мельниченко //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36)
2. Маяк М.М. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень/ Маяк М.М., Прогній П.Б., Матвіїшин А.Й., Попович П.В., Шевчук О.С., Островерхов В.М., Коцур А.С., Романишин (Чорна) О.В.// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - ЛНТУ. Луцьк, 2020. - № 2. - с. 136-143
3. Чорна О.В. Підвищення ефективності ланцюгів поставок / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 311-316
4. Фалович Н.М., Шевчук О.С., Попович Д.П., Попович П.В., Буряк М.В., Розум Р.І., Чорна О.В. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя// Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 1 № 18 (2022) Луцьк с.186-191
5. Чорна О.В., Фалович Н., Шевчук О., Попович П.В., Буряк М.В. Нормативно-правове забезпечення умов функціонування транспортних систем та напрями його удосконалення// Розвиток транспорту. Одеський національний морський університет, Науковий журнал 2(13),2022 с.64-76
6. Чорна О.В., Фалович Н.М., Прогній П.Б., Попович П.В., Шевчук О.С., Буряк М.В. Забезпечення якості роботи підприємств автомобільної інфраструктури з позиції ергономіки// Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2022 Том 2. №5(36). С. 284-291
7. Чорна О.В. Оптимізація витрат в логістичних системах / Чорна О.В., Попович П.В., Маяк М.М., Шевчук О.С., Фалович Н.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. //Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 288-292
8. Сван О.Б. Логістика доставки фармацевтичних препаратів / Сван О.Б., Попович Д.П., Твардовський Б.В., Кучеренко О.О., Попович П.В., Чорна О.В., Шевчук О.С., Маяк М.М., Іванишин В.В., Комарніцький С.П. // Збірник наукових праць "Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки", 2023 Вип. 7(38), ч.І. С. 274- 279
9. Розум Р.І., Буряк М.В., Захарчук О.П. Використання автомобільного транспорту в сільськогосподарському виробництві. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Том 2 № 17 (2021). С. 146-150.

УДК 662.6.9

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СУМІШЕВОГО АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПАЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

В.В. Чорний, *ст.гр.АТ-20-1*,
В.М. Мельник, *доц., канд. техн. наук*,
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

Біодизельне паливо, як правило отримують з олійних сільськогосподарських культур та застосовують у якості добавки до традиційного дизельного палива, а в окремих випадках як чисте біопаливо.

У зв'язку з обмеженою та вичерпною сировинною базою вуглеводнів, біопаливо є паливом майбутнє. Як правило, це більш чистий вид палива, на відміну від товарного палива, біопаливо виготовляють із поновлюваних ресурсів, а отже, біопалива дуже вигідне для країн, які змушені імпортувати нафту.

В роботі [1], виконано аналіз основних видів альтернативного палива для дизельних двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), досліджено їх основні показники та здійснено оцінку основних фізико-хімічних показників найпоширеніших видів біодизельного палива і описані необхідні умови для їх застосування у ДВЗ. Проте, з виконаних досліджень не можна оцінити вплив добавок SME на характер та закономірність зміни основних техніко-експлуатаційних показників отриманого біодизельного палива.

Робота [2] присвячена аналізу фізико-хімічних та експлуатаційних властивостей біодизельного палива на основі етилових естерів жирних кислот рижієвої олії та сумішевих біодизельних палив із різним відсотковим вмістом етилових естерів. Проведено порівняльний аналіз зразків біодизельних палив на основі метилових і етилових естерів жирних кислот ріпакової та рижієвої олії. У результаті дослідження обґрунтовано використання рижієвої олії для виробництва біодизельного палива, а саме для повної або часткової заміни традиційного нафтового дизельного палива.

Дослідження впливу біодизельного палива на токсичність ДВЗ виконано у роботі [3]. Авторами запропоновано ряд заходів з покращення екологічних показників дизельного ДВЗ та досліджено їх вплив на потужність та економічність. Найперспективнішими заходами щодо підвищення екологічних показників ДВЗ виявилися оптимізація кута випередження впорскування палива та оптимізація мінімальної величини коефіцієнта надлишку повітря в результаті чого викиди діоксидів азоту знизилися на 63 %, а його димність на 78 %.

В роботі [4] розглянуто основні паливо-мастильні властивості біодизеля в порівнянні зі звичайним дизельним паливом, його вплив на потужності двигуна. Також автори проаналізували витрату палива і теплову ефективність біодизеля, в порівнянні зі звичайним дизельним паливом та дослідили показники викидів біодизельного і дизельного палива. За результатами досліджень встановлено, що при використанні біодизельного палива в двигунах збільшуються викиди оксиду азоту, але їх можна контролювати шляхом прийняття певних рішень, таких як додавання метанового поліпшувача, затримки впорскування, рециркуляції вихлопних газів і т.д.

Широкомасштабні дослідження біодизельного палива виконано авторами [5]. Ними встановлено, що робота дизеля на біодизельному паливі з більш високою густиною та кінематичною в'язкістю супроводжується зростанням максимальної потужності та крутного моменту, а також підвищенням витрати палива. При цьому також підвищується концентрація оксидів азоту в відпрацьованих газах та зростає димність.

Як бачимо, всі дослідження направлені на біодизельне паливо на основі ріпаку. З рослин, придатних для виготовлення біопалива, в Україні найбільша посівна площа у пшениці та соняшнику. Вирощується також ріпак ярий та ріпак озимий, соя, кукурудза та

цукровий буряк. Майже всі ці рослини, крім сої та пшениці, становлять небезпеку для ґрунту. А, тому, виходячи з наведеного вище, більш перспективними для отримання біодизельного палива є соя.

Отже, для покращення експлуатаційних та екологічних властивостей товарних палив та промислових масштабів виробництва альтернативних сумішевих біодизельних палив з соєвої олії необхідно розробити технологічну схему із застосуванням спеціального обладнання.

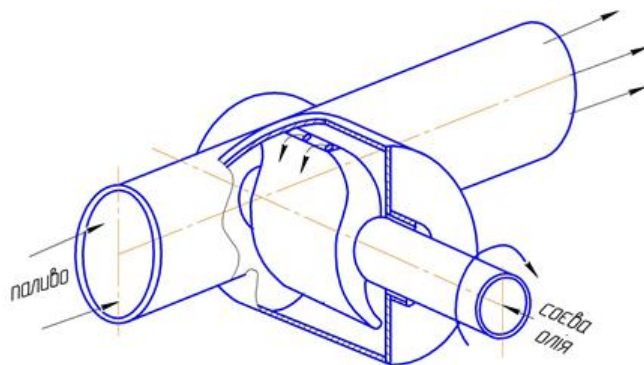
Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі основні завдання:

- розроблення установки для отримання сумішей дизельного палива та соєвої олії у необхідному об'ємному співвідношенні з використанням змішувача виготовленого за патентом авторів;

- дослідження параметрів роботи установки для отримання сумішевих палив необхідного об'ємного складу.

Під час проведення експериментальних досліджень та обробки результатів застосовувалися методи найменших квадратів та математичної статистики.

Розроблення установки для отримання сумішей дизельного палива з соєвою олією та дослідження параметрів її роботи. Для змішування соєвої олії з дизельним паливом в виробничих умовах був розроблений і виготовлений змішувач (рис. 1) за патентом автора [6]. Його принцип роботи наступний, дизельне паливо надходить через патрубок 1 до корпусу змішувача 2 і викликає обертання ротора 5, а утворена паливна суміш виводиться з змішувача через патрубок 3 (рис. 1). Внутрішній діаметр патрубків 1, 3 і корпусу 2 рівні відповідно 17, 21 мм і 68 мм. У процесі обертання ротора СМ засмоктується під дією відцентрових сил через патрубок 4 діаметром 12 мм до внутрішньої осьової порожнини ротора 5. Висота лопаті ротора становить 32 мм, осьова довжина лопаті 45 мм. Під час обертання ротора розпилення соєвої олії здійснюється через двадцять радіальних отворів 6 (по десять на кожній лопаті) в роторі діаметром 1,5 мм, з'єднані з внутрішньою осьовою порожниною ротора.



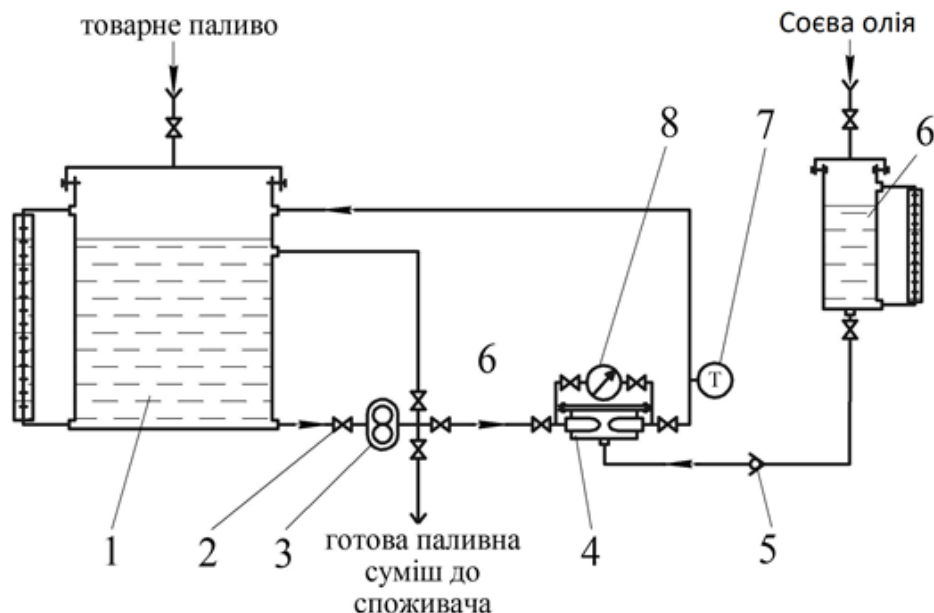
1 - патрубок для подачі палива; 2 - корпус; 3 - патрубок для відведення паливної суміші; 4 - патрубок для подачі соєвої олії; 5 - ротор; 6 – отвори

Рисунок 1 – Змішувач для моторних палив за патентом В. Мельника [6]

Процес отримання альтернативних паливних сумішей, що містять соєву олію, реалізується в такий спосіб. Посудина 1 (рис. 2) заповнюється товарним паливом так, щоб обсяг утвореної в наступному паливної суміші з наперед заданим процентним вмістом соєвої олії не перевищував місткості посудини 1 - 200 літрів. Пропорційно кількості товарного палива в посудину 6 об'ємом 35 літрів заливається відповідну кількість соєвої олії. Після цього включається насос 3, який подає паливо з посудини 1 до змішувача 4 і далі отримана суміш поступає в посудину 1. Циркуляція паливної суміші через змішувач 4 припиняється після спорожнення посудини 6, а отримана паливна суміш насосом 3 подається до споживача.

