

**Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний технологічний університет
Технічний університет ім. Георгія Асакі, м. Ясси, Румунія
Університет Лінчопінга, Швеція
Департамент енергетики, транспорту та зв'язку Вінницької міської ради**

МАТЕРІАЛИ

**VIII-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**“ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ”**

14-15 квітня 2020

MATERIALS

**OF VIII-th INTERNATIONAL SCIENTIFIC PRACTICAL
INTERNET-CONFERENCE**

“PROBLEMS AND PROSPECTS OF AUTOMOBILE TRANSPORT”

ВНТУ, Вінниця, 2020

УДК 629.3

Відповідальні за випуск **В. В. Біліченко, В. А. Кашканов**

Рецензенти: **Поляков А. П.**, доктор технічних наук, професор
Анісімов В. Ф., доктор технічних наук, професор

Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2020. – 320 с.

Збірник містить Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції за такими основними напрямками: проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту та транспортних засобів; сучасні технології на автомобільному транспорті; транспортні системи, логістика, організація і безпека руху; сучасні технології організації та управління на транспорті; системотехніка і діагностика транспортних машин; стратегії, зміст та нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту.

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

УДК 629.3

ЗМІСТ (CONTENTS)

<u><i>Аргун Ш. В., Гнатов А. В., Гнатова Г. А.</i> Альтернативні джерела генерації електричної енергії для транспорту і його інфраструктури</u>	6
<u><i>Атаманюк Г. В., Горбачов П. Ф.</i> Аналіз умов застосування пішохідних переходів та визначення затримок учасників руху поза зоною впливу перехрестя</u>	8
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Кернус Р. О., Мосузенко Ю. А.</i> Підвищення ефективності доставки вантажів у міжнародному сполученні</u>	13
<u><i>Аулін В. В., Великодний Д. О., Тирса Я. В., Кабак В. Д.</i> Оцінка ефективності функціонування міського пасажирського транспорту з урахуванням вибору маршруту пасажиром</u>	15
<u><i>Аулін В. В., Голуб Д. В., Біліченко В. В., Замуренко А. С.</i> Принципи самоорганізації автомобільних транспортних систем</u>	17
<u><i>Аулін В. В., Гриньків А. В., Головатий А. О.</i> Системна концепція аналізу автотранспортної техніки та зміни її технічного стану підчас експлуатації</u>	20
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 1</u>	23
<u><i>Балицький О. І., Колесніков В. О., Іщенко Б. М.</i> Передумови створення водневої інфраструктури для транспортної галузі. Частина 2</u>	31
<u><i>Бережна Н. Г., Волкова Т. В., Кутья О. В.</i> Щодо обсягів перевезення пасажирів, тенденції їх зміни і прогнозування</u>	46
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Антонюк В. Г.</i> Аналіз впливу конструктивних варіантів розпилювачів дизельних форсунок на забезпечення процесу розпилювання палива</u>	51
<u><i>Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Бережнов Б. П.</i> Зміна характеристик оливи в процесі експлуатації дизельних двигунів та методи їх поліпшення</u>	54
<u><i>Біліченко В. В., Пелипенко В. Л.</i> Підвищення ефективності гальмівних систем автомобілів</u>	57
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Базиль А. Ю., Коваль Р. В.</i> Визначення якості пасажирських перевезень</u>	60
<u><i>Біліченко В. В., Цимбал С. В., Цимбал О. В.</i> Методики визначення потреби в рухомому складі</u>	64
<u><i>Буренніков Ю. Ю.</i> Застосування системи електронного навчання e-learning в підвищенні кваліфікації працівників підприємств автомобільного сервісу</u>	68
<u><i>Бурлака С. А.</i> Робота двигуна Д-240 при використанні біопалива обробленого ультразвуком</u>	71
<u><i>Войтків С. В.</i> Аналіз компоновальних схем електромобілів малої вантажопідйомності</u>	75
<u><i>Войтків С. В.</i> Визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності на стадії ескізного проектування</u>	84
<u><i>Войтків С. В.</i> Типи і класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності</u>	91
<u><i>Володарец Н. В.</i> Использование средств нейросетевого аппарата для информационной поддержки и управления условиями эксплуатации транспортных средств</u>	97
<u><i>Ву Д. М., Горбачёв П. Ф., Колий А. С., Свичинский С. В.</i> Подход к распределению городских транспортных потоков на основе параметров светофорных циклов</u>	98
<u><i>Галушак О. О., Галушак Д. О., Антонюк В. Г.</i> Аналіз способів усунення дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ</u>	103
<u><i>Гальона І. І.</i> Вибір автомобілів малої вантажопідйомності з урахуванням зміни їх конструктивних параметрів</u>	106

<u>Горяинов А. Н. Возможности реализации стандартов образования транспортной и логистической направленности (образовательная программа, учебный план)</u>	108
<u>Грицук І. В., Погорлецький Д. С., Симоненко Р. В. Особливості формування системи теплової підготовки двохпаливних транспортних засобів, працюючих на рідкому нафтовому паливі і зрідженому нафтовому газі</u>	112
<u>Захарчук В. І., Захарчук О. В., Школярчук В. О. Покращення показників двигуна під час його роботи на альтернативному паливі</u>	116
<u>Зыбцев Ю. В. Изменение конфигурации кривой крутящего момента ДВС при разгоне автомобиля</u>	119
<u>Кашканов В. А., Сульжук А. А. Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів</u>	121
<u>Коваленко Р. І. Аналіз шляхів підвищення прохідності сучасних пожежних автоцистерн</u>	126
<u>Колесников В. А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной и энергомашиностроительных отраслей. Часть 2</u>	131
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 1. Легкові водневі автомобілі</u>	144
<u>Колесніков В. О. Водневі технології. Частина 2. Вантажні водневі автомобілі</u>	158
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 1. Деякі поради щодо застосування</u>	166
<u>Колесніков В. О., Шуліка С. О., Гаврилюк М. Р. Мазильні матеріали для транспортної галузі та енергомашинобудування. Частина 2. Приклади випробувань</u>	179
<u>Колеснікова Є. Б., Колесніков В. О. Технологічні тенденції та дизайн в автомобілебудуванні</u>	190
<u>Кравченко О. П., Титаренко В. Є., Шумляківський В. П., Барабаш С. С. Оцінка безпечності автомобільної дороги міста за станом протиаварійних засобів</u>	204
<u>Кривошапов С. И. Оценка точности определения расхода топлива в процессе стендовых испытаний автомобилей на стенде с беговыми барабанами</u>	210
<u>Кузель В. П., Буда А. Г., Нікіфоров Н. С. Перспективи вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля</u>	213
<u>Кукурудзяк Ю. Ю., Манджула Р. А. Діагностування системи подачі бензину порівнянням електричного та віброакустичного сигналів</u>	216
<u>Лаврентьева О. О., Великодний Д. О., Токовило А. Д. Методика використання середовища Flexsim у професійному навчанні студентів автотранспортного профілю</u>	218
<u>Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Яцечко С. Р. Розробка стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами</u>	220
<u>Лук'янченко О. Ю. Концептуальні підходи в проектах створення автомобілів оперативних служб</u>	222
<u>Макаров В. А., Макарова Т. В. Аспекти підходу до підготовки спеціаліста в галузі транспорту</u>	226
<u>Маренич А. С., Ефименко А. Н. Аналіз функціональних можливостей Matlab с расширением Simulink при исследовании движения автомобиля</u>	228
<u>Москаленко О. В., Кашканова А. А., Кашканов А. А. Аналіз чинників, що визначають технічний стан кузовів легкових автомобілів та впливають на безпеку руху</u>	231
<u>Мошноріз М. М., Постернак В. А. Інтелектуальна система пропуску автомобільного транспорту на територію підприємства</u>	237
<u>Музильов Д. О., Карнаух М. В. Останні тенденції при формуванні ланцюгів постачання для доставки сільськогосподарських вантажів</u>	240
<u>Назаров О. І., Шпінда Є. М. Підвищення ефективності гальмування легкових автомобілів, обладнаних АБС, що експлуатуються</u>	242

<u>Павленко В. М., Кужель В. П., Галак К. С., Шалавінська К. О. Огляд існуючих стандартів і методик випробування фрикційних пар гальм з метою дослідження стійкості руху автомобілів при гальмуванні</u>	245
<u>Павленко О. В., Анощенков В. Д. Формування критерію вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я</u>	249
<u>Павленко О. В., Волкова Т. В., Конькова Ю. О. Підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств</u>	254
<u>Павленко О. В., Іванченко Д. Є. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективного функціонування складської системи підприємства</u>	259
<u>Павленко О. В., Шарий С. В. Результати експериментальних досліджень по вибору ефективної схеми доставки збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні</u>	263
<u>Подригало М. А., Подригало Н. М., Бобошко О. А., Коряк О. О. Вібростійкість моторно-трансмісійних установок з двигунами внутрішнього згоряння</u>	268
<u>Поляков А. П., Мірний С. І. Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу формування номенклатури та кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування вантажних автомобілів</u>	272
<u>Поляков А. П., Мороз Л. В. Аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів</u>	274
<u>Сакно О. П., Колеснікова Т. М., Олло В. П., Медведєв Є. П. Моделювання зміни технічного стану автотранспортних засобів з урахуванням використання прогресивних технологій обслуговування</u>	276
<u>Сауляк Л. В. Аналіз проблем розвитку логістики на автотранспорті</u>	283
<u>Сахно В. П., Шарай С. М., Поляков В. М., Дехтяренко Д. О. Засади кластеризації в процесах управління діяльністю підприємств транспортної галузі</u>	284
<u>Свершюк А. В. Застосування інтерактивних технологій при викладанні дисциплін, пов'язаних з галуззю автомобільного транспорту</u>	286
<u>Смирнов Є. В., Огневий В. О. Кооперація як стратегія розвитку виробничо-технічної бази на автомобільному транспорті</u>	292
<u>Сосик А. Ю., Щербина А. В., Дударенко О. В., Галайда Ю. Є. Система автоматичного керування кутів встановлення керованих коліс</u>	294
<u>Спірін А. В., Борисюк Д. В., Красовський С. В. Модель коливань коліс автомобіля ..</u>	297
<u>Терещенко О. П., Поляков А. П. Логістичні принципи постачання сировини та продукції</u>	300
<u>Худяков І. В., Грицук І. В., Матейчик В. П., Симоненко Р. В., Погорлецький Д. С., Черненко В. В., Манжелей В. С. Дистанційна ідентифікація режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів</u>	303
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Оцінка та розробка заходів по вирішенню проблеми експлуатації електромобілів в Україні</u>	309
<u>Цимбал С. В., Копитко М. С. Розробка заходів для забезпечення безперервної їзди по міській вулиці</u>	312
<u>Цимбал С. В., Окаевич О. М. Методи визначення конкурентоспроможності авто-сервісних підприємств</u>	315
<u>Цись О. О., Кучма О. І., Хлівний О. О. Аналіз можливостей застосування САД-системи Компас-3D у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю</u>	319

Аргун Щ. В., к.т.н., доц.; Гнатов А. В., д.т.н., проф.; Гнатова Г. А.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ГЕНЕРАЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ТРАНСПОРТУ І ЙОГО ІНФРАСТРУКТУРИ

Представлена метод створення об'єднаної системи альтернативних джерел електричної енергії в транспортній інфраструктурі і представлено основні кроки для його реалізації

Ефективність експлуатації міського пасажирського транспорту є показником розвитку суспільства. Відставання в цьому питанні, в першу чергу, позначається на жителях великих міст та мегаполісів. Загальне збільшення автомобілів на душу населення в усьому світі призвело до того, що в деяких містах вже введені обмеження щодо використання особистого транспорту громадян та гостей міста. Натомість впроваджують екологічно чистий громадський транспорт – автобуси на електричній тязі – електробуси (ЕБ).

Як відомо, сучасні ЕБ у якості накопичувача енергії можуть використовувати як гібридну силову установку, так і повністю електричну. Крім того, вони відрізняються типом тягового джерела енергії (тягові акумуляторні батареї різних типів, суперконденсатори). Тому експлуатація ЕБ неможлива без наявності зарядних станцій і точок підзарядки, які можуть встановлюватися на маршруті, на кінцевих зупинках та в депо.

Зі збільшенням кількості ЕБ можуть виникнути серйозні проблеми з непристосованістю сучасних електромереж до суттєвого збільшення потужності навантаження. Саме тому актуальною задачею є розробка енергогенеруючих пристроїв, об'єднання їх в єдину систему для зарядки або підзарядки ЕБ.

Крім того, альтернативні системи генерації електричної енергії (АСГЕЕ) дозволять автоматизувати обслуговування доріг (освітлення в темний час доби, світлофорів, підігрів зупинок тощо), вирішити проблему з електрозаправками, а значить і прискорить процес переходу від транспорту з ДВЗ до сучасних ТЗ на електричному приводі.

До АСГЕЕ, які можуть стати частиною транспортної інфраструктури, відносяться: сонячні електростанції; перетворювачі кінетичної енергії в електричну (енергогенеруючі платформи, доріжки та майданчики; вітрогенератори (за межами міста). Тому дуже важливо при плануванні нової транспортної інфраструктури врахувати необхідність установки електрозаправок не тільки в населених пунктах, а й на всіх трасах (від міжнародних до обласних). Ці заправки повинні живитися не тільки від загальної мережі, а і від АСГЕЕ, що суттєво зменшить витрати на утримання заправок, а згодом і почне приносити прибуток.

Що стосується вітрогенераторів, то їх краще встановлювати далеко від населених пунктів уздовж або над автострадами [1]. Завдяки різноманітності існуючих вітрогенераторів є можливість вибирати їх конструкцію і розміри в залежності від конкретних умов експлуатації. Завдяки цьому можна досягти найбільшої ефективності їх роботи. Але самі по собі альтернативні джерела енергії не настільки ефективні, як хотілося б. Важливо об'єднати їх в єдину замкнену систему [1].

У Харківському національному автомобільному-дорожньому університеті розроблено і запатентовано ряд пристроїв, впровадження яких дозволить зробити великий стрибок у розвитку транспортної інфраструктури України, ставши передумовою широкого використання ЕБ [2–5].

Крім того, розроблено метод створення об'єднаної системи АСГЕЕ в транспортній інфраструктурі [1]. На рис. 1 представлено елемент даної системи на прикладі однієї зупинки і прилеглої до неї транспортної інфраструктури, де 1 – енергогенеруюче дорожнє покриття; 2 – пристрої примусового зниження швидкості, що генерують ЕЕ; 3 – енергогенеруюча платформа; 4 – зарядна станція для ЕБ; 5 – сонячні панелі розташовані на зупинці і на зарядній

станції; 6 – блок суперконденсаторів; 7 – сонячні панелі на даху ЕБ; 8 – АСГЕЕ з лінійним електрогенератором та електричною машиною обертового типу з триступеневим мультиплікатором на борту ЕБ; 9 – тягова підстанція.

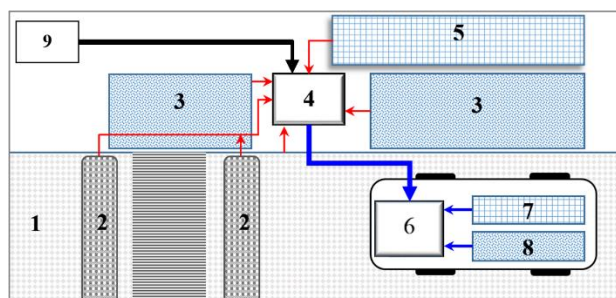


Рисунок 1 – Елемент об'єднаної системи АСГЕЕ для зарядки міських електробусів

Для успішного впровадження ЕБ необхідно послідовно виконувати наступні кроки: прийняття підзаконних актів, щодо підтримки і стимулювання розробки і впровадження енергоефективних технологій у транспортну інфраструктуру; розробка енергоефективного обладнання і технологій для електричного автотранспорту; розробка методичних вказівок і технічної документації; пошук постачальників сучасних матеріалів і виробників обладнання, згідно з технічною документацією; розробка програмного забезпечення для «інтелектуалізації» системи; підбір та навчання фахівців, які буду виконувати роботи з будівництва, монтажу та наладки; монтаж у відповідності до технічної документації; електричне підключення всіх складових системи; установка програмного забезпечення; налагодження роботи; експлуатаційний догляд і контроль за роботою.

Слід зазначити, що кожен з представлених пунктів вимагає глибокого аналізу і уточнень, тому планується далі проводити більш глибокі дослідження в цьому напрямку.