В установці використані змішувач за патентом В. Мельника [6], характеристика якого наведена вище і насос шестеренчастий моделі НМШФ 2-40-1,6 / 4Б-13. Максимальна подача

насоса 1,6 м³/год при максимальному надлишковому тиску 0,4 МПа, а номінальна потужність його приводу дорівнює 1,1 кВт.



1 - посудина для товарного палива; 2 - вентилі; 3 - насос шестеренчастий; 4 - змішувач моторних палив; 5 - клапан зворотний; 6 - мірний циліндр для соєвої олії; 7 - термометр термоелектричний; 8 - манометр диференційний

Рисунок 2 - Схема установки для отримання сумішей товарних палив з соєвою олією у виробничих умовах

Дослідження характеристики змішувача в складі схеми (рис. 2) показали, що при температурі складових альтернативного палива 20 °С, при втраті повного тиску на змішувачі $\Delta p \approx (60 - 65)$ кПа, об'ємний витрата соєвої олії досягала $10,7 \cdot 10^{-6}$ м³/с. Час приготування паливної суміші в кількості 195 л з вмістом соєвої олії 10% коливався в межах від 30 до 35 хв. Отримана за допомогою змішувача паливна суміш була однорідною і не розшаровувалася протягом 30 діб зберігання при коливань температури від 16 до 22 °С.

Список використаних джерел

1. Мельник В. М. Дослідження основних техніко-експлуатаційних характеристик альтернативних видів палива для дизельних ДВЗ / В. М. Мельник, Т. Й. Войцехівська, А. Р. Сумер // Наукові праці ВНТУ. – 2018. – №2. – С. 1-13.
2. Яковлева А. В. Фізико-хімічні властивості біодизельних палив на основі етилових естерів рижієвої олії / А. В. Яковлева, С. В. Бойченко, А. В. Гудзь, С. О. Зубенко // Каталіз та нафтохімія. – 2020. – № 29. – С. 24-30.
3. Левтеров А. М. Покращення екологічних характеристик дизеля, що працює на біодизельних паливних композиціях / А. М. Левтеров, В. Д. Савицький // Автомобільний транспорт. – 2015. – № 36. – С. 110-117.
4. Журенко Ю. І. Біодизель - альтернативна заміна дизельного палива / Ю. І. Журенко, В. М. Яропуд, І. А. Бабин // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2012. – № 10 (58). – С. 44-51.
5. Корпач А.О. Дослідження впливу фізико-хімічних властивостей біодизельного палива на паливну економічність, енергетичні та екологічні показники автомобільного дизеля / А. О. Корпач, О.О. Левківський // Вісник ЖДТУ. – 2016. – № 2 (77). – С. 115-121.
6. Пат. 86449 С2 Україна, МПК В01F 3/08, В03В 5/04. Змішувач для моторних палив / Мельник В. М., Козак Ф. В., Климишин Я. Д.; заявник і патентовласник Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. - № а200704406; заявлено 20.04.2007.; опубл. 27.04.2009, Бюл. № 8. – 3 с. : іл.

УДК 621.43.04

СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

**В.Т. Ступінський, ст.гр. ТТм-21,
А.А. Ляшенко, ст.гр. ТАмсв-21,
В.М. Юрик, ст.гр. ТАмсв-21,
Ю.В. Омелянський, ст.гр. ТАм-21,
В.М. Антонюк, ст.гр. ТАм-22,
В.В. Карпович, ст.гр. ТАзм-21,
В.Р. Депутат, ст.гр. ТАм-22,**

Західноукраїнський національний університет, Україна

Актуальність дослідження визначається сучасними тенденціями у галузі вантажних автомобілів та підвищенням вимог до їхньої надійності.

Ростучий Парк Дизельних Автомобілів: З урахуванням постійного зростання кількості дизельних вантажних автомобілів, аналіз має вирішальне значення для забезпечення їхньої безперебійної експлуатації.

Екологічні Норми та Вимоги: З посиленням екологічних стандартів, важливо оптимізувати дизельні двигуни для зменшення викидів та підвищення ефективності пального.

Конкурентний Тиск: На фоні постійної конкуренції в сфері перевезень, вдосконалення технічного обслуговування є ключовим чинником для збереження та привертання клієнтів.

Зростання Вимог Клієнтів: Завдяки зростанню обізнаності клієнтів у сфері автосервісу, якість технічного обслуговування стає основним фактором при виборі транспортного партнера.

Технологічні Інновації: З впровадженням новітніх технологій у виробництво вантажних автомобілів, необхідно активно адаптувати обслуговування та ремонт до нових вимог.

Збільшення Обсягів Перевезень: Зі зростанням глобальних перевезень, важливо забезпечити надійність флоту вантажних автомобілів для вирішення логістичних завдань.

Глобальні Зміни в Енергетичному Секторі: Зростаюча важливість альтернативних джерел енергії вимагає переосмислення технічного обслуговування та можливого переходу до більш екологічних рішень.

Системи Моніторингу та Дистанційного Обслуговування: З використанням сучасних технологій IoT, важливо інтегрувати системи моніторингу для виявлення проблем та віддаленого обслуговування.

Глобальна Логістика: У зв'язку зі зростанням глобальної логістики, технічне обслуговування вантажних автомобілів стає стратегічно важливим елементом ланцюга постачання.

Кризові Ситуації та Надзвичайні Події: У контексті непередбачуваних ситуацій, важливо мати оптимізовані процеси реагування та швидке відновлення роботи автопарку.

Дане дослідження є критичним інструментом для вирішення викликів та підвищення конкурентоспроможності в галузі технічного обслуговування дизельних двигунів вантажних автомобілів у сучасному світі.

За даними за останні три роки, спостерігається стабільний ріст числа поломок дизельних двигунів. Середній показник відмов збільшився на 25%, досягнувши 12 поломок

на 1000 км пробігу.

Головними факторами поломок є знос (30% відмов) та витрати пального (22%). Системи пального впрыскування, турбокомпресори та системи вихлопу виявилися найбільш вразливими.

Детальний аналіз показує, що ефективність роботи турбокомпресорів знижується на 18%, що призводить до збільшення витрат пального. Впровадження регулярного технічного обслуговування може збільшити ефективність на 12%.

Системи вихлопу відіграють ключову роль у роботі дизельних двигунів, і збільшення числа відмов (15%) вказує на необхідність їхньої оптимізації та заміни деталей.

З урахуванням збільшення частоти поломок, рекомендується розширити програму профілактичного технічного обслуговування. Проведення регулярних технічних оглядів кожні 15 000 км пробігу може допомогти уникнути 25% можливих поломок.

Системи впрыскування пального стали причиною 20% відмов. Важливо провести апгрейд систем впрыскування та забезпечити їхню високу ефективність.

Підвищення температур виявилось фактором, що сприяє збільшенню відмов (17%). Встановлення системи моніторингу та автоматичного регулювання температур може знизити цей показник на 20%.

Підняття кваліфікації персоналу у сфері ремонту дизельних двигунів допоможе забезпечити більш точний та ефективний ремонт. Навчання з сучасних технологій та новітніх методів діагностики може підвищити якість обслуговування.

Важливо активізувати систему збору зворотнього зв'язку від власників автомобілів. За даними опитувань, 35% клієнтів висловлюють незадоволеність інформацією про виконані роботи та строками ремонту.

Після ретельного моніторингу ситуації з технічним обслуговуванням та ремонтом дизельних двигунів вантажних автомобілів визначаються критичні напрямки для покращення. Зростання числа поломок вказує на необхідність системних змін у стратегії обслуговування, включаючи розширення профілактичних заходів та модернізацію ключових систем. Оптимізація процесів, навчання персоналу та активна взаємодія з клієнтами становлять необхідні складові для досягнення високого стандарту обслуговування та задоволення потреб власників вантажних автомобілів. Цей аналіз ставить акцент на необхідності комплексного підходу до удосконалення технічного обслуговування та ремонту дизельних двигунів вантажних автомобілів, враховуючи конкретні виклики та тенденції у цій галузі.

Список використаних джерел

1. Буряк, М.В., Розум, Р.І., Фалович, Н.М., Прогній, П.Б., Попович, П.В., Шевчук, О.С. і Антонюк, О.П. 2022. Оцінка міцності та надійності автотранспортних засобів. Вісник машинобудування та транспорту. 15, 1 (Лип 2022), 17–22.
2. Експлуатаційна надійність видів громадського транспорту міста Тернополя / Н. М. Фалович, О. С. Шевчук, Д. П. Попович, П. В. Попович, М. В. Буряк, Р. І. Розум, О. В. Чорна // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2022. - № 1. - С. 186-191.
3. Експлуатаційна надійність і роботоздатність вантажного автомобільного рухомого складу /Р.І. Розум, М.В. Буряк, П.Б. Прогній, Н.М. Фалович, О.С. Шевчук, П.В. Попович, О.П. Захарчук //Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. - 2021. - Вип.5(36), ч. II. - С. 201-205.
4. Simulation of thermomechanical processes in disc brakes of wheeled vehicles //Hrevtsev , O., Selivanova, N., Popovych, P., Hrytsanchuk, A., Romanyschyn, O.//Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 2021, 104(1), pp. 11-20
5. Особливості розвитку ринку вантажних і пасажирських перевезень / М. М. Маяк, П. Б. Прогній, А. Й. Матвіїшин, П. В. Попович, О. С. Шевчук, В. М. Островерхов, А. С. Коцур, О.В. Романишин // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. - 2020. - № 2. - С. 64-71.