Висновки. Запропонований метод створення об'єднаної системи АСГЕЕ в транспортній інфраструктурі є важливим кроком осучаснення міського пасажирського транспорту, покращення екологічної ситуації, підвищення мобільності населення і зменшення аварійності на дорогах.

Список літературних джерел

1. Аргун Щ. В. Алгоритм підготовки транспортної інфраструктури до масштабного використання автодорожнього електротранспорту. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. 2016. Вип. 10. С. 12–18.
2. Багатофункціональні панелі дорожнього покриття: пат. 110807 Гнатова А. В., Аргун Щ. В., Гнатова Г. А., та ін.; опубл. 25.10.2016.
3. Спосіб перетворення сонячної та кінетичної енергії в електричну за допомогою дорожнього покриття.: Гнатова А., Аргун Щ., Гнатова Г., та ін.; опубл. 25.10.2016.
4. Пристрій генерування електричної енергії: пат. 106587 Гнатова А. В., Аргун Щ. В., Гнатова Г. А.; опубл. 25.04.2016.
5. Автоматична дорожня розмітка для керування рухом транспортних засобів: пат. 110808 Україна : E01C5/00, E01C17/00. № у 2016 03334 Україна. Гнатова А. В., Аргун Щ. В., Гнатова Г. А. та ін.; опубл. 25.10.2016.

Аргун Щасяна Валіковна – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: shasyana@gmail.com

Гнатова Андрій Вікторович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Гнатова Ганна Андріївна – студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Атаманюк Г. В.; Горбачов П. Ф., д.т.н., проф.

АНАЛІЗ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДІВ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК УЧАСНИКІВ РУХУ ПОЗА ЗОНОЮ ВПЛИВУ ПЕРЕХРЕСТЯ

Отримані аналітичні моделі витрат часу пішоходів і ТЗ при різних способах організації пішохідних переходів, які створюють основу для визначення оптимального варіанту організації дорожнього руху в місцях пересічення пішохідних та транспортних потоків на перегонах міських вулиць та автомобільних доріг

Вступ. Вдосконалення організації дорожнього руху на пішохідних переходах в Україні є досить актуальним питанням. Багато в чому актуальність цього питання обумовлена недостатнім ступенем опрацювання граничних умов, при яких слід приймати рішення щодо переходу від використання одного до застосування іншого варіанту організації пішохідного переходу. Найбільшою мірою це стосується взаємодії транспортних і пішохідних потоків на перегонах дорожньої мережі, так як у цьому напрямку фахівцями в основному досліджуються причини конфліктів між пішохідними і транспортними потоками в зоні перехрестя.

Метою роботи є створення аналітичних залежностей затримок пішоходів і транспортних засобів (ТЗ) при подоланні місць пересічення напрямів руху транспортних та пішохідних потоків на пішохідних переходах (ПП) в залежності від їх інтенсивності.

Для досягнення поставленої мети в роботах [1, 2, 3] розглядаються випадки взаємодії пішохідних і транспортних потоків на ПП, що розташовані на перегоні міських вулиць і автомобільних доріг поза зоною впливу перехрестя. Дані умови надають можливості використовувати припущення, що прибуття пішоходів та ТЗ до ПП при різних способах їх організації являють собою найпростіший потік.

Аналіз публікацій. В Україні на теперішній час не існує сучасного нормативного документа, у якому установлювалися б єдині умови застосування різних типів пішохідних переходів. Ці умови розглядаються в декількох діючих в Україні нормативних документах: керівництві з регулювання дорожнього руху в містах, 1974 рік [4]; методичних рекомендаціях з регулювання пішохідного руху, 1977 рік [5]; ДБН В.2.3-5-2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» [6]; ДСТУ 4092-2002 «Світлофори дорожні» [7] та Правилах Дорожнього руху України [8].

У ДБН В.2.3-5-2018 [6] надаються загальні вимоги щодо організації пішохідних переходів, але у ньому не містяться норми, які б описували раціональні умови переходу від нерегульованого до регульованого пішохідного переходу на перегонах вулиць.

Частково подібні норми містяться у діючому в Україні ДСТУ 4092-2002 [7], котрий надає значення інтенсивності руху пішохідних і транспортних потоків, при перевищенні яких на пішохідних переходах, що розташовані на перегонах міських вулиць, необхідно вводити світлофорне регулювання:

- інтенсивність руху транспорту – 600 од./год. в двох напрямках;
- інтенсивність руху пішоходів через проїзну частину – 150 піш./год. в одному найбільш завантаженому напрямку.

Зазначені показники інтенсивності руху пішохідного і транспортного потоку є граничними умовами застосування нерегульованих і регульованих пішохідних переходів на перегонах міських вулиць. Але ці рекомендації не містять у собі критеріїв організації власне нерегульованого пішохідного переходу (НПП) та меж застосування різних форм світлофорного регулювання: з визивним пристроєм або без нього, з жорстким або гнучким циклом світлофорного регулювання.

Слід особливо позначити, що у ДСТУ 4092-2002 [7] взагалі не розглядається ситуація неорганізованого пішохідного переходу через вулицю, а саме з неї необхідно починати формування альтернативних варіантів організації взаємодії пішохідних та транспортних потоків. Ця ситуація передбачена діючими правилами дорожнього руху (ПДР) України [8], де пішоходу, після того, як він упевниться у відсутності небезпеки, дозволяється переходити дорогу під прямим кутом до краю проїзної частини в місцях, де її добре видно в обидва боки, в зоні видимості немає переходу або перехрестя, а дорога має не більше трьох смуг руху для обох його напрямків.

У керівництві з регулювання дорожнього руху у містах [4] для такого випадку наводиться лише твердження, що непозначені пішохідні переходи допускаються на вулицях і дорогах місцевого руху при інтенсивності транспортного руху до 300 од./год. сумарно в обох напрямках і відстанях між перехрестями не більше 200 м, а в інших випадках облаштовуються позначені пішохідні переходи.

Але згідно з діючими в Україні ПДР [8], пішохідний перехід на перегоні міської вулиці не може бути непозначеним, це не відповідає терміну «пішохідний перехід». У «Методичних рекомендаціях з регулювання пішохідного руху» [5] міститься наступне визначення: «Пішохідним переходом називається спеціально позначена розміткою «зебра» або знаком 4.13 ділянка проїжджої частини або спеціальна інженерна споруда (підземний перехід або пішохідний місток), призначені для руху пішоходів». Тобто, саме поняття «непозначеного пішохідного переходу», яке застосовується у керівництві [4], не відповідає методичним рекомендаціям з регулювання пішохідного руху, 1977 р. [5] та діючим ПДР України [8]. Це протиріччя та відсутність кількісних оцінок порівняльної ефективності варіантів облаштування пішохідного переходу на перегоні та його відсутності, також викликає сумніви у достатньої обґрунтованості керівництва [4] та рекомендацій [5].

В керівництві з регулювання дорожнього руху в містах 1974 року [4], у пункті 7.14 розділу 7, надається чисельний показник інтенсивності руху транспорту, при якому припускається влаштування нерегульованих пішохідних переходів. На вулицях та дорогах міського руху він складає більше 300 од./год. сумарно в обох напрямках. Але звертаючи увагу на рік випуску [4], стає зрозумілим, що дане керівництво є технічно застарілим і не входить в нормативну базу України.

Що стосується робіт з визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць, виконаних для подібних з Україною умов у країнах колишнього СРСР, то тут можна виділити дисертаційні дослідження зарубіжних вчених М.Г. Сімуль [9] та Є.М. Чікаліна [10].

Так, наприклад, в роботі [9] рекомендується застосовувати НПП на перегонах тільки магістральних вулиць районного значення з шириною проїзної частини не більше 8 метрів (проїжджа частина з двома смугами) при наступних умовах:

- інтенсивність руху транспорту, $N_{тр}$, від 1500 - 3500 од./год.
- інтенсивність руху пішоходів, $N_{пш}$, від 100 - 800 од./год.

При цьому в роботі [10] встановлено, що НПП на перегонах вулиць, зокрема з двосмуговою проїжджою частиною слід застосовувати:

- при $N_{тр}$ меншій ніж 600 од./год. та $N_{пш}$ меншій ніж 150 од./год.;
- при $N_{тр}$ меншій ніж 500 од./год. та $N_{пш}$ меншій ніж 160 од./год.;
- при $N_{тр}$ меншій ніж 400 од./год. та $N_{пш}$ меншій ніж 170 од./год.

Порівняння між собою умов використання НПП в роботах [9,10] показує, що вони мають різні числові оцінки, які істотно відрізняються одна від одної.

Умови застосування регульованих пішохідних переходів (РПП) з визивним пристроєм (ВП) на перегонах вулиць і доріг, на відміну від «непозначених» та нерегульованих пішохідних переходів, представлені в науковій літературі більш широко та вивчались ще в радянські часи.

В роботі [11] розглядаються умови застосування пішохідних переходів з ВП, що наведені в зарубіжних нормативних документах (див. табл. 1). В ній визначено, що на вулицях

та дорогах з двома смугами руху при інтенсивностях руху пішоходів від 50 – 440 піш./год. та ТЗ від 1100 – 1300 од./год на одну полосу, слід застосовувати пішохідний визивний пристрій.

Таблиця 1 – Аналіз умов застосування пішохідних переходів з ВП в зарубіжних нормативних документах [12]

Керівництво /нормативний документ	$N_{\text{піш}}$	$N_{\text{шк}}^*$	$N_{\text{тр}}$
Policy and standards for pedestrian crossings / City of Columbia, Policy Resolution 134-00 (США)	50	-	3500
Florida Pedestrian Planning and Design Handbook, 1999 (США)	25	-	600
The Design of Pedestrian Crossings / local Transport Note 2/95, 1995. (Англія)	-	-	3000
Traffic Signal Warrant/ Guidelines for Conducting a Traffic Signal Warrant Analysis, 2nd Edition (США)	190	20	-
Pedestrian Crossing Control Manual for British Columbia, 1994 (Канада)	40-60	-	-
Manual on Uniform Traffic Control Devices, 2009 (США)	-	20	-

$N_{\text{шк}}^*$ – інтенсивність руху школярів, піш./год.

А в роботі [9] для магістральної вулиці районного значення, шириною від 7 – 14 м РПП з ВП застосовуються при наступних інтенсивностях:

- 1500 – 3500 од./год.;
- 200 – 1000 піш./год.

Аналіз наведених наукових публікацій [9, 11] підтверджує, що проблема визначення граничних умов застосування ВП на РПП на перегонах вулиць ще недостатньо досліджена. В першу чергу це стосується точності існуючих математичних моделей, які описують затримки пішоходів та транспортних засобів.

Серед українських досліджень викликає інтерес робота [13], в якій автори надають формулу для визначення доцільності застосування світлофорного регулювання на пішохідних переходах, але не зрозуміло, чи доцільно її використовувати як умову щодо введення ВП на РПП. Крім того, у роботі [13] не були показані розрахунки втрат від викидів шкідливих речовин в навколишнє середовище та втрат від дорожньо-транспортних пригод та методи розрахунку середньої затримки одного пішохода і одного ТЗ на пішохідному переході, які необхідні для розрахунку сумарних затримок.

Загалом, на основі аналізу наведених наукових публікацій можна зробити висновок, що проблема визначення граничних умов використання різних способів організації перетину пішоходами перегонів міських вулиць досліджена ще недостатньо повно. Найбільшою мірою це стосується відсутності точного аналітичного апарату, який адекватно описує затримки ТЗ та пішоходів у містах пересічення транспортних та пішохідних потоків.

Результати дослідження. В попередніх роботах [1 – 3] були отримані аналітичні залежності витрат часу ТЗ і пішоходів на подолання місць пересічення напрямів руху транспортних та пішохідних потоків в залежності від їх інтенсивності для різних типів пішохідного переходу на перегонах ВДМ.

Час перебування пішоходів та ТЗ до пішохідного переходу є випадковими величинами, які мають показниковий розподіл з параметром λ для пішоходів та параметром μ для транспортного потоку.

За допомогою аналітичних розрахунків отримані загальні витрати пішоходів $T_{\text{п}}$ та транспортних засобів $T_{\text{а}}$ при подоланні пішохідних переходів з різними способами організації руху:

- без позначеного пішохідного переходу [1]:

$$T_{п1} = \frac{1}{\mu} (e^{\mu\tau} - 1 - \mu\tau) \cdot \lambda; \quad (1)$$

– на НПП [2]:

$$T_{п2} = \frac{1}{\mu} (1 - e^{-\mu l} - \mu l e^{-\mu l}) \cdot \lambda; \quad (2)$$

$$T_{a2} = \frac{\exp(\lambda \cdot \tau) - 1}{\lambda} \cdot \mu; \quad (3)$$

– на РПП [3]:

$$T_{п3} = \left(\tau_r + \frac{1}{2} t_d \right) \cdot \frac{\tau_r + t_d + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_d}}{\tau_r + t_d + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_d} + t_3} \cdot \lambda; \quad (4)$$

$$T_{a3} = \frac{\left(\tau_r + \frac{1}{2} t_3 \right) \cdot t_3}{\tau_r + t_d + \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t_d} + t_3} \cdot \mu, \quad (5)$$

де τ – час переходу пішохода через проїжджу частину, с; l – мінімум з часу переходу пішоходом по зебрі через проїжджу частину і часу гальмування ТЗ; t_d – мінімальна тривалість дозволяючого сигналу для ТЗ, с; t_3 – мінімальна тривалість для заборонного сигналу ТЗ, с; λ – інтенсивність пішохідного потоку, піш./с; μ – інтенсивність транспортного потоку, од./с.

Залежності (1-5) отримані на основі класичних постулатів теорії масового обслуговування та є об'єктивною оцінкою витрат часу основних учасників руху на подолання ПП за умови відповідності потоків прибуття пішоходів та ТЗ до місця їх пересічення на перегонах ВДМ поза зоною впливу перехресть. Для отримання сумарних витрат учасників руху на таких ПП необхідно отримати обґрунтоване значення коефіцієнтів значущості витрат часу кожного виду учасників руху – пішоходів та ТЗ.

Висновки. Розроблені на теперішній час нормативи України не надають проектувальникам схем організації дорожнього руху чітких вказівок щодо умов ефективного використання різних типів пішохідних переходів на ВДМ міст та регіонів.

Наведені аналітичні залежності витрат часу пішоходів та ТЗ на подолання ПП (1-5) створюють надійну основу для розрахунку та аналізу сумарних витрат часу всіх учасників руху з метою визначення раціональних умов використання ПП при різних способах їх організації на перегонах ВДМ з точки зору економії часу.

Список літературних джерел

1. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Атаманюк Г.В. Модель визначення затримки пішоходів при переході вулиць і доріг поза пішохідним переходом. Автомобільний транспорт. 2017. №41. С. 82-91.
2. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Атаманюк Г.В. Дослідження затримок учасників руху при пересіченні пішоходами вулиць і доріг через нерегульовані пішохідні переходи. Автомобільний транспорт. 2018. №42. С. 80-88.
3. Горбачов П.Ф., Макарічев О.В., Атаманюк Г.В. Дослідження затримок учасників руху при пересіченні пішоходами вулиць і доріг через регульовані пішохідні

переходи. Автомобільний транспорт. 2019. №44. С. 40-49.

4. Руководство по регулированию дорожного движения в городах. – М.: Стройиздат, 1974. – 97с.

5. Методические рекомендации по регулированию пешеходного движения. – М.: ВНИИБДД МВД СССР, 1977. – 51 с.

6. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2018. – К.: Держбуд України, 2018. – 55 с.

7. Безпека дорожнього руху. Світлофори дорожні. Загальні технічні вимоги, правила застосування та вимоги безпеки: ДСТУ 4092–2002. – [Чинний від 2002-06-03] – 31 с.

8. Правила Дорожнього руху України (із змінами внесеними постановою Кабінету Міністрів України від 11.07.2018 № 553. (Редакція діє з 18 липня 2018 року). URL: <http://pdd.ua>.

9. Симуль М.Г. Повышение безопасности дорожного движения в зонах пешеходных переходов на магистральных улицах: автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.10 / Симуль Мария Геннадиевна. – Омск, 2012. – 20 с.

10. Чикалин Е.Н. Повышение эффективности организации дорожного движения в зонах нерегулируемых пешеходных переходов : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.22.10 / Чикалин Евгений Николаевич. – Иркутск, 2013. – 20 с.

11. Слободчикова Н.А. Совершенствование организации дорожного движения на основе применения пешеходных вызывных устройств: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / Слободчикова Надежда Анатольевна. – Иркутск, 2010. – 174 с.

12. LTN 2/95 The Design of Pedestrian crossings. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/the-design-of-pedestrian-crossin-gs-ltn-295>.

13. Рейцен Є.О., Толок О.В., Уразбаєв В.О. Науковий підхід до визначення граничних умов застосування різних типів пішохідних переходів на перегонах міських вулиць. Містобудування та територіальне планування. 2014. Вип. 52. С. 346-355.

Атаманюк Ганна Володимирівна – аспірант кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ann.ukraine.ua@gmail.com.

Горбачов Петро Федорович – д.т.н., проф., професор кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: gorbachov.pf@gmail.com

*Аулін В. В., д.т.н., проф.; Великодний Д. О., к.т.н, доц.;
Кернус Р. О.; Мосузенко Ю. А.*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

У статті запропоновано підхід визначення раціональної технології доставки вантажів в міжнародному сполученні, яка дозволяє за допомогою визначення й оцінки вхідних параметрів розрахувати сумарні витрати на доставку та обрати раціональну схему, яка враховує вимоги замовників, особливості та різноманітність комбінацій виконання операцій на різних видах транспорту

Транспорт представляє собою галузь виробництва, що забезпечує життєво необхідні потреби суспільства у перевезенні вантажів, входить до складу інфраструктури виробництва, обслуговує основні галузі економіки та вносить вклад у розвиток усієї держави. Забезпечуючи переміщення вантажів, транспорт вносить значний вклад у розвиток зовнішньоекономічних, науково-технічних, культурних та інших зв'язків. Відповідно до цього визначається тенденція збільшення попиту на транспортні послуги, як за обсягом, так й за номенклатурою [1].

Міжнародні автомобільні перевезення займають особливе місце у розвитку міжнародної торгівлі, існуючи однією з найбільш важливих складових зовнішньоекономічної діяльності та постійно користуються великим попитом, бо з кожним днем зростає кількість замовлень на доставку вантажу будь-яким видом транспорту. Логістичні аспекти оптимізації функціонування різних видів транспорту й транспортного комплексу в цілому, організація автомобільних вантажних перевезень в міжнародних сполученнях досліджені в роботах [2,3,4], що базуються на використанні функціональних залежностей при вирішенні локальних завдань шляхом прямого порівняльного аналізу, на пошуку екстремальних значень функцій при обмеженій кількості критеріїв, які дозволяють отримати результати з раціонального розвитку та оптимізації процесу функціонування автомобільного та інших видів транспорту. Таким чином, міжнародні автомобільні перевезення слід розглядати як найважливіший стратегічний ресурс України, використання якого може стати визначальним чинником розвитку зовнішньої економіки.

Аналіз наукових робіт в сфері організації міжнародних перевезень показав, що потрібно звернути увагу на нормативно-правову базу на спрощення митних й прикордонних правил оформлення документів в портах, підвищення ефективності використання технічних засобів доставки вантажів, вдосконалення функціонування існуючих технологій та впровадження нових [5,6]. Виявлено проблему організації доставки вантажів у міжнародному сполученні між різними видами транспорту. На основі цього були запропоновані альтернативні схеми доставки вантажів у міжнародному сполученні. Розглянуті альтернативні схеми обслуговування замовлень враховували можливі комбінації виконання операцій та модель із описом факторів, що впливають на систему. В якості вхідних запропоновано запропоновані такі показники: кількість транспортних засобів; номінальна вантажність; загальна сума грошових витрат на доставку, з урахуванням зовнішніх факторів, які мають позитивний або негативний вплив; відстань перевезення; обсяг одного замовлення, кількість митних пунктів; вартість i -ї операції. З математичної точки розу побудовано цільову функцію, яка враховує витрати на всі операції, які виконуються на етапі доставки вантажів.

Запропоновано методику доставки вантажів в міжнародному сполученні, яка дозволяє за допомогою визначення та оцінки вхідних параметрів, розрахувавши сумарні витрати на доставку, вибрати одну із запропонованих схем. Проведені розрахунки враховують вимоги замовників, особливості та різноманітність комбінацій виконання операцій на кожному із

видів транспорту, а також організаційну складову при перевезенні вантажів. Визначені числові значення оціночного показника – сумарних витрат на доставку в залежності від значень вхідних параметрів та схем доставки вантажів, які показують загальну тенденцію збільшення, а саме при збільшенні відстані та обсягу перевезення.

У схемі, за умов зміни відстані перевезення від 2 тис. км. до 8 тис. км. й обсягу партії від 15 т. до 25 т., найбільш економічним виявлено перевезення п'ятнадцяти тон, а найбільші витратним - при перевезеннях партіями по двадцять п'ять тон.

Таким чином, відповідно до обраної раціональної схеми у міжнародному сполученні за результатами визначення ефекту при зміні відстані визначено сумарні витрати на доставку, які враховують вимоги замовників, особливості та різноманітність комбінацій виконання операцій з урахуванням різних видів транспорту.

Список літературних джерел

1. Курганов В. М. Международные перевозки Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Курганов В. М., Миротин Л. Б. / М.: Издательский центр Академия, 2011. - 304 с.

2. Naumov, V., Shulika, O., Velikodnyi, D. (2015). Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo. MOTROL. Commission of Motorization and Energetics, 17(7), 87-91.

3. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V., Sokol, M. Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina [online]. 2019, 21(2), p. 3-12.

4. Aulin, V., Hrynkiv, A., Lyashuk, O., Vovk, Y., Lysenko, S., Holub, D., Zamota, T, Pankov, A, Sokol, M, Ratynskyi, V, Lavrentieva O. Increasing the Functioning Efficiency of the Working Warehouse of the “UVK Ukraine” Company Transport and Logistics Center. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina [online]. 2020, 22(2), p. 3-14.

5. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyy, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hrinkiv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPPT), 120-132.

6. Павленко, О.В. Формування раціональної схеми обслуговування замовлень на доставку вантажів транспортно-експедиторським підприємством [Текст] / О.В. Павленко, Д.О. Великодний // Комунальне господарство міст. - 2020. - 154. – С. 223-230.

Аулін Віктор Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: aulinvv@gmail.com

Великодний Денис Олександрович – к.т.н., доцент, старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, e-mail: atdvnz@ukr.net

Кернус Роман Олександрович – студент, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: aulinvv@gmail.com

Мосузенко Юлія Андріївна – студентка, Криворізький державний педагогічний університет, e-mail: atdvnz@ukr.net

*Аулін В. В., д.т.н., проф.; Великодний Д. О. к.т.н, доц.;
Турса Я. В.; Кабак В. Д.*

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ З УРАХУВАННЯМ ВИБОРУ МАРШРУТУ ПАСАЖИРОМ

У статті запропоновано можливі стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту пересування. За результатами імітаційного моделювання виявлено, що пасажирів вирішують проблему вибору маршрутів опираючись на маршрути міського пасажирського транспорту, в яких інтервал руху найменший, а вартість проїзду - мінімальна

Організація перевезень пасажирів міським транспортом має велике значення в розвитку та функціонуванні будь-якого міста. Проблемою міського пасажирського транспорту (МПТ) є підвищення праці автомобільного транспорту загального користування. На продуктивність їх праці впливає: незадовільний розвиток транспортної сітки та маршрутної системи міста; нераціональне використання транспорту загального користування; погана якість транспортного обслуговування; зменшення парку автобусів; недосконалість системи швидкісних та експресних автобусних маршрутів у містах [1, 2].

Перед пасажирським комплексом поставлено ряд завдань: визначення розподілу пасажиропотоку; вибір пасажиром маршрутом пересування; покращення рівня техніко-експлуатаційних показників роботи транспортного засобу; збільшення ефективності використання рухомого складу; збереження лідируючих позицій на ринку транспортних послуг [3]. Одним з найбільш прийнятних методів оцінки ефективності МПТ із погляду використання економічних та трудових ресурсів є моделювання процесу його роботи [4,5]. Використання методів моделювання міських пасажирських перевезень дозволяє найбільше ефективно оцінювати різні наслідки зміни параметрів маршрутної мережі [6].

При дослідженні МПТ, на прикладі маршрутної мережі міста Кропивницького, було запропоновано можливі стратегії поведінки пасажирів при виборі маршруту пересування. За результатами анкетного опитування виявлено, що пасажирів віддають пріоритет маршруту, який перший прибуває на зупинний пункт, тобто пасажир обирає маршрут, час очікування якого є мінімальним. Виявлено, що пасажирів вирішують проблему вибору маршрутів опираючись на маршрути МПТ, в яких інтервал руху найменший та вартість проїзду в яких мінімальна.

При дослідженні ефективності функціонування МПТ математичну модель не розроблялася, тому що при побудові такої моделі необхідні чіткі та точні аналітичні залежності, в даному випадку їх не може бути, тому що об'єктом дослідження є процес вибору пасажирів маршрутів МПТ, а цей процес являється випадковим. Статистичне моделювання може бути використано, як доповнення до імітаційного моделювання. Тому що це моделювання базується на статистичних даних, які отримують в ході пасивного експерименту. Статистичне моделювання надає змогу визначити природу отриманих даних, а дані можна отримати при імітуванні поведінки системи при певних умовах її функціонування. Тому для побудови моделі визначення ефективності МПТ застосовано метод імітаційного моделювання. А як критерій ефективності при виборі найбільш оптимального маршруту МПТ, буде виступати середній час очікування пасажирів транспортних засобів на зупиночному пункті.

Для дослідження ефективності функціонування МПТ міста Кропивницького були обрані три маршрути загального користування. Для отримання інформації про принципи, за якими пасажирів обирають маршрути МПТ для пересування, організоване спеціальне

спостереження за пасажиром – анкетування. При дослідженні фіксувався час простою транспортного засобу на кінцевій зупинці, номер рейсу, час відправлення транспортного засобу та кількість пасажирів, які обрали маршрут. За допомогою програми STATISTICA 8.0 визначено за яким законом розподіляється випадкова величина, тобто час очікування пасажиром маршруту МПТ для здійснення перевезення. При експериментальному дослідженні, проведеному на прикладі елементів маршрутної мережі МПТ, в ранковий період час-пік, виявлено фактично перерозподіл пасажиропотоків між обраними маршрутами. Так встановлено, що 42,8% пасажирів обрали автобусний маршрут №111А, 30,2% пасажирів обрали маршрут №111Б, 27% пасажирів обрали маршрутне таксі №111.

Таким чином, аналіз результатів імітаційного моделювання дозволив зробити висновок, що маршрут №111 менш привабливий, ніж маршрут № 111А та маршрут №111Б по таким показникам як: інтервал руху, вартість проїзду та наявність вільних місць для сидіння. Тому цим показникам потрібно уділяти найбільшу увагу на маршруті №111, а на маршрутах №111А та №111Б, щоб досягти досконалості потрібно приділяти увагу такому показнику як швидкість пересування.

Список літературних джерел

1. Аулін В.В., Голуб Д.В. Стан структури та основні напрямки розвитку пасажирського транспорту загального користування в м. Кіровограді / В.В. Аулін, Д.В. Голуб // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету.- Вип. 18. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – С. 288-292.

2. Аулін В.В., Голуб Д.В. Аналіз системи перевезення пасажирів у містах, основні тенденції її розвитку і шляхи удосконалення / В.В. Аулін, Д.В. Голуб // Вісник національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 2.- К.: НТУ, 2007.- Випуск 15. – С. 279-284.

3. Аулін В.В., Голуб Д.В. Якість перевезень пасажирів як невід’ємна частина транспортного процесу / В.В. Аулін, Д.В. Голуб // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М. Остроградського – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип. 5/2008 (52) частини 2. – С. 80 – 84.

4. Vdovychenko V., Samchuk G., Velikodnyi D. Formation of system efficiency of urban public passenger transport under conditions of open competition. Innovative Economy: Processes, Strategies, Technologies: International scientific conference, Part I. Kielce, Poland: Baltija Publishing, 27 January 2017. P. 150-152.

5. Вдовиченко В.О., Великодний Д.О., Нікітченко В.М. Дослідження перерозподілу пасажиропотоків на міських маршрутах пасажирського транспорту міста Кривого Рогу. Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали III міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Вінниця: ВНТУ, 14-16 квітня 2015. С. 50-53.

6. Великодний Д.О., Вдовиченко В.О. Підвищення ефективності взаємодії міського пасажирського транспорту в пересадочному транспортному вузлі. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, Вінниця: ВНТУ. 15-16 квітня 2016. С. 25-27.

Аулін Віктор Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: aulinvv@gmail.com

Великодний Денис Олександрович – к.т.н., доцент, старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, e-mail: atdvnz@ukr.net

Турса Ян Володимирович – студент, Центральноукраїнський національний технічний університет, e-mail: aulinvv@gmail.com

Кабак Віталій Дмитрович – студент, Криворізький державний педагогічний університет, e-mail: atdvnz@ukr.net

*Аулін В. В., д.т.н., проф.; Голуб Д. В., к.т.н., доц.;
Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Замуренко А. С.*

ПРИНЦИПИ САМООРГАНІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ

Розглянуто формування принципів безвідмовної роботи автомобільної транспортної системи, наведено її структурну схему та виділено основні поняття

Будь-яка автомобільна транспортна система (АТС) проходить ряд етапів життєвого циклу, на яких присутні різні технічні проблеми, пов'язані з надійністю її функціонування. На перших етапах розробки і конструювання системи формуються основні показники якості АТС, а саме безвідмовності і відновлюваності. На подальших етапах випробувань різного виду ці показники перевіряються і підтверджуються, а на завершальному етапі експлуатації - показники проявляються. А тому ідея розробки і створення системи реалізується на завершальному етапі - етапі експлуатації [1].

Кожна система створюється для експлуатації і отримання певного ефекту від її роботи. Звідси слідує особлива роль етапів організації і експлуатації, оскільки усі зусилля, витрачені на створення надійної системи, можуть бути зведені нанівець неправильно або нераціонально організованою експлуатацією [2-4].

З іншого боку, експлуатація автомобільних транспортних систем з низькими характеристиками надійності також може привести до значних втрат та істотно понизити ефективність їх використання.

Отже, виникає логічна послідовність вирішення двох найважливіших завдань:

- організація автомобільних транспортних систем, що мають високі показники надійності;
- розробка правил експлуатації, що дозволяють повною мірою використати високі показники надійності створюваної системи.

Правила організації і експлуатації АТС впливають на міру досягнення цілей, для яких створюється система. Тому вони повинні мати властивість оптимальності, тобто забезпечувати по можливості максимальну ефективність функціонування системи.

Якщо дослідження показали, що навіть оптимальні правила організації і експлуатації не забезпечують необхідної ефективності, то переважною стає рання розробка правил самоорганізації на етапі розробки і конструювання, коли ще можливі конструктивні зміни і зміни принципів функціонування, що істотно впливають на характеристики безвідмовності і відновлення, а отже, підвищення ефективності [5, 6]. Таким чином, отримуємо, що для кожної АТС мають бути визначені науково обґрунтовані правила організації і експлуатації, причому ці правила створюються для кожної системи на етапі її розробки і повинні забезпечувати максимальну надійність і ефективність функціонування системи.

Правила організації і експлуатації повинні ґрунтуватися на об'єктивних характеристиках надійності, безвідмовності і відновлення АТС і певною мірою залежати від цих характеристик. Одним з найважливіших чинників, що впливають на визначення правил організації і експлуатації, є характер самостійного прояву відмов, що з'явилися в АТС, що зв'язується з наявністю контролю працездатності різних підсистем досліджуваної системи. Важливими чинниками є умови експлуатації і витікаючі з них різні обмеження. Тому для розробки правил організації і експлуатації мають бути визначені умови функціонування АТС і різні обмеження та мають бути задані:

- структурна функція транспортної системи, що залежність часу безвідмовної роботи системи від часів безвідмовної роботи підсистем;

- розподіли часів безвідмовної роботи окремих елементів, що становлять систему, або розподіли часів безвідмовної роботи системи в цілому або її окремих підсистем;
- перелік відновних заходів, проведення яких можливе в системі, розподіли тривалості цих робіт, вплив цих робіт на характеристики безвідмовності;
- розподіл тривалості самостійного прояву відмови, що з'явилася в системі.

Безвідмовність як властивість системи характеризується випадковим часом безперервного працездатного функціонування системи до моменту відмови [7].

Безвідмовності функціонування автомобільної транспортної системи можна зобразити у вигляді структурної схеми (рис. 1.).