6. Rozum R.I., Buriak M. V., Zakharchuk O. P. Innovative engines in the history of automobile building. Modern engineering and innovative technologies. Issue 18 / Part 2. Sergeieva&Co Karlsruhe, Germany 2021. P. 64 – 67.
7. Rozum R.I., Shevchuk O. S., Prohniy P. B. Optimization of working processes of internal combustion engines with the purpose of improving their environmentality. Modern engineering and innovative technologies. Sergeieva&Co Karlsruhe (Germany) 2022. – Issue 19. Part 1. – P. 147-150.
8. Розум Р. І. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів / Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті 36. наук. ст. - Луцьк, 2022.- С. 138-142.
9. Татарин Альбіна, Розум Руслан. Методи відновлення блоків циліндрів двигуна автомобіля. Інноваційний розвиток освіти, науки, бізнесу, суспільства та довкілля в умовах воєнного стану: матеріали VII Національної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених [Тернопіль, 20 травня 2022 р.]. Тернопіль: Вектор, 2022. С.62-63.
10. Верес Марія, Розум Руслан. Методологічні особливості ремонту та технічного обслуговування двигунів вантажних автомобілів. Інноваційний розвиток освіти, науки, бізнесу, суспільства та довкілля в умовах воєнного стану: матеріали VII Національної науково-практичної конференції студентів і молодих вчених [Тернопіль, 20 травня 2022 р.]. Тернопіль: Вектор, 2022. С.57-58.
11. Верес М.В. Стенди для ремонту двигунів (стапелі) / М. В. Верес, Р. І. Розум, П. Б. Прогній // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції „Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики“, 29-30 вересня 2022 року. – Т. : ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 153.

УДК 656.078

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ

О.П. Цьонь, доц., канд. техн. наук,

У.М. Плекан, доц., канд. екон. наук,

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна

Використання інформаційно-аналітичної системи в автотранспортному підприємстві є ключовим елементом для ефективної організації перевезень. Основні завдання, що вирішуються за допомогою цієї системи, включають:

- прийом та реєстрація заявок на перевезення товарів, з подальшим їх збереженням у базі даних;
- комунікація з клієнтами для уточнення деталей заявок та можливості їх оперативного внесення змін;
- автоматизована обробка заявок, враховуючи місцезнаходження клієнтів, об'єми та типи вантажів, а також побажання щодо часу доставки;
- створення маршрутних листів на основі аналізу заявок, наявності транспортних засобів та за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення;
- розробка планів навантаження для автомобілів, відповідно до конкретних маршрутів;
- запис та підтвердження отримання вантажів клієнтами;
- ведення обліку, контролю та формування звітності про виконану роботу на всіх етапах логістичного процесу;
- зберігання інформації протягом визначеного терміну.
- видалення застарілої чи непотрібної інформації з системи.

Впровадження інформаційно-аналітичної системи на підприємствах, що займаються транспортними перевезеннями, значно покращує технологію проведення транспортного процесу. Ключові аспекти зазначеного удосконалення включають: накопичення даних, зберігання інформації, обробку та аналіз даних, інформаційне забезпечення, гнучкість та адаптивність.

Інформаційно-аналітична система збирає велику кількість даних про різноманітні аспекти транспортного процесу, що може включати деталі про маршрути, час перевезення, вантажні характеристики, попит на послуги тощо. Дані зберігаються в структурованому форматі, що забезпечує легкий доступ до даних в розрізі різних періодів та аналізувати тенденції. Інформація аналізується з використанням різних алгоритмів для виявлення ключових моментів, включно з оптимізацією маршрутів, оцінкою ефективності використання транспортних засобів, а також прогнозуванням майбутнього попиту. Інформаційно-аналітична система надає важливу інформацію для прийняття рішень на різних рівнях управління та сприяє стратегічному плануванню, оперативному менеджменту та прийняттю тактичних рішень. Завдяки здатності аналізувати дані в часовому розрізі, інформаційна система допомагає адаптуватися до змінних умов ринку та експлуатаційних обставин.

Використання такої інформаційно-аналітичної системи дозволяє не лише збільшити ефективність транспортних операцій, але й забезпечує можливість швидкого реагування на зміни вимог ринку та підвищення якості обслуговування клієнтів.

Удосконалення технології інформаційно-аналітичної системи базується на інтеграції різноманітних компонентів, що забезпечують ефективне функціонування всієї системи. Інтеграція елементів у єдину координовану систему дозволяє не тільки підвищити ефективність управління транспортними процесами, але й забезпечити адаптивність та гнучкість в реагуванні на змінні умови ринку.

На нашу думку, для покращення технології в інформаційно-аналітичних системах необхідно поєднувати різні елементи, зокрема: функціональні можливості, інформаційні ресурси, програмне та технічне забезпечення. Така інтеграція сприяє ефективній роботі всіх процесів, включаючи збір, обробку, зберігання, аналіз та розподіл інформації, що в свою чергу задовольняє потреби всіх зацікавлених сторін.

Потенційне вдосконалення технічної частини інформаційно-аналітичної системи на автотранспортному підприємстві можливе завдяки створенню та інтеграції нових спеціалізованих програмних модулів.

Для розширення та підтримки всіх функціональних можливостей інформаційно-аналітичної системи необхідно розробити та інтегрувати додаткові модулі (рис. 1).



Рисунок 1 – Концепція архітектури удосконалення інформаційно-аналітичної системи

Відповідно до запропонованої на рисунку 1 концепції, важливою є візуалізація даних, що передбачає геопросторове відображення інформації для кращого розуміння географічних аспектів перевезень. Доцільним є використання статистичних методів для глибокого аналізу даних та розробка програмних модулів для багатокритеріальної оптимізації та наглядної візуалізації різних варіантів транспортних рішень. Необхідно створити експертну підсистему та базу знань, спрямовані на виявлення кризових явищ в транспортних процесах.

Інформаційно-аналітична система є незамінним інструментом для оптимізації логістичних процесів на підприємстві. Використання сучасної інформаційно-аналітичної системи відіграє значну роль для організації перевізного процесу.

УДК 656.13

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МОДЕЛІ ПРОЕКТУВАННЯ МАРШРУТІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ДРІБНОПАРТІОННИХ ВАНТАЖІВ

Є.І. Тхорук, доц., канд. техн. наук,

Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

Задача комівояжера є оптимізаційною задачею, яка часто виникає на практиці під час організації перевезень дрібнопартійних вантажів. Ця задача, виходячи з аналізу літературних джерел, формулюється наступним чином: для деякої групи міст із заданими відстанями між ними потрібно знайти найкоротший маршрут із відвідуванням кожного міста один раз і з поверненням у вихідний пункт.

Задача оптимізації може бути в загальному випадку математично вирішена тільки для одного критерію оптимальності або для одного критерію ефективності. Однак ефективність великих або складних технічних систем характеризується множиною окремих показників, і їх не вдається звести в один загальний показник, придатний для оцінювання ефективності. Тому, в якості критерію оптимальності вибирають такий домінуючий показник, який дасть змогу найбільшою мірою визначити здатність системи виконати своє функціональне призначення.

Математично транспортна задача формулюється наступним чином. Потрібно мінімізувати функцію:

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

при обмеженнях

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = a_i, \quad i = 1, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = b_j, \quad j = 1, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j, \quad x_{ij} \geq 0 \quad (4)$$

де c_{ij} - вартість перевезення одиниці вантажу з i -го пункту відправлення до j -го пункту призначення; x_{ij} - кількість вантажу, що перевозиться з i -го пункту відправлення до j -го пункту призначення; a_i - запаси вантажу на i -му пункті відправлення; b_j - потреби у вантажі на j -му пункті призначення.

Потрібно організувати систему постачання з декількох пунктів відправлення різними транспортними засобами в різні пункти призначення. Залежно від організації системи її ефективність буде різною. Припустимо, що на час перевезень обмеження не накладено. У цьому разі маємо систему з одним показником, що характеризує її ефективність. Таким показником може бути вартість перевезень як критерій оптимальності. Якщо виразити цей критерій у вигляді деякої функції від параметрів, що визначають систему перевезень, то набір значень параметрів, за якого функція досягає екстремуму (у цьому випадку мінімуму), і буде оптимальним, тобто за цих значень вартість перевезень буде мінімальною.

Тепер припустимо, що потрібно забезпечити перевезення за обмежений час. Зменшення часу перевезень підвищує їх вартість, тому для оцінки ефективності системи потрібно враховувати два показники - час і вартість, причому, як неважко помітити, обидва

показники суперечливі. Якщо перевезення мають бути забезпечені за якомога менший час, то критерієм оптимальності буде час перевезень.

У загальному випадку застосовують такі способи виділення критерію оптимальності за наявності кількох показників:

- частину показників перетворюють на обмеження. Так, якщо задано час перевезень, то його можна подати у вигляді обмеження, а критерієм оптимальності вважати вартість перевезень. Можлива і зворотна постановка задачі оптимізації: мінімізувати час перевезень за заданої вартості (за наявних засобів перевезення);

- кілька показників об'єднують в один узагальнений показник (шляхом постановки спільної мети, введенням вагових коефіцієнтів, тощо). Застосування цього способу пов'язане з великими труднощами, що полягають у складності визначення єдиної міри для різнорідних показників;

- варіюють постановку задачі, тобто проводять оптимізацію за різних критеріїв оптимальності, і рішення приймають за оптимізованими вимогами на підставі отриманих результатів (метод послідовних поступок).

Необхідно зазначити, що в системі значущість одного й того самого показника змінюється залежно від рівня ієрархії. У кожній ієрархічній організованій системі показник будь-якого нижчого її рівня перебуває в області показників вищого рівня.

Існує множина математичних методів, що дають змогу знайти як точне, так і наближене розв'язання поставленої задачі. Серед методів, що дають точне розв'язання, найбільшого поширення набув метод "гілок і меж".

Наближений метод Кларка-Райта розв'язання задачі комівояжера ґрунтується на понятті "вигода", яка отримується від об'єднання двох маятникових маршрутів в один кільцевий. Використання цього методу дає можливість врахувати розташування автотранспортного підприємства.

Для розвізних (збірних або збірно-розвізних) маршрутів вибір рухомого складу здійснюють на етапі розв'язання задачі маршрутизації. На цьому етапі вносять необхідні з точки зору витрат на перевезення зміни в розподіл рухомого складу, але не змінюють кількість пунктів на маршруті та порядок їх об'їзду.

Розроблені маршрути не враховують випадкового характеру складових перевізного процесу, їх кількісна оцінка може бути отримана з використанням статистичного моделювання. Моделювання часу руху на окремих ділянках маршруту, часу навантаження і розвантаження, часу планових і незапланованих простоїв, часу перерв і відпочинку дає змогу побудувати функції розподілу часу прибуття рухомого складу до контрольних пунктів (пункт навантаження, розвантаження, прикордонний перехід, тощо). На цьому етапі реалізується логістичний принцип "точно в строк".

Загальний час доставки вантажу на j -му розвізному маршруті (від j -го вантажовідправника до закріплених за ним споживачів) визначається за формулою:

$$T_{oj} = t_{nj} + \sum_{i=1}^k (t_{aij} + t_{pij}) + t_{xj}, \quad (5)$$

де t_{nj} – час навантаження у j -го вантажовідправника, год.; t_{aij} – час руху автомобіля з вантажем на i -й ділянці j -го розвізного маршруту від $(i-1)$ до i -го пункту маршруту, де нульовим вважається пункт навантаження, год.; t_{pij} – час розвантаження у i -го вантажоодержувача на j -му розвізному маршруті, год.; k – кількість пунктів розвантаження на j -му розвізному маршруті, t_{ij} – час холостого пробігу на j -му розвізному маршруті, год.

Організація перевізного процесу безпосередньо пов'язана з режимом роботи вантажовідправників і вантажоодержувачів. Виходячи з принципу про виконання "точно в строк" договірних зобов'язань перевезення автомобільним транспортом перед клієнтами (постачальниками і споживачами) впливає, що завдання зводиться до визначення часу доставки заданого обсягу вантажів. Тоді час початку роботи транспортного засобу можна визначити за формулою.

$$T_n = T_{m.c.} - \sum_{j=1}^n T_{oj} - T_o^1 \quad (6)$$

де $T_{m.c.}$ - час доставки договірною обсягу вантажів "точно в строк", год.; T_{oj} - час на перевезення добового обсягу вантажу, год.; T_o^1 - час на перший нульовий пробіг (від автотранспортного підприємства до першого пункту завантаження), год.

Усі складові формули (6) є випадковими величинами. Визначаючи загальний час перевезення на j -му розвізному маршруті за кожної реалізації статистичного моделювання необхідно враховувати, з одного боку, організацію роботи постачальника і споживача, зокрема, час початку і закінчення обідніх (технологічних) перерв у роботі клієнтури, а з іншого - обмеження режиму праці та відпочинку водія. Тому запишемо

$$T_{oj} = t_{nj} + \sum_{i=1}^k (t_{nj} +) + t_{nj} + \eta_j + \sum_{i=1}^k \psi_{ij} \quad (7)$$

де η_j - випадкова складова, що враховує обідні (технологічні) перерви j -го постачальника, год.; ψ_{ij} - випадкова складова, що враховує обідні (технологічні) перерви споживачів, закріплених за j -м споживачем, год.

Пропоновані моделі формують єдиний підхід до формалізації методів розв'язання задач транспортної логістики; охоплюють основні типи транспортних задач стосовно автомобільних перевезень у просторі (розподільча задача, маршрутизація) і в часі; дають змогу здійснити трирівневу оптимізацію при зміні кількості розглянутих об'єктів (постачальники, споживачі) і послідовного включення додаткових чинників, пов'язаних із конкретними маршрутами перевезень.

Застосування того чи іншого методу з представлених раніше спрямоване на скорочення будь-яких витрат. З огляду на те, що управлінські рішення ухвалюють люди, виникає необхідність оптимізації будь-якими методами інтелектуального потоку думок. З огляду на те, що класичні методи трудомісткі й потребують більших витрат енергії в інтелектуальній праці на пошук оптимального рішення (більша кількість ітерацій), виникає необхідність використовувати методи, які мають можливості пошуку рішень із малим числом ітерацій, що скорочують час на ухвалення рішень, і іноді відразу дають оптимальне рішення.

Перехід до ринкових відносин змінив схему взаємовідносин між контрагентами, надавши їм свободу дій і водночас із цим підвищив невизначеність умов, у яких працюють підприємства транспорту. З огляду на зазначені обставини і те, що змінні величини з'являтимуться знову в різноманітних формах, необхідно застосовувати моделі, які дають змогу якнайкраще враховувати зміни, що відбуваються. Для розв'язання зазначених питань пропонується використовувати системи, здатні вирішувати задачі в тих умовах, що виникатимуть у процесі надання послуг і змінюватимуться під впливом параметрів зовнішнього та внутрішнього середовища. Припускаючи варіації вихідних показників, змінюються і вихідні характеристики. По суті, мається на увазі пошук таких моделей, які були б якнайповніше адаптовані до умов, що склалися. Для реалізації таких підходів пропонується використовувати штучні нейронні мережі (ШНМ), що формують банк інтелектуальних моделей в організації перевізного процесу на автомобільному транспорті.

Доведено, що задача розроблення маршрутів перевезень дрібнопартійних вантажів належить до множини задач, які називаються NP-повними. Для NP-повних задач використовується метод повного перебору усіх можливих варіантів. Оскільки такий повний пошук практично нездійсненний для великої кількості міст, то евристичні методи використовують для знаходження прийнятних, хоча й неоптимальних рішень.

Описане в роботі [3] рішення, що ґрунтується на мережі зі зворотними зв'язками, є типовим у цьому відношенні.

Припустимо, що міста, які необхідно відвідати, позначені буквами А, В, С і D, а відстані між парами міст є d_{ab} , d_{bc} і т.д.

Рішенням є впорядкована множина з n міст. Задача полягає у відображенні її у вигляді обчислювальної мережі з використанням нейронів (λ наближається до нескінченності). Кожне місто представлено рядком із n нейронів. Вихід одного і тільки одного нейрона з них дорівнює одиниці (всі інші дорівнюють нулю). Вихід нейрона, що дорівнює одиниці, показує порядковий номер, за яким це місто забезпечується продукцією.

Довжина такого маршруту дорівнювала б $dca + dad + ddb + dbc$. Оскільки кожне місто відвідують тільки один раз, і в певний момент відвідують лише одне місто, то в кожному рядку і в кожному стовпчику є по одній одиниці. Для задачі з n міст усього є $n!$ різних маршрутів обходу.

Продемонструємо тепер, як сконструювати мережу для розв'язання цієї NP-повної задачі. Кожен нейрон має два індекси, які відповідають місту і порядковому номеру його відвідування на маршруті.

Функція енергії має задовольняти двом вимогам: по-перше, має бути малою тільки для тих рішень, які мають по одній одиниці в кожному рядку і в кожному стовпчику; по-друге, має надавати перевагу рішенням із найкоротшою довжиною маршруту.

Перша вимога задовольняється введенням функції енергії:

$$E = \frac{A}{2} \sum_x \sum_i \sum_{y \neq i} M_{xi} M_{xy} + \frac{B}{2} \sum_i \sum_x \sum_{y \neq x} M_{xi} M_{yi} + \frac{C}{2} \left[\left(\sum_x \sum_i M_{xi} \right) - n \right]^2 \quad (8)$$

де A, B і C - константи; M - вихідний нейронний сигнал.

Цим досягається виконання наступних умов [3].

1. Перша потрібна сума дорівнює нулю в тому і тільки в тому випадку, якщо кожен рядок (місто) містить не більше однієї одиниці.

2. Друга потрібна сума дорівнює нулю в тому і тільки в тому разі, якщо кожен стовпчик (порядковий номер відвідування) містить не більше однієї одиниці.

3 Третя сума дорівнює нулю в тому і тільки в тому разі, якщо матриця містить рівно n одиниць.

Друга вимога - перевага надається коротким маршрутам:

$$E = \frac{B}{2} \sum_x \sum_{y \neq i} \sum_i D_{xy} M_{y,i+1} + M_{y,i-1} \quad (9)$$

Для зручності індекси визначаються за модулем n , тобто $M_{n+j} = M_j$, B - константа.

При досить великих значеннях A, B і C низькоенергетичні стани будуть представляти допустимі маршрути, а великі значення D гарантують, що буде знайдено найкоротший маршрут.

Слід зазначити, що запропоновані моделі з використанням штучних нейронних мереж можна застосовувати для аналізу й оптимізації маршрутів руху рухомого складу не тільки на стадії розроблення, а й у реальних умовах функціонування транспортних компаній.

Список використаних джерел

1. Математичне моделювання технологічних об'єктів: Підручник. / О.Б. Целішев, П.Й. Єлісеєв, М.Г. Лорія, І.І. Захаров. – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту. – 2011. – 421 с.
2. Кондратенко Ю.П. Оптимізація процесів прийняття рішень в умовах невизначеності. Навчальний посібник. – Миколаїв: МДГУ ім. Петра Могили, – 2006. – 96 с.
3. Стенцель Й.І. Математичне моделювання технологічних об'єктів керування. – К.: ІСДО, 1993. – 328 с.
4. Johnson M.A. PID Control. New Identifications and Design Methods / M.A. Johnson, M.H. Moradi. – London: Springer, 2005. – 544 p.
5. Horfield J.J., Tank D.W. 1985. Neural computation of decisions in optimization problems // Biological Cybernetics. 52. P. 141 - 152.
6. Стенцель Й.І. Ідентифікація та математичне моделювання / Й.І. Стенцель – Луганськ: Вид-во Східноукр. нац. ун-ту. – 1995. – 247 с.

УДК 621.793.724

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОДУГОВОГО НАПИЛЕННЯ НА СТРУКТУРУ ПОКРИТТІВ

М.М. Студент, проф., пров. наук. співр., д-р. техн. наук¹;
С.І. Маркович, доц., канд. техн. наук²;

Х.Р. Задорожна, наук. співр., канд. техн. наук¹;

В.М. Гвоздецький, старший дослідник, зав. лаб., канд. техн. наук,¹

¹Фізико-механічний інститут НАН України, м. Львів, Україна

²Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Постановка проблеми. Використання спеціальних порошкових дротів для електродугового напилення дозволяє отримувати покриття із високою зносостійкістю. Однак недостатня адгезія та когезія отриманих покриттів не дозволяє застосовувати ці покриття за підвищених робочих навантажень [1-5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Літературні джерела засвідчують, що для підвищення механічних характеристик газотермічних покриттів використовують надзвуковий газовий струмінь, який транспортує розплавлені краплини до напилюваної поверхні, підвищуючи їх кінетичну енергію. Використання паливних газів для отримання надзвукового струменю в процесі електродугового напилення покриттів лише частково підвищує фізико-механічні характеристики покриттів, але ускладнює і суттєво здорожує обладнання та процес напилення. У даній статті для підвищення механічних характеристик електродугових покриттів запропоновано застосовувати надзвуковий повітряний струмінь за використання сопла Лавалю та підвищення тиску повітряного струменю з 0,6 до 1,0...1,2 МПа. [1-6].