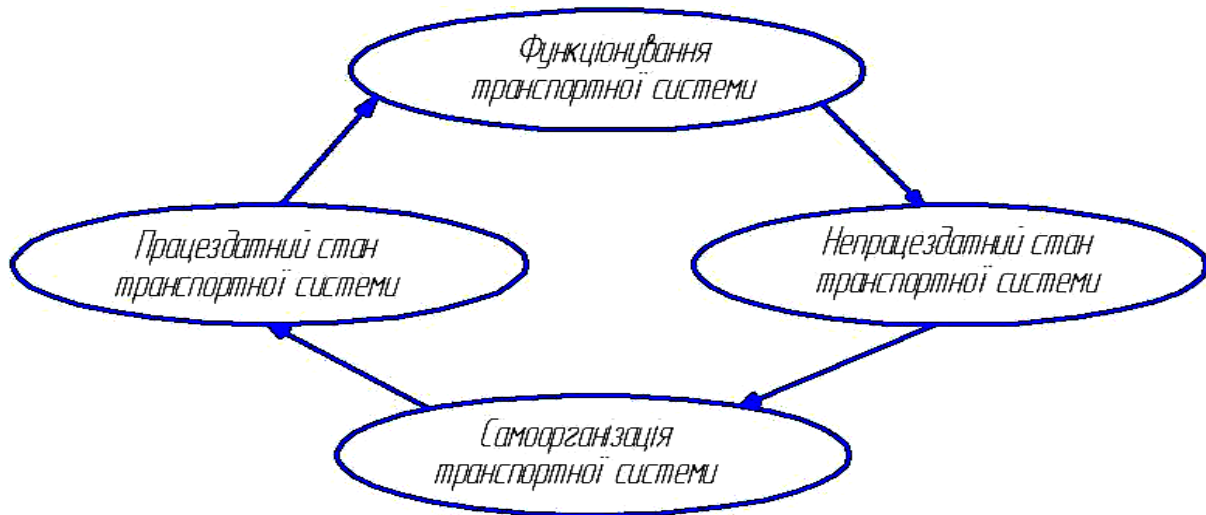


Рисунок 1 – Структурна схема безвідмовності функціонування автомобільної транспортної системи

У цьому визначенні виділено три поняття: поняття нової системи, поняття відмови системи і поняття безперервної роботи. Відповідно їх можна охарактеризувати у вигляді наступних етапів:

- у деякий момент часу $t=0$ починає функціонувати нова система, яка ще не працювала;
- виділяється стан або безліч станів, досягнення яких кваліфікується як відмову системи;
- система безперервно, без якого-небудь втручання працює до моменту досягнення стану відмови.

Довжина інтервалу від моменту $t=0$ до моменту досягнення стану відмови називається випадковим часом безвідмовної роботи системи, яке повністю визначається своєю функцією розподілу при умові $t \geq 0$ та $F(0) = 0$:

$$F(t) = P\{\xi < t\}. \quad (1)$$

Надалі для характеристики безвідмовності, при умові $t \geq 0$, $\bar{F}(0) = 1$, використовуватимемо позначення:

$$\bar{F}(t) = P\{\xi \geq t\} = 1 - F(t). \quad (2)$$

Викладені принципи самоорганізації функціонування АТС можуть бути покладені в основу практичної діяльності науково-дослідних організацій і автотранспортних підприємств, що досліджують напрямки безвідмовності та відновлюваності транспортного процесу.

Список літературних джерел

1. Курьянова О.Е. Повышение надежности автотранспортного процесса. Сборник докладов: Актуальные проблемы транспортной политики. Наука и образование. – М.: МАДИ, 2002. – С. 57-60.
2. Аулін В.В., Голуб Д.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В. Методологічні і теоретичні основи забезпечення та підвищення надійності функціонування автомобільних транспортних систем: монографія. – Кропивницький: Видавництво ТОВ "КОД", 2017. – 370 с.
3. Аулін В.В., Голуб Д.В., Біліченко В.В. Методологічний підхід до визначення рівня якості функціонування транспортних систем // Вісник машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. С. 4-9.
4. Курганов В.М. Параметры надежности транспортных систем / В.М. Курганов, М.В. Грязнов / Бюллетень транспортной информации, № 11 (185), ноябрь 2010. - С. 34-36.
5. Бочкарев А.А., Бочкарев П.А. Проблема надежности цепи поставок /Логистика: современные тенденции развития: материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. 15, 16 апреля 2010 г. /ред. кол.: В.С. Лукинский и др. – СПб.: СПбГИЭУ, 2010, с. 64-67.
6. Рассоха В.И. Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта на основе разработанных научно-технических, технологических и управленческих решений: дисс. ... д-ра техн. наук – Оренбург, 2010. – 289 с.
7. Грязнов М.В. Подходы к надежности транспортных систем // Мир транспорта. – 2010. - № 2. С. – 14-19.

Аулін Віктор Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: aulinvv@gmail.com

Голуб Дмитро Вадимович – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, e-mail: Dimchik529@gmail.com

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Замуренко Артем Сергійович – здобувач кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький

Аулін В. В., д.т.н., проф.; Гриньків А. В., к.т.н., с.н.с.; Головатий А. О.

СИСТЕМНА КОНЦЕПЦІЯ АНАЛІЗУ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ ТА ЗМІНИ ЇЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Приведена до розгляду системна концепція, що дає змогу аналізувати зміну технічного стану автотранспортних машин під час їх експлуатації. З'ясовано основні характеристики станів та особливості їх зміни з інформаційної точки зору. Запропонована концепція дасть змогу розробляти автоматизовані процеси функціонування технічного сервісу автотранспортних машин під час їх експлуатації

Постановка проблеми. Існуюча система технічного сервісу орієнтована на усунення наслідків відмов автотранспортних машин (АТМ). Рівень експлуатаційної надійності нових АТМ постійно підтримується фірмовим обслуговуванням. В складних умовах експлуатації він виявляється недостатньо високим і відмови елементів, вузлів, агрегатів і систем АТМ постійно змінюється під впливом найрізноманітніших факторів, статистику яких поки не визначено. У зв'язку з цим виконання даного дослідження спрямоване, перш за все на розкриття, на основі системного підходу, сутності технічного стану АТМ, що в подальшому дасть змогу вирішити завдання, які пов'язані з удосконаленням технічного сервісу АТМ

Аналіз останніх досліджень. Основними характеристиками, що відображають зміну технічного стану є діагностичні параметри, але їх вибір та різноманіття не дає змогу в автоматизованому режимі характеризувати загальний технічний стан АТМ [1], тому бажано переосмислити концепції, що його описують. На основі опису експлуатаційних станів АТМ, та обґрунтуванні необхідної стратегії ТО можливо збільшити їх ресурс [2, 3], але необхідно додатково сформулювати раціональну інформаційну базу даних. Підбір необхідних інформативних діагностичних показників є ключовим питанням в експлуатації [4, 5], але слід розподілити їх за важливістю та необхідністю.

Завдання даного дослідження полягає в розробці принципів та узагальненої системної концепції аналізу автотранспортної техніки зі зміною технічного стану під час експлуатації.

Виклад основного матеріалу. АТМ є складними технічними системами, тому процеси, що відбуваються в них, важко алгоритмізуються і описати їх у вигляді математичних співвідношень практично неможливо. У зв'язку з цим, для характеристики стабільних ситуацій в експлуатації АТМ або змін їх технічного стану, як правило, використовують різні теорії систем автоматичного регулювання, біології, інформатики і т.д. Функціонування АТМ при цьому можна охарактеризувати як процес переробки вхідної інформації.

Стан АТМ, як системи, це сукупність істотних властивостей, якими система володіє в кожен момент часу. Інформація про стан визначальних функціональних елементів і систем АТМ дозволяє прогнозувати значення вихідних змінних параметрів. Однак, це досягається тільки при стаціонарних процесах функціонування АТМ.

Якщо основні функції АТМ практично не змінюються протягом визначеного періоду експлуатації, то процес функціонування АТМ прийнято вважати стаціонарним. У цьому випадку реакція на один і той вплив на АТМ не залежить від моменту його прикладання.

Ситуація значно ускладнюється, якщо основні функції АТМ змінюються в часі, що характерно для нестационарних умов функціонування технічних систем. Процес функціонування АТМ вважається нестационарним, якщо її основні функції різко змінюються в часі.

В процесі експлуатації на АТМ здійснюється динамічний вплив з боку зовнішнього середовища, оператора і експлуатаційних процесів. Це призводить до порушення стаціонарного стану АТМ, але з часом формуються до нові рівноважні стани, діагностичні

параметри значення, яких будуть іншими. Таким чином, спостерігається процес переходу до нового стану, який прийнято називати перехідним станом.

Якщо АТМ, як складна технічна система, виводиться з рівноважного стану одноразовим впливом, але самостійно повертається у вихідний стан, то маємо справу зі стійкою рівновагою. Якщо ж найменше, навіть випадковий вплив призводить АТМ до виходу з рівноважного стану, і вона не може повернутися в цей стан самостійно, то спостерігається стан нестійкої рівноваги, якої підчас експлуатації обов'язково потребує виконання різних технологічних операцій технічного сервісу АТМ.

Процес переходу АТМ з одного стану в інший можна охарактеризувати, як експлуатаційну поведінку. Даний термін вживається в тих випадках, коли АТМ змінює свої діагностичні параметри під впливом або випадкових і невизначених факторів, або визначених факторів і невизначеного механізму впливу.

Щоб дати характеристику процесів, пов'язаних зі зміною експлуатаційної поведінки АТМ доцільне використання таких понять: середовище, стан системи, поведінка, цілісність, діяльність, функціонування, зміна, адаптація, еволюція, розвиток, навчання, еквіфінальність, цілеспрямованість експлуатаційної поведінки АТМ. Жорсткої ієрархічності і послідовності перерахованих ознак технічних систем всередині описаної структури понять немає. У різних випадках між ними може бути і не бути співвідношень.

Використання систем моніторингу процесів зміни технічного стану дозволяє значно підвищити ефективність прийняття рішень щодо виникаючих ситуацій в системах управління процесами експлуатації АТМ, виходячи з сутності перехідних технічних станів. Однак, управління процесами експлуатації АТМ не може передбачити способи розв'язання всієї множини виникаючих ситуацій і невизначеностей [6]. Моніторинг, що представляє собою безперервний процес збору, обробки, оцінки інформації та підготовки рішень, спрямованих на досягнення цілей і завдань експлуатації АТМ, дозволяє знизити ентропію стану системи технічного сервісу АТМ, оскільки дає підстави судити про правильність прийнятих рішень з конкретних проблем.

У сучасному складному механізованому виробництві використання інформації, інформаційних систем і комунікацій має вирішальне значення для успіху застосування АТМ за їх призначенням. Інформація, а також системи і комунікації, які її надають, пронизує всі рівні сучасних організацій. Вся основна нормативно-технічна документація вимагає, щоб експлуатуюча організація застосовувала відповідні методи моніторингу і, де це доцільно, проводили вимірювання процесів [7]. Для виконання цієї вимоги кожному експлуатаційному (і сервісному) підприємству необхідно визначити свої вимоги до моніторингу процесів, вимірювань і правил їх виконання. Це дозволяє продемонструвати здатність досягнення запланованих результатів. В протилежному випадку необхідно розробляти і впроваджувати коригувальні або попереджувальні дії для забезпечення ефективності експлуатації АТМ. В експлуатуючій організації повинна існувати чітка процедура ведення постійної звітності проведення моніторингу та вимірювань, яка необхідна для оцінки рівня розвитку системи експлуатації АТМ і її впливу на економічні показники підприємства.

Висновки

На основі запропонованої концепції стає можливим розглядати технічний стан автотранспортних машин з системного аналізу. Запропоновані основні характеристики стаціонарного та перехідного технічного стану АТМ. Зазначено особливості, що дають змогу переосмислити підхід технічного сервісу АТМ в більш автоматизованому варіанті. Дана автоматизація повинна проходити з принципів максимальної адаптації та підтримки ресурсу АТМ, тобто залишати якнайдовше стаціонарний технічний стан при експлуатації.

Список літературних джерел

1. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Мартиненко О.Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної

сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського нац. техн. університету сільск. господарства. Вип. 158. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Харків. 2015.-С.252-262. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5172>

2. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми підвищення експлуатаційної надійності та можливості удосконалення стратегій технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 28. Кіровоград: КНТУ, 2015. С 126-131. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1169>

3. Аулін В.В., Гриньків А.В., Черновол М.І. Узгодження зміни технічного стану з раціональним вибором об'єкту діагностування. Вісник інж. академії України. 2015. №2. С. 182-188. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9360>

4. Аулін В.В., Гриньків А.В., Замота Т.М. Забезпечення та підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів на основі використання методів теорії чутливості. Вісник інж. академії України. 2015. №3. С. 66-72. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9361>

5. Гриньків А.В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів. Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосп. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2016. №29. С. 25-32. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/3397>

6. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С.36-41. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5173>

7. Аулін В.В., Гриньків А.В. Связь информационной энтропии с показателями надежности агрегатов и транспортных средств. Материалы X межд. научно-техн. конф. "Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств: Эксплуатация и развитие автомобильного транспорта, ПГУАС. г. Пенза. 2015. С.39-44. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9410>

Аулін Віктор Васильович – д.т.н., професор, професор кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький, e-mail: aulinvv@gmail.com

Гриньків Андрій Вікторович – к.т.н, старший науковий співробітник кафедри експлуатації та ремонту машин, Центральноукраїнського національного технічного університету, м. Кропивницький

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

Балицький О. І., д.т.н., проф.; Колесніков В. О., к.т.н.; доц.; Іщенко Б. М.

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВОДНЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ. ЧАСТИНА 1

В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, що стосуються розвитку водневих технологій в тому числі пов'язаних з транспортною галуззю

Зараз в високо розвинутих країнах відбувається перехід до нових видів екологічного видів палива. Один з таких видів є застосування водню, але для подальшого переходу необхідно розвивати та впровадження нові технології в тому числі і інфраструктуру. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування «водневих» технологій в автомобільній галузі.

Раніше авторами, деякі аспекти, що стосуються впровадження нових технологій та підходів, щодо водневостійких матеріалів та впливу водню на властивості матеріалів були висвітлені в наступних роботах [1-24].

Бензинові та дизельні автомобілі зараз домінують на авторынку, а електромобілі та гібриди дуже повільно завойовують популярність. До останніх хочуть приєднати автомобіль на альтернативному паливі – водневих паливних елементах.

Водневий двигун (мотор) – різновид двигуна, де використовується для отримання енергії водень як пальне. Двигун складається з двох основних частин – це паливний елемент, як первинний генератор енергії та електродвигун, який її використовує для зміни її типу.

Автомобілі на водневому паливі умовно можна розділити на три класи.

Перший – це машини зі звичайним двигуном внутрішнього згорання, який працює на водні або водневій суміші. Такі моделі можуть працювати на чистому водні або 5-10 % (відсотків) водню додають до основного палива. В обох випадках ККД двигуна збільшується (у другому випадку приблизно на 20 %) і вихлоп стає набагато чистішим (вміст чадного газу (CO) і вуглеводнів (C_nH_m) зменшується в півтора рази, оксидів нітрогену (N_nO_m) – до п'яти разів). Такі двигуни й автомобілі були сконструйовані й пройшли всі випробування у нас і за кордоном приблизно ще у 1970-1980-х роках. Однак, з огляду на витрати та складності конструкторського плану, цей тип може розглядатися тільки проміжним, перехідним етапом на шляху до третього типу.

Другий – це машини з двома електроносіями, так звані гібридні, їх колеса рухає електропривод, енергію якому постачає акумулятор, що своєю чергою заряджається від високоекономічного двигуна внутрішнього згорання, що працює на водні або суміші водню з бензином. Це дуже вигідно, адже ККД електродвигуна сягає 90-95 % на відміну від бензинового (35 %) або дизельного (50 %). Таким чином, загальний ККД підвищується до 30 %, відповідно знижується витрата палива. Навіть якщо для підзарядки акумулятора використовується бензин, об'єм шкідливих викидів дозволить вкластися в норми «Євро-4» із десятикратним запасом. Але другий тип не можна розглядати завжди як 100 відсотково водневим. Різновид такого автомобіля представив Mercedes-Benz.

Третій – справжній водневий автомобіль – це машина з електродвигуном, який працює від паливного елемента, що знаходиться в автомобілі. Теоретично ККД паливного елемента, що працює на суміші водень – повітря, може перевищувати 85 %. Зараз вже вдалося одержати двигуни з ККД близько 75 % – це більш ніж удвічі вище відповідного показника найкращих двигунів внутрішнього згорання. В умовах міста такі машини одержать п'яти-шестиразову перевагу над звичайними автомобілями. На рис. 1. наведено пристрій та влаштування автомобіля Toyota Mirai.

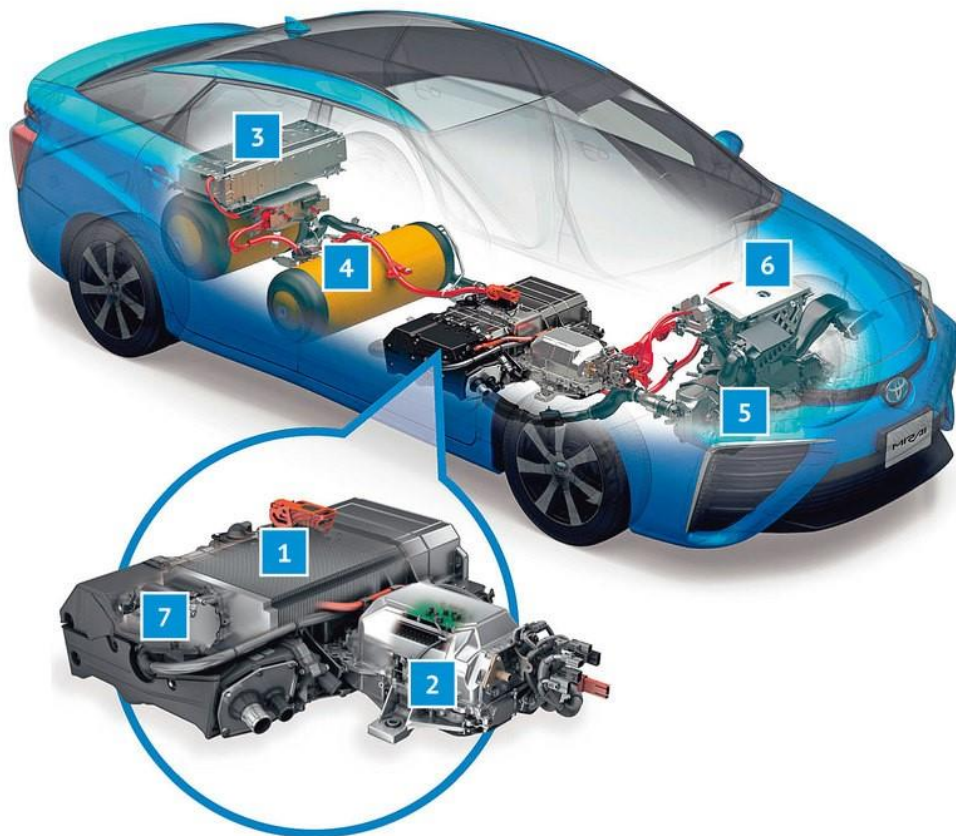


Рисунок 1 – Влаштування автомобіля Toyota Mirai

Позиціями на рисунку 1 є: 1. Блок паливних елементів. Використано перші серійно вироблені концерном Toyota паливні елементи з високою питомою потужністю на одиницю об'єму (3,2 кВт / л) Максимальна потужність: 124 кВт. 2. Перетворювач, що підвищує та перетворює постійний струм, що виробляється паливним елементом, в змінний з підвищенням напруги до 650 В. 3. Нікель-метал-гідридний акумулятор запасає енергію, яка рекуперується при гальмуванні. При рушанні з місця живить двигун спільно з паливним елементом. 4. Балони високого тиску. Робочий тиск всередині: 700 атм. Внутрішній об'єм: 60 л (передній балон) 62,4 л (задній балон). 5. Електричний мотор. Синхронний електродвигун змінного струму: максимальна потужність - 113 кВт (153,6 к.с.) максимальний крутний момент - 335 Нм. 6. Блок управління управляє паливним елементом, а також зарядкою / розрядкою акумуляторної батареї. 7. Додаткові пристосування. Помпа для підкачування водню та ін.

Паливний елемент. Паливний елемент, що працює на водні, – по суті й є водневим двигуном. Паливний елемент (інакше – електрохімічний генератор) – це пристрій для перетворення хімічної енергії на електричну. Те ж відбувається й у звичайних електричних акумуляторах, але в паливних елементах є дві важливі відмінності: по-перше, вони працюють доти, поки надходить паливо; по-друге, паливний елемент не потрібно перезаряджати.

Паливний елемент складається з багатьох десятків комірок, кожна приблизно в сантиметр завтовшки. Кожна комірка складається з двох електродів, розділених електролітом. На один електрод (анод) підводиться паливо (водень), на інший (катод) – окисник (кисень повітря). Водень тут не згоряє, хімічна реакція окиснення відбувається при низькій температурі в присутності каталізатора. Мета роботи пристрою, використовуючи цю реакцію, розділити позитивний і негативний заряди в просторі й створити між ними напругу. Тому електроліт, який заповнює простір між електродами, повинен мати здатність пропускати крізь себе протони (тобто іони водню) і не пропускати електрони. На аноді водень розпадається на електрони і протони, далі протони проходять крізь шар електроліту, досягають катода і, з'єднуючись із киснем, утворюють воду. Однак у питаннях отримання якісного й недорогого

електроліту наука поки що зазнає величезних труднощів. Полімерний електроліт американської фірми «Дюпон» коштує близько 700 євро за м², а на батарею для середнього автомобіля потрібно десятки квадратних метрів такого матеріалу. Зрозуміло, що при такій вартості електроліту неможливо налагодити серійний випуск водневих автомобілів. Ученими всього світу ведуться інтенсивні дослідження з метою здешевлення цього матеріалу й використання його при більш високих температурах (150-200°C).

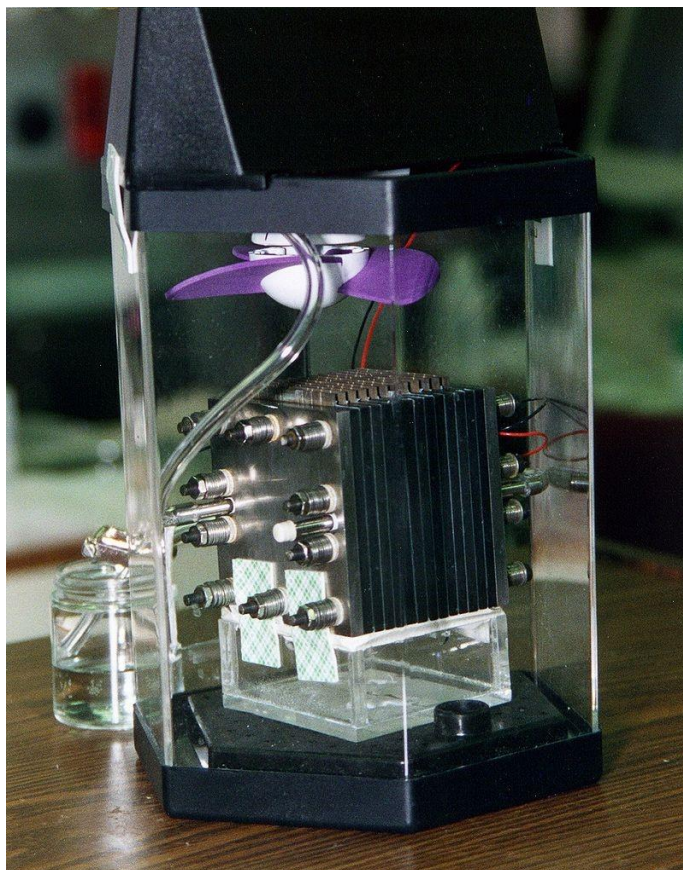


Рисунок 2 – Метаноловий паливний елемент

Паливний елемент (англ. fuel cell) – електрохімічний генератор, який забезпечує пряме перетворення хімічної енергії на електричну. На відміну від традиційних електричних акумуляторів, де відбуваються аналогічні перетворення, паливні елементи мають дві важливі особливості: вони функціонують доти, доки паливо (відновник) та окиснювач надходять із зовнішнього джерела; хімічний склад електроліту в процесі роботи не змінюється, тобто паливний елемент не треба перезаряджати.

Назва «паливний елемент» аж до 1969 року вважалась умовною. Можливі різні варіанти комбінацій палива та окислювача. Так, водневий паливний елемент використовує водень як паливо та кисень (зазвичай з повітря) як окислювач. Також паливом можуть слугувати вуглеводні та спирти, а окислювачами повітря, хлор, оксид хлору.

Принцип дії паливних елементів заснований на хімічній реакції окислювача і палива, в результаті якої безпосереднім шляхом отримують електроенергію. Подібну реакцію можна спостерігати при згорянні палива у спеціальних печах, проте в паливних елементах окисно-відновна реакція не супроводжується виділенням диму та полум'я. Реагенти, якими часто використовують водень і кисень, із заданою швидкістю подають від спеціальних pomp до електродів, занурених в електроліт з розчину їдкого калію. Електроди, які зазвичай виготовляють з нікелю, в реакції не беруть участь, і тому вони не вимагають постійних заміन. На негативному електроді, до якого подають відновник водень, утворюються електрони. Навколо позитивного електрода, до якого підводять окисник кисень, виникають іони.

Паливні елементи на фосфорній кислоті широко використовуються в лікарнях, готелях, школах, на терміналах в аеропортах. Цей напрямок розробляє досить багато фірм. Проте, такі автомобілі дуже дорогі: вартість експериментального легкового автомобіля становить від \$200 тис. до \$1 мільйона.

Японська фірма Генерах розробила автомобіль з двигуном на водневому паливі, в бак якого заливається вода. 1 л води вистачає щоб проїхати 80 км. Силова установка такого з паливних елементів мембранного типу, а вартість такого автомобіля поки \$1 мільйон. Але поширена також думка, що це шахрайство на кшталт вічного двигуна.

Під егідою НАТО готується науковий проєкт «Zero Emission SOFCs Operating on Methane Hydrates for Energy Security» з використанням паливних елементів, розроблених в Україні для отримання електроенергії з газогідратів Чорного моря. В ньому будуть брати участь наукові колективи зі США, Росії, України, Білорусі, Азербайджану.

Дослідження ефективності використання паливних елементів в якості бортового джерела електроенергії бойових машин проводяться Командуванням сухопутних військ США з розвитку бойових спроможностей (United States Army Combat Capabilities Development Command, CCDC) та іншими державами-членами НАТО.

Загалом, паливний елемент на водні цілком готовий до застосування. Бракує дрібниці: зробити його компактнішим і дешевшим.

Паливний бак. Проблема полягає в тому, що потрібен якийсь аналог паливного бака, але ж водень у паливний бак не наллеш. Це на сьогодні складає найбільші технічні труднощі. Учені розглядають досить багато варіантів. Наприклад, можна зберігати водень в акумуляторах на основі гідридів інтерметалічних сплавів, із яких за потребою поступово вивільняється чиста речовина. Але за цим варіантом маса водню в загальній кількості речовини (так зване аспектне число) становить всього 5 %, до того ж виникає проблема зі швидкістю вивільнення водню. Можна зберігати водень у рідкому вигляді. Але, по-перше, це вимагає охолодження до температур, близьких до абсолютного нуля (відповідно, зростає вартість водню), а по-друге, заправлений у такий спосіб автомобіль повинен буде витрачати своє паливо якомога швидше. Дуже перспективний напрямок – зберігання водню в наноструктурах (вуглецевих нанотрубках), однак ці дослідження знаходяться поки що на початкових стадіях.



Рисунок 3 – Паливний бак для водню Тойти (toyota-hydrogen-high-pressure-tank)

Найперспективнішим учені вважають збереження водню в балонах високого тиску – більше 350 атм. (аспектне число до 18 % при тиску вище 500 атм.) або отримання його прямо на борті з іншого палива (метанолу чи рідких вуглеводнів: бензину, дизельного палива та ін.), у спеціальних каталітичних реакторах (аспектне число близько 10 %). Такі системи розроблені вченими й за розумних габаритів забезпечують запас водню для пробігу в кілька сотень кілометрів. Конструктори стикаються також і з іншими проблемами. Так, машина (насамперед кабіна) повинна мати систему водневої безпеки.

Для впровадження систем, що використовують водень необхідно вирішити три завдання, – як його виробляти, як його розподіляти і як його зберігати.

У Міністерстві Енергетики США вважають, що кращі металеві гідриди можуть вбирати близько 2 відсотків водню по вазі. Щоб ідея була економічно конкурентоздатною, сховище для водню повинне вбирати як мінімум 6% по вазі. Вчений Джордж Фраудакіс (George Froudakis) і його команда з Критського Університету в Греції розробили новий матеріал, використовуючи дві популярні структури з вуглецю – графен і вуглецеві нанотрубки. Цей матеріал складається з шарів графена, що вистилають паралельно один одному і підтримуваних нанотрубками.

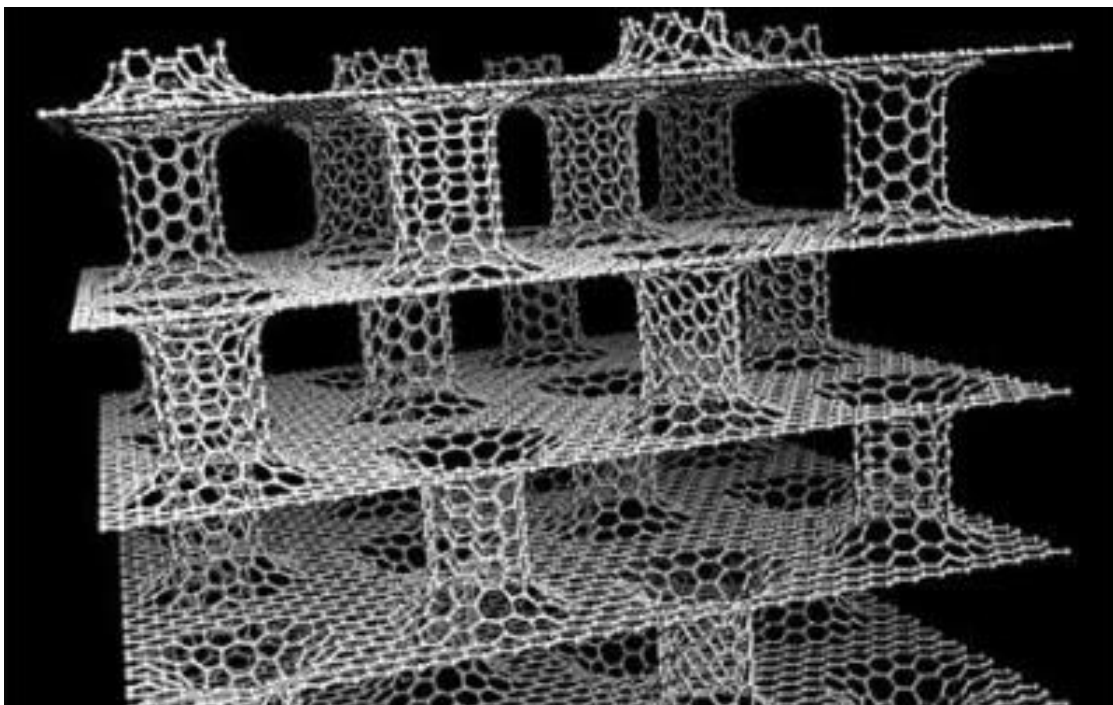


Рисунок 4 – Проект нового паливного баку для водню

Ранні підрахунки команди говорять про те, що матеріал може утримувати до 6,1% своєї ваги у водні. Зараз учені співпрацювати з Дімітросом Гоурнісом (Dimitrios Gournis) з Університету Гронінгена в Нідерландах для справжнього виробництва матеріалу. Зараз вони створили листи з 40 шарів з фуллереном замість нанотрубок як опори. Вони говорять, що до кінця року вони зможуть замінити Фуллерен нанотрубками й створити теоретичний матеріал. Після успішного створення матеріалу учені протестують його на максимальну щільність розміщення вуглецю. Якщо новий тип баків для водню виявиться економічно ефективним для масового виробництва, то проблема пошуку наступного покоління паливних баків для пристроїв, що працюють на водні, може бути вирішена.

Для нашої країни також важливо, не залишитись позаду світових тенденцій. З огляду сучасних досліджень ми маємо потенціал до дотримання цього науково-технічного напрямку.

Висновки. Розглянуті деякі засади створення інфраструктури для водневих автомобілів.