Постановка завдання. Мета дослідження: встановити вплив тиску повітряного струменю на структуру електродугових покриттів.

Виклад основного матеріалу. Електродугові покриття товщиною 1 мм наносили металізатором ФМІ-2 виробництва Фізико-механічного інституту НАН України. Для напилення покриттів використали електродні матеріали: дріт суцільного перерізу – У8, та порошковий дріт 90Х17РЗГС. Покриття напиляли за наступних режимів: напруга дуги $U = 32$ В, струм $I = 150$ А, тиск повітря 0,6, 1,2 МПа за витрати повітря $1,3 \text{ м}^3/\text{хв}$, віддалі від дуги до напилюваної поверхні у всіх випадках 120 мм. Перед напиленням зразки піддавали абразивно-струминній обробці корундом. Мікротвердість визначали на приладі ПМТ-3 за навантаження 200 г.

Для отримання надзвукової швидкості повітряного струменю числом Маха 2 використовували сопло Лавалю з вертикальним розміщенням двох повітряних каналів у соплі з критичним діаметром кожного отвору 2,2 мм (рис. 1), довжиною надзвукової частини 15 мм.

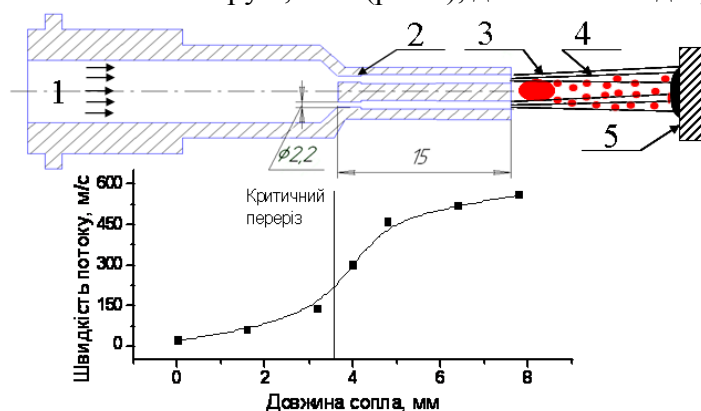


Рисунок 1 – Схема сопла для отримання надзвукового потоку. 1 – повітряний потік, 2 – критичний переріз сопла, 3-розплав з електродних матеріалів, 4-метало повітряний потік, 5-сталевна підкладка з напиленим покриттям

Визначено, що зростання тиску повітряного струменю від 0,6 до 1,2 МПа зумовлює підвищення швидкості повітряного потоку у 2 рази від 300 до 600 м/с (рис. 2). При цьому швидкість диспергованих повітряним струменем краплин при розпиленні електродних порошкових дротів зростає від 60 – 90 м/с до 160 – 220 м/с, а їх розмір зменшується.

Зменшення часу польоту диспергованих краплин від дуги до напилюваної поверхні забезпечує вищу їх температуру при вдарянні об напилювану поверхню. Підвищення тиску повітряного струменю також зменшує кут розширення металоповітряного струменю (рис. 3) із 30° до 15°.

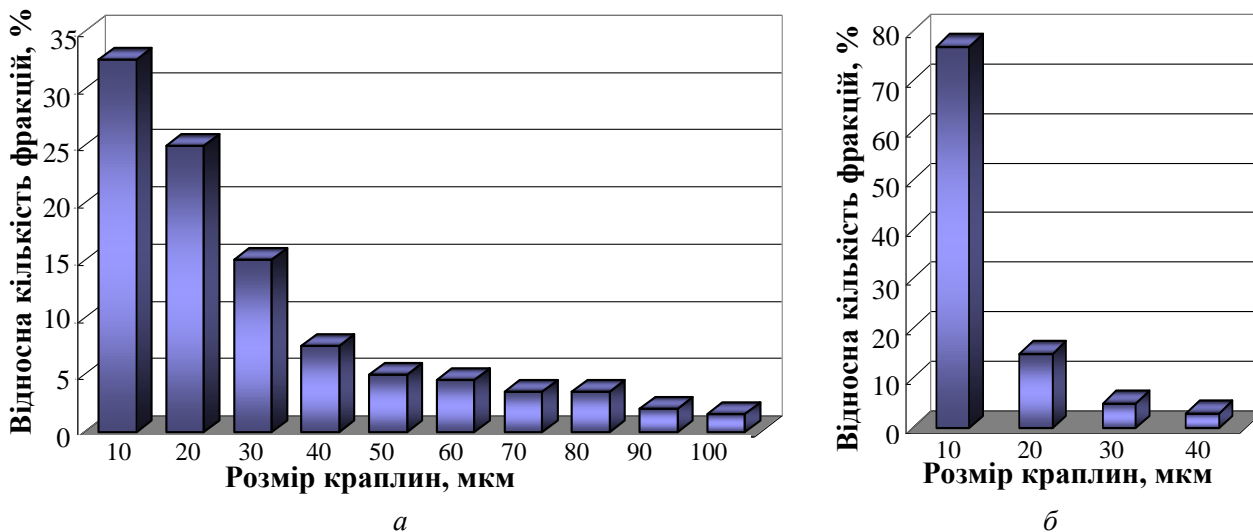


Рисунок 2 – Фракційний розподіл краплин із ПД 90X17P3ГC: а – 0,6 МПа; б – 1,2 МПа

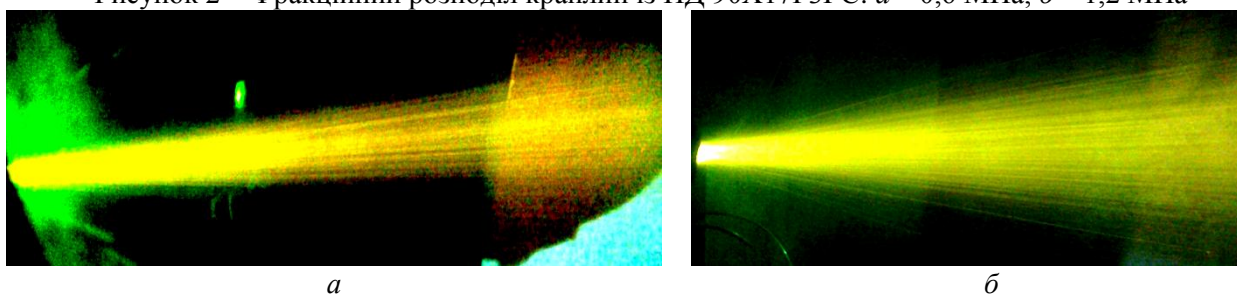


Рисунок 3 – Вплив тиску повітряного струменю на кут розширення металоповітряного потоку: а – 1,2 МПа; б – 0,6 МПа

Збільшення тиску повітряного струменю змінює умови евакуації краплин із торців електродних дротів (рис. 4). Зона плавлення дроту суттєво зростає, зменшується густина струму на торцях дроту. Це зменшує температуру розплаву (температура розплаву за тиску 0,6 МПа становить 2000...2200°С) але збільшує час знаходження розплаву між торцями дроту. Це дозволяє повніше розчинити тугоплавкі шихтові матеріали у розплаві сталюї оболонки та сприяє інтенсивнішому диспергуванню розплаву з електродних дротів, що забезпечує зменшення розміру краплин з яких формується покриття.

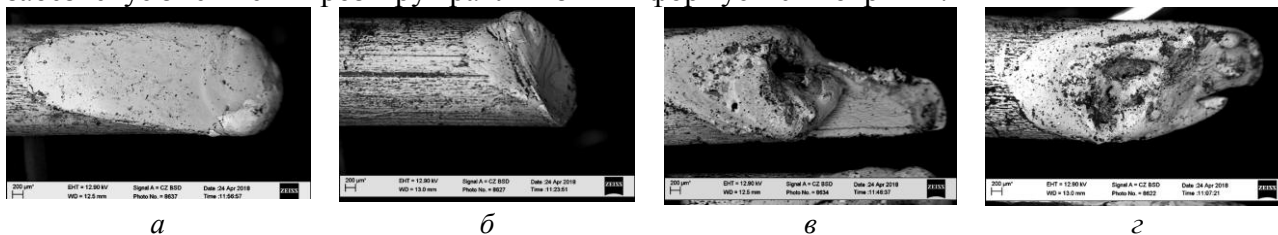
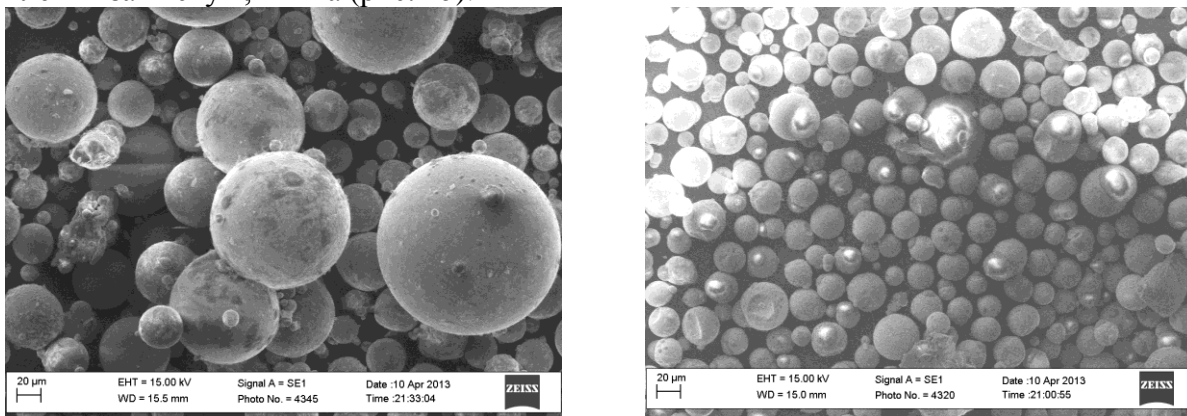


Рисунок 4 – Вид торців порошкового дроту У8 та ПД Х18Р3С2 після напилення за різних тисків повітряного струменю: а – У8 (1,2 МПа); б – У8 (0,6 МПа); в – 90Х17Р3ГC (1,2МПа); з – 90Х17Р3ГC (0,6МПа)

Так за тиску повітря 0,6 МПа формуються краплини розміром від 30 до 100 мкм, (рис. 5 а), а за тиску повітря 1,2 МПа – 10...30 мкм і менше (рис. 5б) Металографічними

дослідженнями підтверджено результати фракційного розподілу краплин отриманих при напилення за тиску 1,2 МПа (рис. 2б).