Список літературних джерел

1. Колесников В.А., Ковалев С.Н., Манченко М.В., Пестров С.И. Инженерия поверхности: современное состояние и перспективы развития. // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. Краснодар, 2009. С. 168 – 171.
2. Колесников В.А., Верительник Е.А., Манченко М.В., Колесникова Е.Б. Перспективы использования новых пакетов компьютерных программ при изложении курсов инженерных дисциплин // XV Науково-практична конференція «Університет і регіон: Проблеми сучасної освіти» 11-12 листопада 2009 // 36. Наук. Праць СНУ.-Частина II.- Луганськ.- 2009.– С. 259 - 261.
3. Колесников В.А., Верительник Е.А., Калинин А.В., Пестров С.И. Новый научный софт для изложения инженерных дисциплин // Збірник наукових праць Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля (на підставі матеріалів XVI Науково-практичної конференції “Університет і регіон: проблеми сучасної освіти” 27-28 жовтня 2010 року).- Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 256 -258.
4. Колесников В.А. Новые наноструктурированные высокоазотистые марганцевые стали // Мир Техники и Технологий, 2010. - № 6 - 7. – С. 31 – 33.
5. Колесников В.А., Балицкий А.И. Новые наноструктурированные сплавы – очередной шаг к экологической безопасности планеты // Збірник наук. Праць СНУ ім. В. Даля, № 1 (2). Прикладна екологія. - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010.– С. 137 - 142. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/291330070_70_Kolesnikov_VA_Balickij_AI_Novye_nanostrukturirovannye_splavy_-_ocerednoj_sag_k_ekologiceskoj_bezopasnosti_planety_Zbirnik_nauk_Prac_SNU_im_V_Dala_No_1_2_Prikladna_ekologia_-_Lugansk_vid-vo_im_V.
6. Верительник Е.А., Колесников В.А., Колесникова Е.Б. Новые компьютерные программы для расчета прочностных свойств материалов и конструкций. ЧАСТЬ 1. // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – № 9(151). – Частина 2. – с.11 - 15.
7. В.А. Колесников, А.И. Балицкий, О.А. Погорелов, В.В. Кузнецов, А.В. Калинин Краткий обзор новых достижений в области вычислительного материаловедения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля № 9 (180) Ч.2. 2012. - С. 58 – 63. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333950897_VA_Kolesnikov_AI_Balickij_OA_Pogorelov_VV_Kuznecov_AV_Kalinin_Kratkij_obzor_novyh_dostizenij_v_oblasti_vycislitel'nogo_materialovedenia_Visnik_Shidnoukrainskogo_nacionalnogo_universitetu_imeni_Volodimi
8. Балицкий О.И., Елиаш Я., Колесников В.О., Иваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 28-38. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/19809/materialy2016-28-38.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
9. Balitskii A., Hawrylyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
10. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84953347662&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm=>

11. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607. Режим доступу: <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>
12. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27.
13. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 97 -102. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.
14. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112. Режим доступу: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/1885/17.%20Kolesnikov.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
15. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 113 -120. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/21771/materialy2017-113-120.pdf?sewed=y>.
16. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 - 124. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331960001_Savinova_V_V_Stadnik_O_I_Kolesnikov_V_O_Rozvitok_i_vprovadzenna_nanotehnologij_v_avtomobilah_Problemi_ta_perspektivi_rozvitku_avtomobilnogo_transportu_materiali_V-oi_Miznar_nauk-tehn_internet-konf_13-
17. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331332036_Kolesnikov_V_O_Koncepcia_provedenna_diaagnostiki_tehnicnih_sistem_za_analizom_produkativ_znosuvanna_ta_rizanna_Konferencia_molodih_naukovciv_i_spezialistiv_Fiziko-mehanicnogo_institutu_im_G_V_Karpenka_N
18. Balitskii O., Kolesnikow W., Owsyannikow A., Lizunow S.,Eliasz J. Data science approaches to diagnostics of metal stress-strain state using semiconductor sensor suitable for system design // Badania Nieniszczące i Diagnostyka (Non-destructive testing and diagnostics). – 2018. – Vol. 4. – P. 38-41. DOI 10.26357/BNiD.2018.005. Режим доступу: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-fe303704-27bf-4852-be7e-488c9299d910?printView=true>.
19. Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 31 - 36. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331302437_154_Kolesnikov_Vinnitsya_P31_36_Buvalec_M_U_Rulevska_T_F_Kolesnikov_V_O_Stan_vprovadzenna_vodnevih_tehnologij_na_sucasnomu_transporti_Problemi_ta_perspektivi_rozvitku_avtomobilnogo_transportu_material
20. Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 168 – 172. Режим доступу: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22234/material2018-168-172.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
21. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля

майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 181 - 189.

22. Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 198 - 202. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/331303941>
[Stadnik L D Kolesnikov V O Sonacni batarei ak dopomizne obladnanna dla elektromobiliv Problemi ta perspektivi rozvitku avtomobilnogo transportu materialy VI-oi Miznar nauk-tehn internet-konf 12-13 kvi.](https://www.researchgate.net/publication/331303941)

23. Balitskii Alexander, Valerii Kolesnikov Hydrogen effects on the formation of nickel based superalloys cutting and wear products // 22nd European Conference on Fracture - ECF22 August 26th to 31st, 2018. Belgrade, Serbia. Сербія. Белград. Режим доступу: https://easychair.org/conferences/conference_info.cgi?a=17335182;track=197446.

24. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гребенюк С.О., Еліаш Я.Я., К.Ф. Абрамек. Устаткування для технічної діагностики системи поршень-втулка-циліндр при зношуванні конструкційних сплавів у водневмісному газовому середовищі. Патент на корисну модель України 127154 від 25.07.18, МПК (2016.01) G01N 3/56 (2006.01) G01N 15/10 (2006.01). Заявка № у 2017 11856; Чинна від 4.12.2017.- 4 с. Бюл.№ 14, 25.07.2018. <http://base.uipv.org/searchInvStat/>. - ідентифікатор 2484230718.

25. Водневе авто. <https://uk.wikipedia.org>.

26. Водневий двигун. <https://uk.wikipedia.org>.

27. Паливний елемент. <https://uk.wikipedia.org>.

28. Учені проектують новий паливний бак для водню. <http://vkurse.ua/ua/technology/toplivnyy-bak-dlya-vodoroda.html>.

29. Toyota Mirai — серійний автомобіль на водороді. <https://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle/>

30. Вадим Єрченко. Mercedes-Benz випустила перший у світі водневий електрокар <https://tokar.ua/read/29205>

Балицький Олександр Іванович – провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Іщенко Богдан Миколайович – магістр за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

Балицький О. І., д.т.н., проф.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Іщенко Б. М.

ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ВОДНЕВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ. ЧАСТИНА 2

В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, що стосуються розвитку водневих технологій в тому числі пов'язаних з транспортною галуззю

Зараз в високо розвинутих країнах продовжується перехід до нових видів екологічного видів палива. Один з таких видів є застосування водню, але для подальшого переходу необхідно розвивати та впровадження нові технології в тому числі і інфраструктуру. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування «водневих» технологій в транспортній галузі.

Раніше авторами, деякі аспекти, що стосуються впровадження нових технологій та підходів, щодо водневостійких матеріалів та впливу водню на властивості матеріалів були висвітлені в наступних роботах [1-45].

Згідно джерела [46] в Україні побудують установку з виробництва водню. Регіональна газова компанія (РГК) планує побудувати установку з виробництва водню на одному зі своїх експериментальних полігонів. У лютому 2020 року РГК приступила до тестової транспортуванні суміші водню і природного газу на закритих ділянках газорозподільної системи в п'яти областях країни.

Виробництво водневого пального. Сучасні технології виробництва водню далекі від досконалості. Але сьогодні вже одержують по 500 млрд м³ водню на рік. Половина виробленої кількості йде на амонійні добрива, решта – на виробництво сталі, скла, маргарину та ін. В основному водень одержують за допомогою парового риформінгу природного газу: метан при високих температурах (900°C) у присутності нікелевого каталізатора реагує з паром. Поки що такий водень найдешевший [47].

Є й інші технології отримання водню, наприклад крекінг, електроліз або перероблювання біомаси (соломи, деревини). Кожен із цих варіантів має свої недоліки. Для перероблювання біомаси: її нагрівають на 500-600°C, після чого виходять спирти (метанол, етанол), які, перетворюються на водень. Також можна нагріти біомасу до більш високих температур (1000°C), тоді вона повністю перетвориться на газ і вийде суміш Н₂ і СО. Але для такого процесу знадобиться дуже багато сировини. За розрахунками [47], якщо усю родючу територію Франції пустити на вирощування біомаси, то водню, отриманого з неї, не вистачить навіть на те, щоб покрити потреби цієї країни в паливі навіть для нині наявних автомобілів.

Деякі способи отримання водню узагальнені в роботах [52-56].

Один з найпростіших способів отримання водню – електроліз (електричне розщеплення води). Результат – водень і кисень. Взагалі ефективність цього процесу не дуже висока: треба витратити 4 кВт електроенергії, щоб одержати 1 м³ водню, який, згоряючи, дасть лише 1,8 кВт енергії. Проте електроліз води досить перспективний. Також можна використовувати енергію атомної електростанції у години слабкого навантаження (коли вироблена там енергія виявляється непотрібною) або, зрештою, поновлювані джерела енергії (сонячні батареї, енергію вітру, припливу й ін.). Ця технологія активно розвивається: електроліз для більшої ефективності можна проводити за підвищеною температурою або тиском.

Зараз біологи активно розробляють ще один напрямок. Деякі водорості й бактерії в процесі фотосинтезу розкладають воду та виділяють водень. Проблема в тому, що вони роблять це тільки за відсутності кисню, отже, процес триває протягом дуже короткого часу, тому що при розкладанні води, природно, утворюється і кисень. Завдання вчених – за

допомогою генної інженерії продовжити цей період, тоді сонячні райони нашої планети були б забезпечені воднем.

Вчені Каліфорнійського університету в Берклі в 1999 році виявили, що якщо водоростям не вистачає сірки і кисню, то процеси фотосинтезу у них різко слабшають і починається бурхливе вироблення водню. Також водень може виробляти група зелених водоростей, наприклад, *Chlamydomonas reinhardtii*. Водорості можуть виробляти водень із морської води, або навидь, каналізаційних стоків.

Водень успішно використовують як сировину вже багато років. Загальна оцінювальна вартість ринку сировини водню – 115 млрд \$ і, як очікується, вона буде тільки зростати, досягнувши до 2022 року 155 млрд \$. В наші дні водень широко застосовують у різних галузях і секторах (рис. 1).

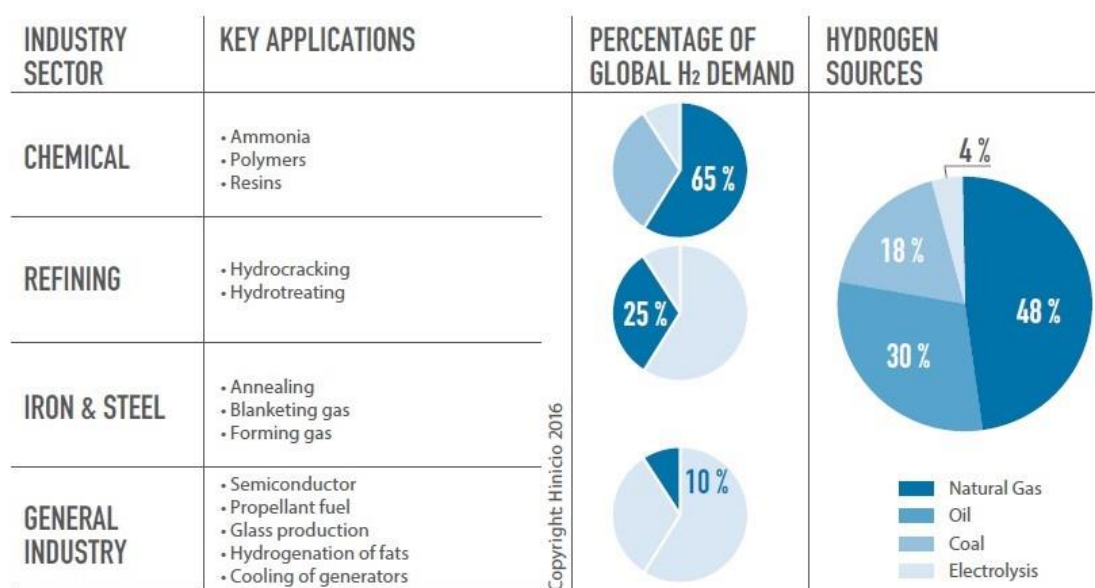


Рисунок 1 – Світовий попит і джерела виробництва водню. Джерело: IRENA, Hydrogen from renewable power. Technology outlook for the energy transition, Sep'18 [47]

Термохімічний спосіб. Деякі теплові процеси використовують енергію з різних ресурсів, таких як природний вугілля, газ, або біомаса, щоб добути водень із їхньої молекулярної структури. Низькі ціни на газ в Росії, на Близькому Сході, а також в Північній Америці породжують одні з найнижчих витрат на виробництво водню. Імпортери газу, зокрема Корея, Японія, Китай, а також Індія, змушені боротися з вищими імпортними цінами на газ, що призводить до збільшення витрат на виробництво водню (рис. 2).

Серед наявних термохімічних процесів розрізняють:

Перетворення природного газу, або парова конверсія метану. Природний газ містить метан, який можна використовувати для виробництва водню. При паровій конверсії метан реагує з паром під тиском 3 - 25 bar у присутності каталізатора з утворенням водню, оксиду вуглецю і відносно невеликої кількості вуглекислого газу.

Газифікація вугілля – один із методів, за допомогою якого можна виробляти рідке паливо, хімікати, електроенергію, та водень. Так, водень отримують шляхом першої реакції вугілля з киснем та паром при високому тиску і температурах з утворенням суміші, що складається в основному з монооксиду водню та вуглецю.

Газифікація біомаси – процес, при якому органічні або викопні вуглецеві матеріали перетворюються при високих температурах (> 700 °C), без спалювання, з контрольованою кількістю пари і/або кисню в оксид вуглецю, вуглецю і водень діоксид.

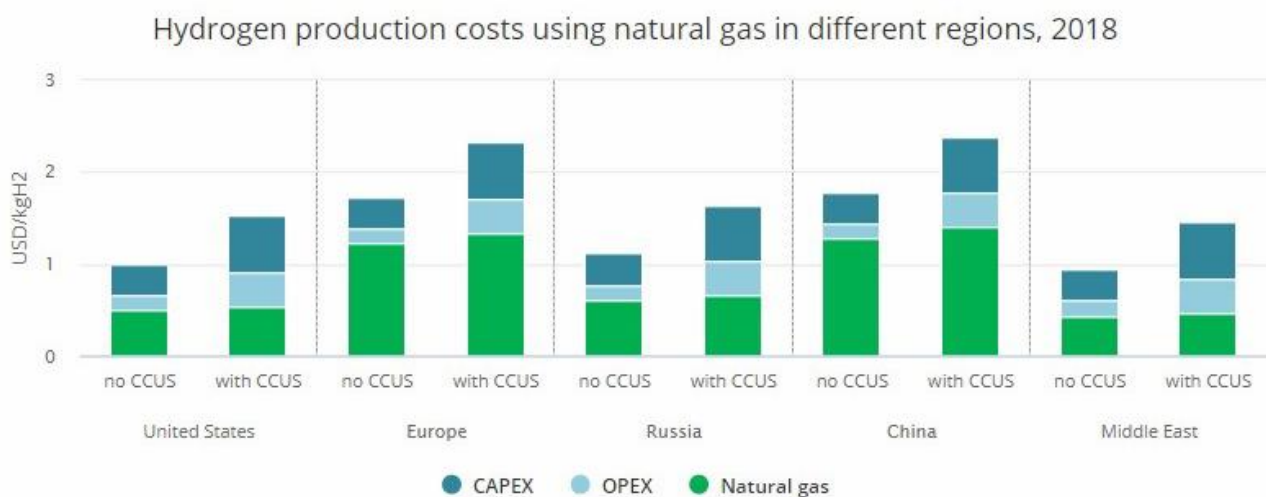


Рисунок 2 – Витрати на виробництво водню з використанням природного газу в різних регіонах. Джерело: The Future of Hydrogen Seizing today's opportunities, IEA, 2019 [47]

Сонячний термохімічний водень. При термохімічному розщепленні води використовують високі температури (від концентрованої сонячної енергії або від непотрібного тепла ядерно-енергетичних реакцій) та хімічні реакції для виробництва кисню й водню.