a

б

Рисунок 5 – Розмір та форма краплин отриманих із ПД 90X17P3ГС за різного тиску повітряного струменю: *a* – 0,6 МПа; *б* – 1,2 МПа

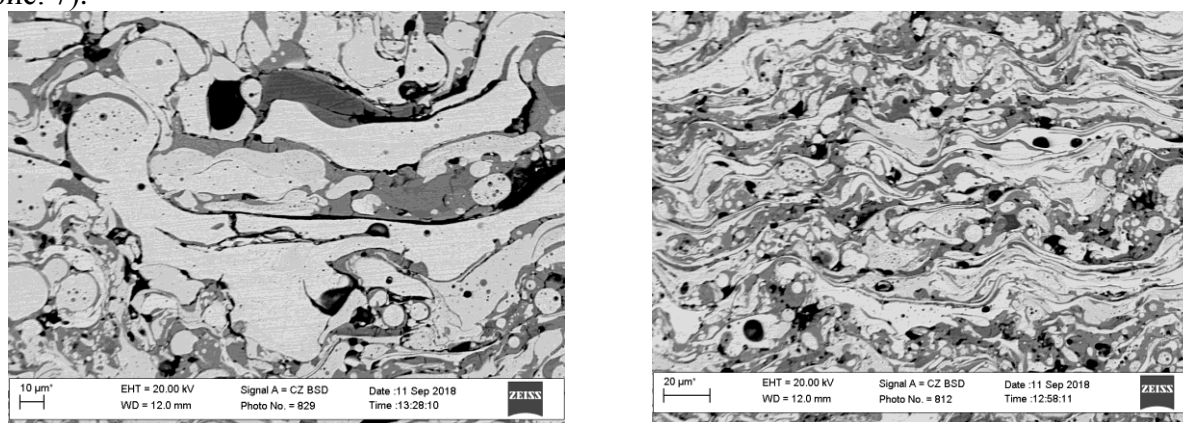
На поверхні диспергованих краплин формуються оксидні плівки різного складу. Зменшення розмірів краплин, забезпечує зростання площі їх контактної взаємодії з повітряним середовищем як наслідок часткове або повне їх окиснення, що збільшує кількість оксидів і формування композиційної структури покриття (рис.5).

За тиску розпилення 0,6 МПа вміст оксидів у покритті зростає у 1,7 рази. Так вміст кисню у структурі покриття із дроту У8 за тиску 0,6 МПа становить 7 мас.%, а за тиску –1,2 МПа становить 12 мас % (табл. 1). Вміст кисню у покритті із ПД90X17P3ГС із підвищенням тиску не зростає. Це зумовлено наявністю у покритті кремнію та бору які сильно сповільнюють окиснення розплавлених краплин як за тиску 0,6МПа так із тиску 1,2 МПа.

Таблиця 1 – Вплив тиску повітряного струменю на кількість кисню у покриттях

Електродні дроти	Тиск повітряного струменю, МПа	
	0,6	1,2
	Вміст кисню у покритті, % мас / % ат	
У8	7,2/17,8	12,3/29,6
ПД90X17P3ГС	4,5/11,5	4,3/10,6

Як правило оксидна фаза (включення темного кольору) розташовується між ламелями покриття (рис. 6), хоча в деяких випадках формується оксидними ламелями із повністю окиснення краплин. У покриттях із 90X17P3ГС утворюється суттєво менше оксидних фаз (рис. 7).



a

б

Рисунок 6 – Структура покриття із У8 напиленого за різного тиску повітряного струменю: *a* – 0,6 МПа; *б* – 1,2 МПа

Із збільшенням тиску повітряного струменю кількість кисню у покриттях незначно зменшується. Товщина міжламелярних оксидних плівок у покритті за тиску розпилення 1,2

МПа становить 1...3 мкм (рис. 7) в той же час товщина оксидних плівок за тиску 0,6 МПа може досягати 20 мкм.

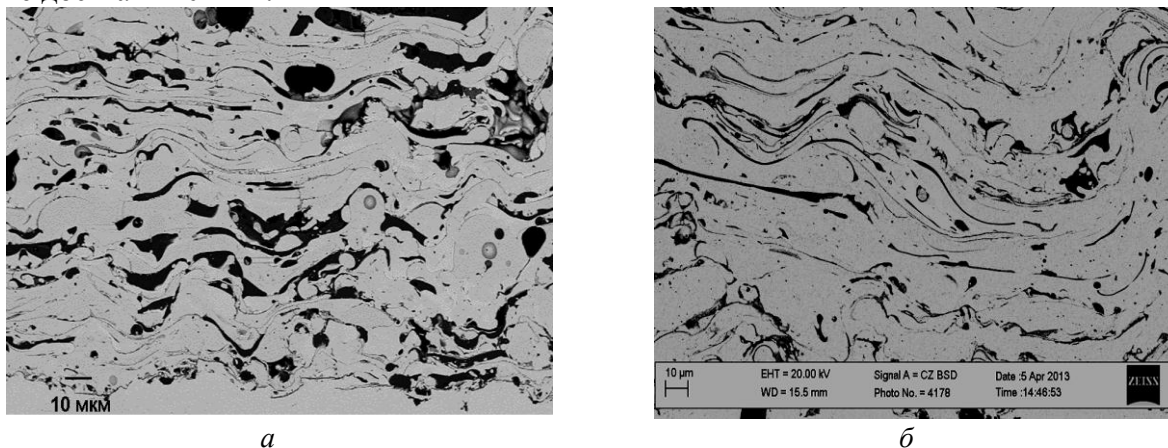


Рисунок 7 – Структура покриття із 90X17P3ГС напиленого за різного тиску повітряного струменю: а – 0,6 МПа; б – 1,2 МПа.

Мікротвердість оксидних включень заліза – магнетиту, вюститу та гематиту в покритті напиленого з нелегованого сталюого дроту знаходиться в межах 700-800 HV. Це забезпечує мікротвердість покриття із У8 на рівні 350-400 HV за тиску 0,6 МПа.

Напилення цього ж покриття за тиску 1,2 МПа сприяє зменшенню розміру ламелей та оксидів, а об'ємний вміст їх зростає, що забезпечує підвищення мікротвердості на рівні 450...500 HV. Мікротвердість покриттів із 90X17P3ГС зростає від 800 до 910 HV.

Висновки

1. Встановлено, що збільшення тиску повітряного струменю від 0,6 до 1,2 МПа забезпечує зростання швидкості повітряного струменю від 300 до 600 м/с, а швидкість диспергованих краплин від 120 до 220 м/с.
2. Підвищення тиску повітряного струменю від 0,6 до 1,2 МПа зумовлює зменшення товщини ламелей покриття, формування більшої кількості оксидної фази у покритті, при цьому зростає твердість покриття.

Список літератури

1. Wielage B. Iron-based coatings arc-sprayed with cored wires for applications at elevated temperatures / Wielage B., Pokhmurska H., Student M., Gvozdeckii V., Stupnytskyi, Pokhmurskii V. // Surface and coating technology 2013, №220, 27–35.
2. Abrasive Wear Resistance and Tribological Characteristics of Electrometallized Composite Coatings / Student, M.M., Markovych, S.I., Hvozdet'skyi, V.M., Kalakhan, O.S., Yuskiv, V.M. // Materials Science, 2022, 58(1), pp. 96–104
3. Pokhmurskyi V. I. Arc-sprayed iron-based coatings for erosion-corrosion protection of boiler tubes at elevated temperatures / Pokhmurskyi V. I., Student M.M., Pokhmurska H.V., Student O.Z, Hvozdecky V.M., Stupnytskyi T.R. // Journal of Thermal Spray Technology, – 2013, – vol:22.
4. Optimization of the Chromium Content of Powder Wires of the Fe–Cr–C and Fe–Cr–B Systems According to the Corrosion Resistance of Electric-Arc Coatings / Stupnyts'kyi, T.R., Student, M.M., Pokhmurs'ka, H.V., Hvozdet's'kyi, V.M Materials Science // September 2016, Volume 52, Issue 2, pp 165–172
5. Mechanical Properties of Arc Coatings Sprayed with Cored Wires with Different Charge Compositions / Student, M., Hvozdet'skyi, V., Stupnytskyi, T., Oleksandra Student, Pavlo Maruschak, Prentkovskis, O., Skačkauskas, P. // Coatings, 2022, 12(7), 925
6. Abrasive Wear Resistance and Tribological Characteristics of Electrometallized Composite Coatings / Student, M.M., Markovych, S.I., Hvozdet'skyi, V.M., Kalakhan, O.S., Yuskiv, V.M. // Materials Science, 2022, 58(1), pp. 96–104.

УДК 631.3-1/-9

ОЦІНКА ВПЛИВУ ФОРМИ ВПУСКНОГО КОЛЕКТОРА НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЗОБАЛОННОЇ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

С. І. Маркович, доц., канд. техн. наук;
В.С. Маркович, магістрант;
Д.С. Мазур, магістрант;
Д.В. Капуста, магістрант.

Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Постановка проблеми. В умовах зменшення вартості газового палива в порівнянні з дизельним виглядає доцільним переведення автомобілів на газодизельний цикл, що забезпечує зниження витрат на виробництво продукції. Крім того, за рахунок зменшення викидів в атмосферу шкідливих речовин двигуном внутрішнього згорання під час роботи на природному газі значною мірою знижується екологічна шкода. Разом з тим виникає проблема згорання палива в газодизельній системі живлення через відмінності в температурі запалення сумішей та проблемами в дозуванні палива [1-5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Літературні джерела засвідчують, що для загорання дизельного палива в залежності від тиску достатньо температури самозагорання від 340 до 205°C, то для метану цей показник підвищується від 650 до 470°C [3-6]. В таких складних умовах самозагорання газодизельної суміші виникають проблеми теплостійкості в першу чергу алюмінієвих деталей двигуна. Дослідження головок блоку показали, що короблення площини роз'єму головок блоку двигунів, що працювали в газодизельному режимі на 33% вище ніж короблення головок блоку двигунів, що працювали на дизелі. Відповідно збільшився: знос отворів направляючих втулок клапанів на 38 % вище, знос впускних сідел клапанів на 45 % та знос стрижнів клапанів на 42 %. Крім того визначено, що в процесі експлуатації спостерігались випадки прогорання прокладки головок блоку двигунів. Ці проблеми відрізнялись в залежності від рівня покоління газодизельного обладнання [4-8].