Рідке перетворення на основі біомаси. Рідини, отримані з ресурсів біомаси, включаючи біомасло й етанол, можуть бути перетворені для виробництва водню в процесі, аналогічному перетворенню природного газу.

Електролітичний спосіб. Електролізатори використовують електрику для розщеплення води на кисень та водень. Ця технологія добре розроблена і комерційно доступна. Різні електролізатори працюють по-різному, в основному через різного типу матеріали електроліту. Виділяють лужні, полімерні електролітичні мембранні, тверді оксидні електролізатори.

На рис. 3 наведено приклад установки з виробництва водню електролізним способом, яка володіє додатковою перевагою - можливістю отримувати газоподібний кисень (як цінний побічний продукт).

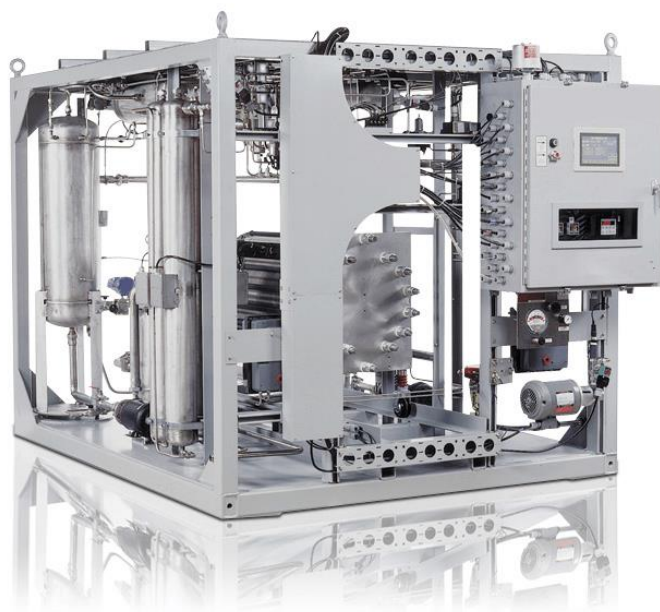


Рисунок 3 – Промисловий генератор водню [51]

Виробництво водню методом електролізу – найпростіший і найдоступніший промисловий спосіб отримання водню з існуючих. При електролізі води в лужному розчині витрачається тільки вода (під впливом постійного електричного струму), лужний розчин додається для мінімізації електричного опору і для сприяння реакції, але не витрачається в процесі.

У всьому світі провідні дослідницькі інститути вивчають процеси штучного фотосинтезу, в яких сонячні промені беруть участь в хімічних реакціях, спрямованих на декомпозицію води для утворення водню. В Японії вчені створили унікальну гібридну технологію, яка дозволила одночасно отримувати водень за рахунок розщеплення води і електрики за допомогою фотовольтаїки.

Такі пристрої ще не досягли рівня реальних комерційних продуктів, оскільки для підтримки хімічної реакції часто потрібно додаткове джерело енергії. Але концепція постачання електролізера сонячною енергією для вироблення водню стрімко розвивається.

За словами розробників, інноваційна сонячна панель здатна поглинати 20,2% сонячного світла, при цьому її ефективність з вироблення водню склала 6,8%, а з електрики – 13,4% [62].

Процеси прямого сонячного розщеплення води.

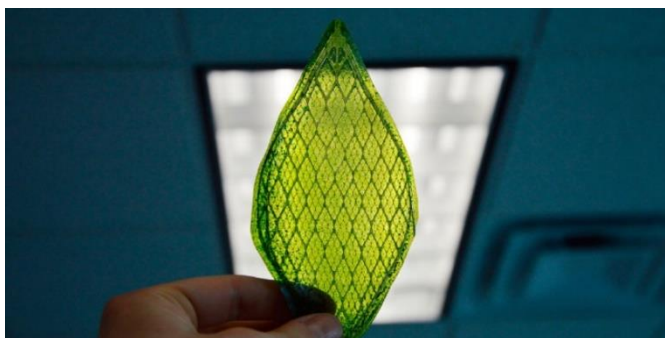
Метод фотолізу використовують для розщеплення води на кисень й водень за допомогою сонячної енергії. Зараз метод знаходиться на ранній стадії дослідження і ділиться на: **фотобіологічний** – для отримання водню використовують мікроорганізми й сонячне світло; **фотоелектрохімічний** – водень виробляють з води з використанням сонячного світла і спеціалізованих напівпровідників, так званих фотоелектрохімічних матеріалів, які використовують світлову енергію для прямої дисоціації молекул води на водень і кисень (це тривалий технологічний шлях із потенціалом зниження викидів парникових газів або їхньої відсутності);

Біологічні процеси. Бактерії та мікроводорості можуть виробляти водень за допомогою біологічних реакцій, використовуючи сонячне світло або органічні речовини. Розрізняють конверсію мікробної біомаси (здатність мікроорганізмів споживати і перетравлювати біомасу і виділяти водень) і фотобіологічний процес.

Фахівці прагнуть створити «водневі будинки», які зможуть не тільки знизити кількість що надходить в навколишнє середовище CO₂, а й переробляти його в процесі штучного фотосинтезу. Для підтримки реакції використовується сонячна енергія, а кінцевим продуктом є водень (рис. 4 а, б).



а)



б)

Рисунок 4 – Прототип «водневого» будинку, який використовує CO₂ для штучного фотосинтезу - а. Для підтримки процесу штучного фотосинтезу було створено спеціальний конверсійний пристрій на металоксидній підкладці – б [62]

Фахівці компанії Iida GHD спільно з співробітниками університету створили дві нові технології. Перша - пристрій для вироблення і зберігання мурашиної кислоти, з якої згодом

виділяється водень. Друга технологія полягає у використанні синтезованого водню для ефективного виробництва енергії [62].

Для підтримки процесу штучного фотосинтезу було створено спеціальний конверсійний пристрій на металоксидній підкладці, який споживає сонячну енергію і використовує віологен, каталізатор розщеплення воденьвмісних кислот (дегідратази) і спеціальні пігменти.

Інженери з Бельгії стверджують, що сонячні батареї можуть не тільки виробляти електрику, а й газоподібний водень, дозволяючи обігрівати будинки, при цьому не збільшуючи викиди вуглекислого газу.

Дослідники з Левенського католицького університету (KU Leuven) розробили панель, яка використовує для вироблення водню сонячну енергію, а також вологість повітря. Дослідна панель може виробляти 250 літрів газоподібного водню в день (рис. 5). Прототип забирає водяну пару та розщеплює її на молекули водню й кисню. Дослідники планують провести польові випробування свого дітища в одному з будинків у містечку Ауд-Хеверле. Протягом літніх місяців водень буде зберігатися під землею в невеличкій посудині під тиском, а потім перекачуватися по всьому будинку протягом зими. Якщо все піде за планом, команда встановить ще 20 панелей неподалік, щоб інші сім'ї також могли використовувати зелений (тобто екологічно чистий) водень.



Рис. 5. Сонячна панель розщеплює воду для виробництва водню [59].

Японські дослідники з Національного інституту матеріалознавства, Токійського університету й університету Хіросіми провели спільний техніко-економічний аналіз виробництва водню з фотоелектричної енергії з використанням електролізера на батарейках.

Результати цього дослідження дозволили припустити, що вартість водню становить від 17 до 27 ієн/м³ (від 0,16 до 0,25 \$). Спільна дослідницька група розробила інтегровану систему, здатну регулювати кількість розряду/заряду батареї та кількість вироблюваного електролізом водню залежно від кількості вироблюваної сонячної енергії. Потім команда оцінила економічну доцільність системи (рис. 6).

Очікується, що до 2030 року з'являться акумуляторні батареї, які будуть розряджатися з низькою швидкістю.

Розвиток «водневої економіки» на прикладі Японії [56].

Після фукусімської аварії в березні 2011 року в Японії призупинили роботу більшості АЕС і приступили до розробки дорожньої карти щодо розвитку водню і паливних елементів. У червні 2014 року цю дорожню карту затвердив уряд.

Фаза 1. Розширення сфер використання паливних елементів (ПЕ) на базі водню 2017: масове ринкове тиражування ПЕ для комерційного і промислового використання.

~ 2020: зниження цін на водень до рівня, еквівалентного цінами на інші види палива для гібридних автомобілів.

~ 2025: зниження цін на автомобілі на базі ПЕ до рівня цін гібридних автомобілів.

Фаза 2. Створення системи поставок водню

Середина 2020-х: стратегічні партнерства з зарубіжними постачальниками водню (планована ціна покупки - \$ 3 / кг) і створення комерційної системи розподілу водню.

~ 2030: початок експлуатації об'єктів з виробництва, транспортування, зберігання водню на базі імпортного палива. Масове впровадження технологій генерації електроенергії на базі водню.

Фаза 3. Створення безвуглецевої системи поставок водню

~ 2040: повномасштабна експлуатація об'єктів з безвуглецевого виробництва, транспортування та зберігання водню.

Колишній автомобільний завод Toyota біля Мельбурна незабаром стане комерційним місцем виробництва та заправки воднем.

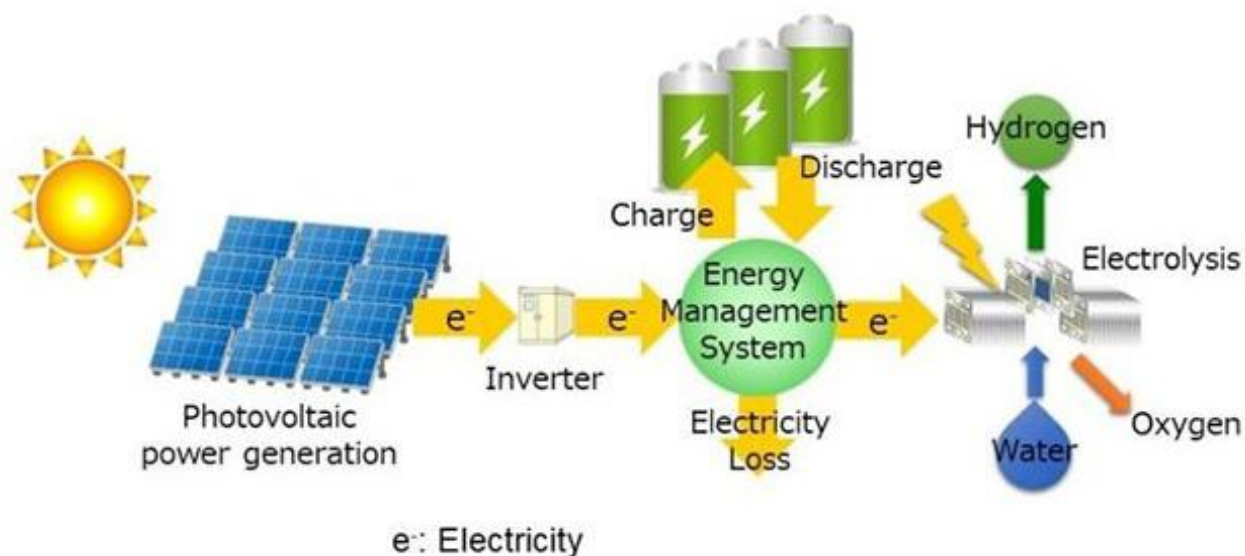


Рисунок 6 – Система здатна регулювати кількість заряду/розряду батареї та кількість вироблюваного електролізом водню залежно від кількості вироблюваної сонячної енергії

Австралійське агентство з відновлюваних джерел енергії (ARENA) внесе 3,1 млн дол. США, щоб допомогти в створенні Toyota Australia Hydrogen Center. Загальна вартість центру – 7,4 млн доларів. Центр буде використовувати сонячні фотоелектричні батареї та акумулятори для виробництва водню. Водень будуть виробляти за допомогою електролізу, а потім стискати його в паливні елементи. Toyota Australia Hydrogen Center буде також включати освітній центр та першу інфраструктуру для заправки воднем комерційних транспортних засобів [47].

Близько 97% норвезької електроенергії виробляється гідроелектростанціями, зараз є 15 кВт*год надлишкової потужності, тому необхідні нові способи використання цієї зеленої енергії. У вигляді водню її надлишки можна зберігати, розподіляти й робити доступними для ринків, що зростають із нульовим рівнем викидів як в Норвегії, так і за кордоном.

У США провели дослідження: розробили спрощену модель для визначення та оптимізації теплових і економічних характеристик побутових фотоелектричних систем з електролізером, або з фіксованими панелями, або з панелями стеження за сонцем з використанням річного сумарного сонячного випромінювання на горизонтальній поверхні та кліматичних даних. Вибрали 12 місць із чотирьох кліматичних зон (сухої, тропічно-субтропічної, помірної, прохолодно-снігової). Моделювання було проведено для отримання даних про виробництво водню для різних місць, а отримані дані зіставлені для отримання виробництва водню в фотоелектричній системі в кг/кВт/год залежно від загального річного

сонячного випромінювання на горизонтальній поверхні. Встановлено, що виробництво водню з фіксованими фотоелектричними панелями варіюється від 26 до 42 кг/кВт/год і має вартість від 25 до 268 \$/ГДж [47].

У США, Японії та скандинавських країнах від енергоустановок з водневими паливними елементами (потужністю понад 1 МВт) живлять великі бізнес-центри, госпіталі, житлові будівлі. В Японії діє ціла держпрограма створення побутових автономних водневих станцій - в країні їх уже кілька тисяч. Також японці працюють над програмою широкомасштабного використання водню, перш за все за допомогою модернізації енергетичного сектора та збільшення числа електростанцій, що працюють на водневому паливі.

25 вересня 2019 року Гесгенська гідроелектростанція (Alpiq Gösgen) сформувала епіцентр логістики з нульовим рівнем викидів на один день: Hydrospider AG і Hyundai Hydrogen Mobility (ННМ) представили бізнес-модель, засновану на зеленому водні, яка не має аналогів у Європі.

У Великобританії розроблений перший термодинамічно оборотний хімічний реактор, який виробляє водень у вигляді чистого потоку – без необхідності відокремлювати його від інших хімічних елементів (рис. 7).



Рисунок 7 – Реактор для виробництва «зеленого» водню [60]

Реактор, описаний в статті журналу Nature Chemistry, не змішує взаємодіючі гази і переміщує кисень між потоками реагентів через твердотільний кисневий резервуар. Він спроектований таким чином, щоб підтримувати рівновагу з потоками, що вступають в реакцію газів і, відповідно, дозволяють зберігати «хімічну пам'ять» станів. В результаті водень виробляється як чистий потік, який не потребує дорогого виділення фінального продукту [60]. Дозволяючи воді і окису вуглецю вступати в реакцію для виробництва водню і двоокису вуглецю, система запобігає потраплянню вуглецю в потік водню. Цю ж технологію, можна застосувати не тільки до водню, але і до інших газів.

Планується, що до 2025 року 1600 швейцарських електромобілів Hyundai на паливних елементах будуть перевозити вантажі з зеленим воднем. Перша швейцарська установка з виробництва водню в промисловій експлуатації нині будується на Гесгенській ГЕС. З кінця 2019 року електролізна установка Hydrospider AG потужністю 2 МВт буде виробляти водень для перших приблизно 50 електромобілів на паливних елементах, які будуть поставлені у Швейцарію у 2020 році.

Як видно з графіка нижче, з 1975 року попит на водень виріс більше ніж утричі, і продовжує зростати: майже повністю постачається з викопного палива, причому 6% світового природного газу і 2% світового вугілля йде на виробництво водню (рис. 8).