Постановка завдання. Мета дослідження: встановити вплив форми впускного колектора на дозування палива газодизельного двигуна з розробкою конструкції колектора.

Виклад основного матеріалу. Провівши дослідження рухомого складу автомобілів КАТІ «Агробудавтосервіс» встановлено, що парк газодизельних автомобілів оснащено обладнанням різних поколінь, разом з тим спостерігається тенденція до загальних проблем паливоподачі. При цьому колектори газобалонної системи живлення зустрічаються як стандартні, так і виготовленні самостійно, на основі стандартних аналогів, для здешевлення переведення автомобілів на газодизельну систему живлення.

Здебільшого застосовувався, або ж слугував прототипом стаціонарний газовий колектор, що поставляється в комплекті системи і є прообразом системи Common Rail (CR). Тому для оцінки характеру руху газового потоку через колектор типу Common Rail було проведено його функціонально-кількісну оцінку в процесі функціонування дизельного двигуна, котра ґрунтується на двох законах газової динаміки: законі збереження енергії та законі збереження маси. При цьому об'єм газового колектора розподіляється шляхом перерізу на складові елементарні об'єми січними площинами, перпендикулярними до осі циліндра каналу.

На основі розрахунків отримана поциліндрова динаміка витрати газоподібного палива на впуску для кожного півтакту з застосуванням програми Mathcad. Згідно розрахунків визначено, що в разі використання штатного колектора має місце нерівномірність подачі

газоподібного палива, яка досягає 73 % від максимальної величини витрати газу через випускний патрубок колектора.

Також видно, що під час подачі газу через патрубки, які розташовані на різній відстані від впускного патрубка колектора, витрата зменшується зі збільшенням цієї відстані.

Тому було розроблено впускний колектор, котрий би забезпечував рівну відстань від джерела подачі газу до зони розпилення палива газовими форсунками. Розроблений впускний колектор являв собою циліндричну ємність з симетрично розміщеними патрубками для подачі газу.

Пристрій кріпився в центральній частині двигуна, при цьому рівна довжина патрубків забезпечувала рівномірну подачу газового палива до розпилюючих форсунок газодизельного двигуна.

Експлуатаційними дослідженнями встановлено, що застосування розробленого газового колектора дало змогу знизити нерівномірність подачі газоподібного палива дизельного двигуна, що працює за газодизельним циклом, у 1,5-2 рази. При цьому витрата газоподібного палива знизилася порівняно із системою з розподіленою подачею газу за використання штатного колектора на 16 %.

Висновки

1. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено новий газовий колектор для дизелів, що працюють за газодизельним циклом.

2. Запропоновано математичну модель динаміки руху потоку газу через газовий колектор, що дає змогу визначити витрату газоподібного палива на кожний циліндр під час роботи двигуна в газодизельному циклі.

3. Розроблено, виготовлено та випробувано новий газовий колектор, який відрізняється тим, що вихідні патрубки розташовані в однаковій площині, перпендикулярній до осі циліндричного корпусу, на одній відстані від вхідного патрубка, розташованого співвісно з циліндричним корпусом. Використання такого колектора дає змогу знизити нерівномірність подачі газоподібного палива дизельного двигуна, що працює за газодизельним циклом, у 1,5-2 рази, водночас знизити його витрату на 16 %.

Список літератури

1. Мигаль В.Д. Техническая диагностика автомобильных двигателей. Том 3. Практические основы диагностирования. Харьков: Майдан, 2014. 443 с.
2. Маркович С. І. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / С. І. Маркович, О. В. Бевз ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2022. - 334 с.
3. Холод І.М. Удосконалення системи живлення газодизельного двигуна/ І. М. Холод, А. П. Холод, П. П. Степанов// Праці Таврійської державної агротехнічної академії; Таврійська державна агротехнічна академія; Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь 2006. – Вип. 37. – с. 146 – 156.
4. Ковбасенко С.В. Розробка та дослідження мікропроцесорної системи живлення дизеля, що працює за газодизельним циклом / С.В. Ковбасенко, В.Г. Петренко, А.В. Голик, Соломаха А.С., Устименко Є.В. // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К., ТНУ 2018. – Том 29 (68) № 1.
5. М.О. Дикий, В.Г. Петренко, А.С. Соломаха, В.В. Рябов, Є.В. Устименко Газодизельна система живлення автомобільного двигуна з мікропроцесорним керуванням // Наукові нотатки (Міжвузівський збірник). – 2011. – Випуск 31. – с.120-123
6. Дикий М.О., Петренко В.Г., Коваленко О.О. Газодизельна система живлення автомобільних і тракторних двигунів ГД-КПП // Вісник Національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 1. – К.: НТУ, 2009. – Випуск 19. С. 130-135.
7. Поляков А.П., Маріянюк Б.С. Дослідження впливу на показники газодизеля вдосконалення системи живлення застосуванням газовипускного пристрою // Наукові праці ВНТУ. – 2014. -№2
8. Дикий М.О., Петренко В.Г. Яковенко М.І. Переобладнання транспортних засобів та сільськогосподарської техніки з двигунами ЯМЗ для роботи за газодизельним циклом // Шостий міжнародний бізнес форум та виставка «Світ стиснених і зріджених газів-2006» (24 – 26 травня 2006 р. м. Київ, Офіційний каталог К.: ГАУ, 2006. С.8-10.

УДК 539.319

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ТИТАНОВОГО СПЛАВУ VT1-0 3 МОДИФІКОВАНОЮ ПОВЕРХНЕЮ В УМОВАХ АБРАЗИВНОГО ВПЛИВ.

А. В. Рутковський, *ст. наук. співр., канд. техн. наук;*
Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України, м. Київ, Україна
С. І. Маркович, *доц., канд. техн. наук;*
С.О. Магопець, *доц., канд. техн. наук,*
В.С. Маркович, *магістрант,*
Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

Постановка проблеми. Витрати відновлення деталей машин у результаті зносу величезні і щорічно збільшуються. На симпозіумі, проведеному США щодо зниження зносу у техніці, загальна думка звелася до того, що управління зношуванням є центральною ланкою у вирішенні таких національних проблем, як економія енергії, скорочення витрат матеріалів, забезпечення надійності та безпеки механічних систем [1]. Проблема зносостійкості є актуальною і для України, і насамперед у зв'язку зі значним зносом обладнання та техніки, відсутністю коштів на його відновлення та реконструкцію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Азотування значно підвищує зносостійкість металів і сплавів [2-3]. Основними споживачами технології вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі є автомобільні, тракторні, авіаційні, суднобудівні та судноремонтні, машино- та верстатобудівні заводи, заводи з виробництва сільськогосподарської техніки, насосного та компресорного обладнання, шестерень, підшипників, алюмінієвих профілів, енергетичних установок та ін. [3]. Наявність азоту в поверхневому шарі підвищує антифрикційні властивості пари тертя і перешкоджає схоплюванню при терті [4,5]. Застосування комбінованих методів азотування для формування зносостійких покриттів на титанових сплавах [6] збільшує зону внутрішнього азотування і не дозволяє значно збільшити товщину нітридної зони і як наслідок, значно збільшити зносостійкість пари тертя, зокрема зносостійкість в абразивному середовищі та при сухому терті. В середовищі мастила висока твердість не є критерієм високої зносостійкості пари тертя. В цих умовах тертя необхідне оптимальне співставлення між твердістю і пластичністю азотованого шару.

Найважливішою метою азотування являється підвищення зносостійкості деталей [6-8]. Азотування забезпечує високу зносостійкість при абразивному зношуванні титанових сплавів. Зносостійкість зони внутрішнього азотування є значно меншою в порівнянні з нітридною зоною [7].

При дифузійному насиченні поверхні титанових сплавів азотом у тліючому розряді утворюються тверді розчини втілення, адже атомний радіус азоту складає 0,071 нм, що є приблизно у два рази менше, ніж у атомів титану [8]. Особливістю зміцнення при утворенні розчинів втілення є висока рухливість міжвузловин при порівняно низьких температурах. Взаємодія пружних полів, пов'язана з між вузловими атомами, дислокаціями, іншими дефектами кристалічної будови, призводить до направленої міграції міжвузловин та захвату домішок дефектами будови. Це сприяє гальмуванню дислокацій та зміцненню матеріалу. [9]

Як відомо, найбільшу небезпеку з точки зору забезпечення високого рівня зносостійкості титанових сплавів являють собою залишкові напруження розтягу. Вони сприяють розвитку при поверхневих тріщин, проникненню молекул зовнішнього середовища у витоки мікротріщин та прискорюють дифузію атомів домішків. У випадку дифузійного насичення поверхні азотом у тліючому розряді, упродовженій у матрицю атом азоту розсуває сусідні атоми, створюючи залишкові напруження стиску [7-9]. Ці напруження ефективно зберігають поверхню від руйнування напруженнями розтягу, які виникають при

терті у задній області плям фактичного контакту та порівнюються за рівнем із характеристиками міцності матеріалів.

Обробка вакуумним іонним азотуванням в імпульсному режимі значно впливає на хімічні та адгезійні властивості поверхні зміцнених титанових сплавів. Утворення хімічних сполук у титанових сплавах за рахунок впровадження азоту або підвищення межі його концентрації змінює швидкість хімічних реакцій та кінетику зростання оксидних плівок, підвищує їх зчеплення з основою. Це призводить до зменшення інтенсивності утворення адгезійних вузлів схоплювання та сприяє покращенню трибологічних характеристик титанових сплавів [8-10].

Постановка завдання. Провести дослідження титанового сплаву зі зміцненим азотованим шаром для отримання експериментальних результатів щодо визначення закономірності впливу параметрів дифузійного насичення на мікротвердість. Визначити характеристики поверхневого шару, визначити закономірності їх формування для встановлення можливості керування ними внаслідок зміни параметрів технологічного процесу.

Виклад основного матеріалу. Для формування дифузійних шарів на поверхневому шарі титанових зразків використовувалася установка для вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі ВПА-1. Технологічні параметри вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі: температура – 550°C, тиск – 25-150 Па, час обробки – 10 годин, співвідношення реакційних газів – 80% Ar + 20% N₂. Для експериментальних досліджень використовували зразки із титанового сплаву VT1-0 з розмірами 30x30 мм та товщиною 5 мм. Зміцнення поверхонь зразків відбувалося рівномірно по всьому периметру, що забезпечує рівномірну товщину дифузійного шару.

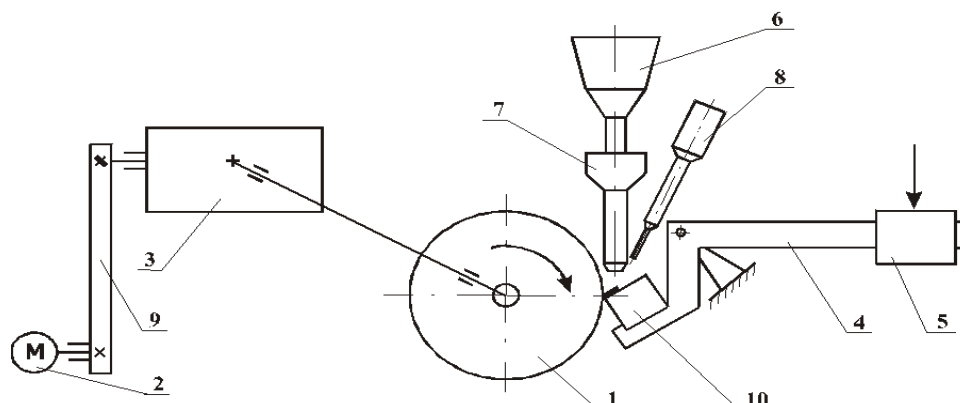
Дослідження зносостійкості зміцнених поверхневих шарів проводяться в три етапи: лабораторні, стендові і натурні (експлуатаційні дослідження) декілька методами з метою отримання достовірних результатів.

Аналіз умов експлуатації третьових поверхонь більшості ЕК дозволив використовувати для стендових досліджень установку по схемі зношування вільним абразивом (метод Брінеля). Випробування на зношування проводили на експериментальній установці відповідно до ГОСТ 23.208-79 (рис. 1). Процес тертя моделювався у присутності вільного не жорстко закріпленого абразиву, що збігається з американським стандартом ASTM C 6568.

Експеримент проводили при швидкості ковзання 0,158 м/с, навантаженні 20 кг (при плечі 272 мм) та шляху тертя 50 м. В якості еталону використовувалась сталь 45, загартована до твердості 480-500 НВ. Тілом для зношування служив диск із титанового сплаву VT1-0 діаметром 100 мм і товщиною 3,5 мм. Після кожного циклу іспитів проводилась заміна диска. Для кожного зразка виконувались 3-кратні іспити.

В якості абразива використовувався кварцевий пісок (SiO₂) зернистістю 200...250 мкм. Перед випробуванням абразив просували (вологість не перевищувала 0,16%). Навантаження на зразок складало 150 Н, час одного іспиту 300 с. Витрати абразиву – $15-17 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$.

В установці частки абразиву, захоплювані диском який обертається, витирають лунку на кожній кромці зразка, який притискається з певним зусиллям до циліндричної поверхні диска (рис. 4.1). Диск (1) встановлений на горизонтальній вісі і приводиться в обертання від електродвигуна (2) через редуктор (3). Редуктор (3) з'єднаний з електродвигуном (2) при допомозі пасової передачі (9). Диск виготовлений із титанового сплаву VT1-0. Швидкість обертання диску ($0,37 \text{ сек}^{-1}$) вибиралась із умови усунення підвищеного нагрівання при терті. Зразок (10) кріпиться на площадці Г-подібного важеля (4) і притискається до диска (1) з зусиллям, яке створюється тягарем (5), який може переміщатися по важелю (4). Абразив поступає із бункера (6) в лійку (7), а звідти до поверхні тертя.



1 – диск; 2 – електродвигун; 3 – редуктор; 4 – важіль; 5 – тягар; 6 – бункер; 7 – лійка; 8 – посудина; 9 – пасова передача; 10 – зразок

Рисунок 1 – Схема установки для стендових досліджень зміцнених зразків із титанових сплавів

Для всіх модельних систем спільним являється те, що зношування визначається через визначений час шляхом зважування. В результаті визначається швидкість зношування, яка є типовою для вибраної пари при заданих умовах. Зношування заміряли ваговим методом на аналітичних вагах АДВ - 200 з точністю до 0,0001 р. До і після випробувань зразки промивали в етиловому спирті, просушували і зважували.

Для порівняння на зносостійкість використовувалися зразки з титанового сплаву VT1-0 до і після азотування. Як середовище використовували: 1 - кварцовий пісок, 2 - вода + пісок, 3 - волога сіль + пісок. Додатково дослідження проводилися в середовищі: вода + кварцовий пісок, волога сіль + кварцовий пісок. Зернистість кварцового піску та умови проведення експериментальних досліджень відповідали попереднім.

Розмір ΔV (кг) визначалася як різниця в масі зразка до і після випробувань. Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 2.



Таким чином, вакуумне іонне азотування в імпульсному режимі забезпечує високу зносостійкість при абразивному зношуванні титанових сплавів, при цьому високу зносостійкість мають шари оброблені термоциклічним режимом азотування, а найбільшу інтенсивність зношування у титанового сплаву без азотування.

На підставі проведених експериментальних досліджень встановлено, що основними механізмами підвищення зносостійкості титанових сплавів внаслідок застосування процесу дифузійного насичення поверхні азотом при вакуумним іонним азотуванням в імпульсному режимі є: зміцнення поверхневих шарів; створення сприятливої схеми залишкових напружень; зміна закономірностей деформування поверхневих шарів; зміна хімічних та адгезійних властивостей поверхні; перенесення дифундуючих атомів азоту у глибину матриці під час тертя внаслідок ефекту “трибодиффузії”.

Відносно невелика глибина проникнення іонів азоту не може розглядатися як фактор, що обмежує можливості цього різновиду обробки щодо підвищення зносостійкості, адже реалізація таких перспективних режимів тертя, як вибіркоче перенесення або ефект аномально низького тертя, пов'язана із модифікуванням поверхневих шарів субмікронної товщини. До того ж, експериментально встановлено, що підвищену зносостійкість можуть мати шари, товщина яких у декілька разів перевищує іонноазотовану область.

Зміцнення поверхневих шарів титанових сплавів відбувається за наступними можливими механізмами, вклад яких залежить від різних факторів (температури титанового сплаву, параметрів процесу вакуумного іонного азотування в імпульсному режимі, тощо):

деформаційне зміцнення при пластичній зміні форми іонноазотованого шару;

зміцнення за рахунок утворення твердих розчинів, які утворюють енергетичний бар'єр та утруднюють переміщення дислокацій;

утворення структур зі зміцнюючими фазами (нітридів, карбонітридів, тощо), що викликають дисперсійне твердіння;

блокування дислокацій за рахунок спотворення кристалічної ґратки, обумовлене об'ємною невідповідністю впроваджених атомів та появою виділень та пор;

гальмування дислокацій упровадженими елементами (атомами, комплексами) та радіаційними ефектами;

зменшення розмірів зерен, що призводить до збільшення площі міжзеренних границь та перешкоджає руху дислокацій.

Висновки

1. Максимальна інтенсивність зношування титанового сплаву VT1-0 без зміцнення;
2. Вплив термоциклічного азотування підвищує зносостійкість сплаву VT1-0: у піску – 3 рази; у воді + пісок – 3,5 рази; у солі + пісок – 2,5 рази;
3. Вплив ізотермічного азотування підвищує зносостійкість сплаву VT1-0: у піску – 4 рази; у воді + пісок – 3,5 рази; у солі + пісок – 2,5 рази.

Список літератури

1. Nazmy M., Staubli M. Alloy modification of γ TiAl for improved mechanical properties (Поліпшення механічних властивостей сплаву γ TiAl шляхом модифікації). *Scr. met. Et mater.* 1994. 31, №7. P. 829-833.
2. Гогаєв К.О., Радченко О.К. Деформування титанових сплавів прокатуванням. *Металознавство та обробка металів.* 2001. №4. С. 25–29.
3. Федорак Р.М. Дифузійне залізнення та цементация титану. *Металознавство та обробка металів.* 1998. №4. С. 52–55.
4. Шалапко Ю.І., Гончаров В.В. Підвищення антифрикційних властивостей титанового сплаву OT4 при лазерному опромінуванні поверхні. *Вісн. Технол.ун-ту Поділля.* 1999. № 6. С. 177–178.
5. Gungarra I. Effect of aluminizing on the oxidation of the titanium alloy, IMI 834 (Влияние алюминирования на окисление титанового сплава IMI 834). *Oxid. Metals.* 2001. 56, №1-2. P. 73-87.
6. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В., Мирненко В.И. Поверхностное упрочнение титановых сплавов для перспективных разработок. *Артиллерийское и стрелковое вооружение.* 2004. №2. С. 50–53.
7. Yue T.M., Cheung T.M., Man H.C. The effects of laser surface treatment on the corrosion properties of Ti-6Al-4V alloy in Hank's solution. *J. Mater. Sci. Lett.* 2000. 19, №3. P. 205–208.
8. Федірко В., Яськів О., Притула А. Азотування і борування титанових сплавів - перспективи комбінованого оброблення. *Машинознавство.* 2003. №4. С. 23–26.
9. Ляшенко Б.А., Рутковский А.В. О достоинствах технологии вакуумного азотирования. *Оборудование и инструмент для профессионалов.* 2005. №12. С. 20-21.,
10. Рутковский А. В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Аналіз напружено-деформованого стану іонноазотованих зразків із покриттям в умовах ізотермічної та термоциклічної повзучості. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск 6(37) Частина I. Кропивницький, 2022.* С. 3-9.
11. Рутковский А.В., Маркович С.І., Михайлюта С.С. Теплостійкість іонноазотованих алюмінієвих сплавів при ізотермічному та термоциклічному впливі. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск 3(34), Кропивницький, 2020.* С. 72-81.

НАУКОВО-ІНФОРМАЦІЙНЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**"Інноваційні технології розвитку та ефективності
функціонування автомобільного транспорту"**
(22-24 листопада 2023 року)

Відповідальні за випуск:

С.В. Лисенко – к.т.н., доцент кафедри експлуатації і ремонту машин

А.В. Гриньків – к.т.н., старший дослідник кафедри експлуатації і ремонту машин.

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

Дизайн і верстка – Надич Т.М. і Тищенко С.Ю., аспіранти кафедри експлуатації і ремонту машин

Телефон:

(0522) 390-473

e-mail:

AulinVV@gmail.com

Контактні особи

Аулін В.В. (095) 055 74 11

Лисенко С.В. (066) 772 76 45

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

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