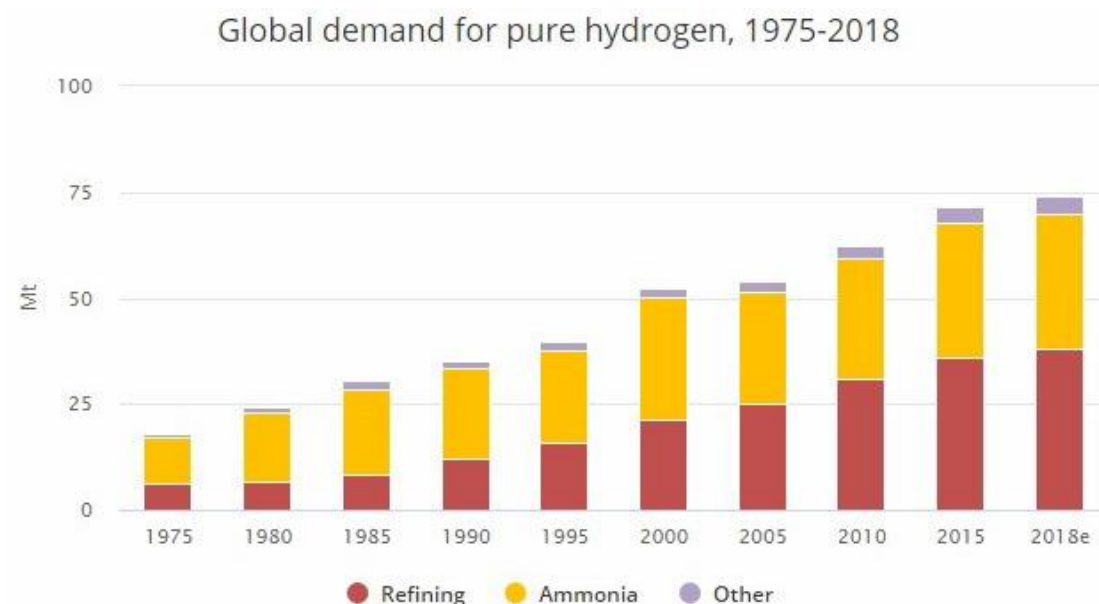


Рисунок 8 – Попит на водень [47]

Зі зменшенням витрат на відновлювану електроенергію, зокрема від сонячної фотоелектричної енергії та вітру, інтерес до електролітичного водню зростає, і останніми роками було реалізовано кілька демонстраційних проєктів. Виробництво всієї виділеної сьогодні енергії водню з електроенергії призведе до споживання електроенергії в 3600 ТВт*год, що більше, ніж загальний річний обсяг виробництва електроенергії в Європейському союзі (рис. 9).

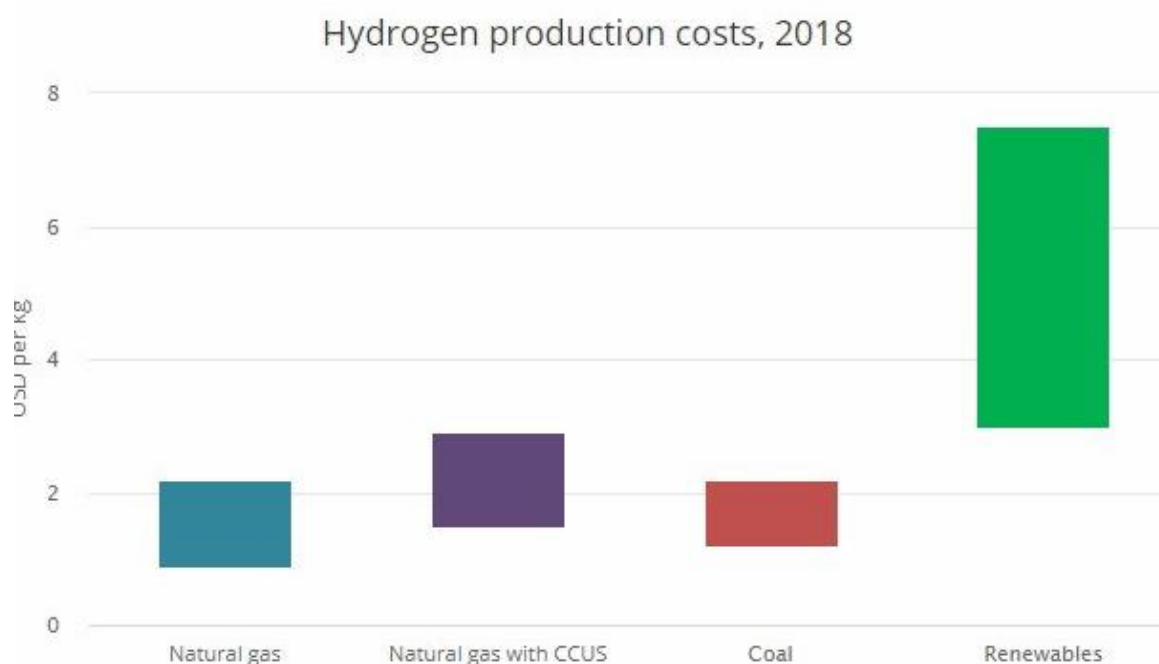


Рисунок 9 – Витрати на виробництво водню [47]

Зі зменшенням витрат на вітрове виробництво і сонячне фотоелектричне, будівництво електролізерів у місцях із відмінними умовами використання ВДЕ може стати недорогим варіантом постачання водню, навіть після врахування витрат на передачу та розподіл транспорту водню з (часто віддалених) місць відновлюваних джерел енергії кінцевим користувачам (рис. 10).

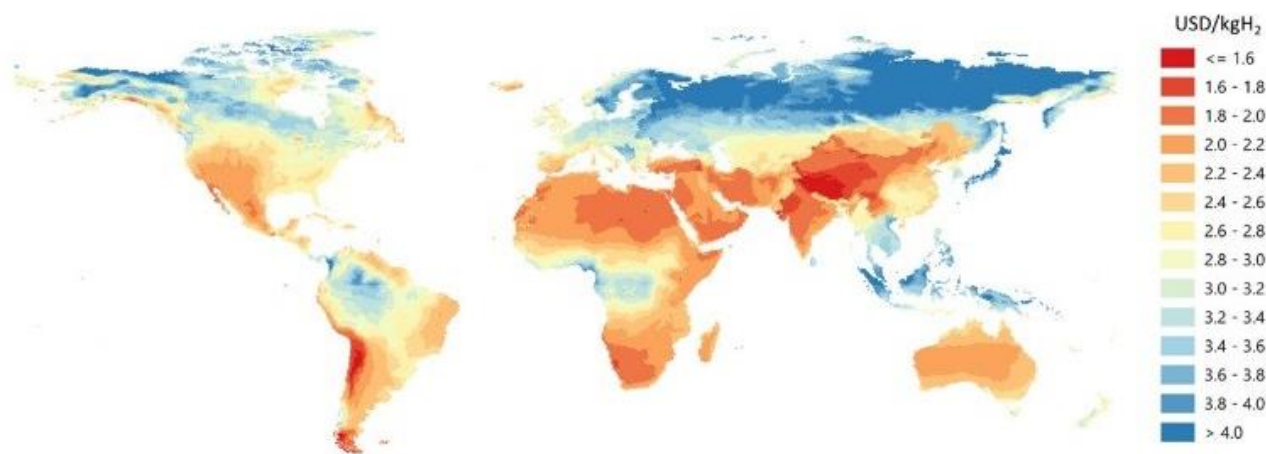


Рисунок 10 – Витрати на водень від гібридних сонячних фотоелектричних і наземних вітрових систем у довгостроковій перспективі [47]

Водень вже широко використовують у деяких галузях промисловості, але він ще не реалізував свій потенціал для підтримки переходів у сфері чистої енергії. Для подальшого подолання бар'єрів і зниження витрат необхідні амбітні, цілеспрямовані та короткострокові дії.

Тривають пошуки нових способів одержання водневого палива, наприклад, з відходів. Так, наприклад, відомий патент [58]. Винахід відноситься до способу обробки органічних матеріалів, що розкладаються анаеробно зі сміттєвих матеріалів або осадів стічних вод, і до пристрою для відділення діоксиду вуглецю від інших газоподібних речовин, отриманих при розкладанні органічного матеріалу. Спосіб включає формування реакційної суміші, що містить органічні матеріали, які анаеробно розкладаються, додаванням до неї електричного потенціалу і збір газу. Для отримання газу, що містить підвищену кількість водню і знижену кількість метану в порівнянні з газами, що утворюються мимовільно із зазначених органічних матеріалів, що анаеробно розкладаються, здійснюють переривчасту генерацію електричного струму з інтервалами, які визначаються відповідно до змісту водню і/або метану, в газі, отриманому з органічного матеріалу. Технічний ефект - підвищення продуктивності за воднем при зменшенні енерговитрат, скорочення часу, необхідного для переробки органічних матеріалів.

Разом з тим поширення водневої енергетики поки обмежена відсутністю інфраструктури. Найстарішому водневого трубопроводу в районі міста Рур (Німеччина) всього 50 років, а найдовший подібний трубопровід має протяжність всього лише 400 км. При цьому в різних країнах є підмога - розвинена мережа газових трубопроводів, по яких можна передавати метано-водневу суміш, а потім, вже у споживача, розділяти цю суміш на водень і метан [56].

Водневі заправки вже працюють в Японії, США, Китаї та деяких країнах Євросоюзу. Розвитком водневої заправної інфраструктури займаються такі європейські компанії, як Air Liquide, Air products, H2 Logic, Hydrogen Link, Danish Hydrogen Fuel, Linde, McPhy, Hydrogen Sweden, Icelandic New Energy.

У звіті аналітичної і консалтингової компанії Navigant Research говориться про те, що до 2024 року кількість транспортних засобів з водневими паливними елементами по всьому світу зросте до 580 тис.. До 2026 року їх вже буде 800 тис., а до 2030 року - близько 1,5 млн. до речі, в цьому році за маршрутом Букстехуде - Куксхафен в землі Нижня Саксонія (Німеччина) почнуть курсувати два перших поїзда з водневим паливом Coradia iLint. Розробник, компанія Alstom, планує поставити тільки для цього району 14 таких поїздів до 2021 року [56].

Питання інфраструктури так само важливе, як і масштабне виробництво водню. Крім заправок і трубопроводів є питання в частині транспортування і скраплення. У світі зараз

активно розробляються танкери, авто- і залізничні цистерни, призначені для доставки водню. З'являються нові розподільчі системи, водневі балони високого тиску, автозаправки.



Рисунок 11 – Приклад водневої заправки для автобусів в Китаї [57]

Сьогодні 95% виробленого водню споживачі використовують для власних потреб, а не для продажу. Наприклад, нафтопереробний завод виробляє водень, спалюючи нафтопродукти, і використовує його для отримання бензину. Всього в 2016 році в світі було вироблено 75 млн тонн водню, і лише 5% з них склав товарний водень, який продається на ринку як енергоносіє і хімічний реагент [56]. Однак в майбутньому цей показник напевно буде рости.

У консервативному сценарії зростання споживання промислового водню його частка до 2050 року збільшиться з 70 млн до 230 млн тон на рік. Також буде рости частка товарного водню, з 4 млн до 140 млн тон на рік. При цьому ринок товарного водню, одержуваного з використанням ВТГР, буде формуватися синхронно зі створенням потужностей цих реакторів. Якщо виходити з тези, що це зростання буде забезпечено екологічно чистим виробництвом на основі технологій ВТГР, то для виробництва 140 млн тонн водню в рік до 2050 року в світі повинні бути створені енергоблоки з ВТГР загальною тепловою потужністю 400 ГВт [56].

Компанія Toyota спільно з партнерами, в число яких увійшли фірми Toshiba і Iwatani, а також адміністрації декількох японських префектур, запустила випробувальний проект зі створення локальної енергосистеми, в якій в якості енергоносія виступає водень [63].

По суті система, що отримала назву «End-to-End Hydrogen Supply Chain», передбачає вироблення водню, його транспортування і безпосередньо використання на місцях певним транспортом. За задумом авторів, проект повинен наочно продемонструвати переваги водневого палива для економіки та екології, а також паралельно виявити можливі недоліки і складності в подібному енергетичному ланцюгу.

На першому етапі в ролі експериментальних транспортних засобів виступлять вилочні навантажувачі на водневих паливних елементах, побудовані відділенням Toyota Industries. Паливо для них буде вироблятися на території вітрової електростанції Йокогами за допомогою згенерованої нею енергії і електролізерів виробництва Toshiba. А доставлятися водень на місце буде за допомогою вантажних водневих заправок.

У стратегічних планах Японії побудувати «водневе суспільство», в якому використання паливних елементів дозволило б жити не тільки автомобілі, але і вдома, офіси та інші об'єкти.

Також деякі відомості про розвиток водневих технологій та інфраструктури можна дізнатись в наступних джерелах [64-70].

Висновки. Розглянуті деякі технології з отримання водню та засади для створення інфраструктури для водневого транспорту.

Список літературних джерел

1. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. // Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels. Водневе окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів Problems of corrosion and corrosion protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
2. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ścierne i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16. Режим доступу: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0033-0023>.
3. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17 - 29.
4. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-cieczysmarujaco-chlodzacych.html>.
5. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84953347662 &origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm>
6. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607. Режим доступу: <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>
7. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27.
8. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008. - s.91 - 102. Режим доступу: [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-996444762b2c\\$1&qt=IN_PAGE](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-996444762b2c$1&qt=IN_PAGE)
9. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2.– С.170 - 175.
10. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводораживания // Тези Всеукраїнської конференції молодих вчених "Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології" (СММТ-2008). – Киев. 2008. С. 73. Режим доступу: <http://www.smmt2008.nas.gov.ua/ScientificProgram/12/Pages/posters1.aspx>.
11. Аптекарь. М.Д., Балицкий А.И., Колесников В.А. Трибохимическоматериаловедческий вектор исследований работы узлов трения // Матеріали III Міжнародної науково-

практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009. – С. 95 - 99.

12. Колесников В.А., Калинин. А.В. Водородный фактор износа в узлах трения автомобилей // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009. – С. 111 – 115.

13. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

14. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.

15. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьвмісних середовищ на зношування вузлів тертя навантажених механізмів / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С.254 – 257.

16. Колесніков В.О., Дев'яткін Ю. С., Дев'яткін Д. С. Комп'ютерне моделювання сплавів з урахуванням впливу водню / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С. 258 – 261.

17. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фізико -хімічна механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

18. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводороживания // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання , 2009. – № 5.

19. Колесников В.А., Балицкий А.И., Хмель Я. Особенности морфологии продуктов износа высокоазотистых сталей до наводороживания и после, в условиях сухого трения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 6(136). – Частина 2. – С.185 - 192.

20. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OL PAN, 2010, 10A, 271 - 275 p. Режим доступу: <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TMot10a/Kolesnikov.pdf>.

21. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.

22. Колесников В.А. Влияние водородсодержащих сред на эксплуатационную стойкость оборудования пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, 3-4 листопада 2010 року в СНУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – С. 20 - 21.

23. Манченко М.В., Колесников В.А. Новые сплавы для пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, (3-4 листопада 2010 р. СНУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2010. – С. 27 - 28.

24. Триботехнические свойства азотистых марганцевых сталей в условиях трения качения при добавлении в зону контакта порошков (GaSe) [x]In[1-x] [Текст] / А. А. Балицкий, В. А. Колесников, О. Б. Вус // Металлофизика и новейшие технологии. - 2010. - Т. 32, N 5. - С. 685 - 695.

25. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник

Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

26. Колесников В.А., Балицкий А.И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СХУ.- 2011. – С. 81 – 87. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/337769096_Kolesnikov_VA_Balickij_AI_Povysenie_vodorodnoj_stojkosti_holodnodeformirovannyh_vysokoazotistyh_stalej_-_kak_rezerv_resursosberezenia_materialov_Resursozberigauci_tehnologii_virobnictva_ta_obrobki_ti.

27. Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я. Вплив водню на експлуатаційні властивості сталевих деталей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодар. – С. 14 - 16.

28. Курьлев В.О., Тупельняк О.Л. Колесников В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 104 - 107.

29. Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А. Влияние водорода на эксплуатационные свойства деталей из металлических сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 108 - 111.

30. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.

31. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32 - 37.

32. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О. Сучасні уявлення про водневе матеріалознавство та водень // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 32 - 38.

33. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // О. І. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646.

34. Прохоров Е., Колесников В.А. Создание новых материалов для машиностроения // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 365 - 367.

35. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

36. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 369 - 371.

37. Бихдрикер А.С., Калинин А.В, Колесников В.А. Магнитометрическая система взвешивания автопоездов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 371 - 375.

38. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

39. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного

транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 92 - 100 с.

40. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 204 - 208.

41. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 - 223.

42. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. // Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., м. Херсон. - С. 312 - 316. Modern information and innovation technologies in transport (MINTT - 2018).

43. Балицький О.І., Барна Р.А., Іваськевич Л.М., Колесніков В.О. Тріщиностійкість та довговічність нікель-кобальтових сплавів у водні // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 24 – 26.

44. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.

45. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83.

46. В Украине построят установку по производству водорода. Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/news/3182194/v_ukraine_postroyat_ustanovku_poproizvodstvu_vodoroda.

47. Водень та ВДЕ: світові практики застосування. Режим доступа: <https://avenston.com/articles/hydrogen>.

48. О. П. Кулик, Л. И. Чернышев. Основные направления развития водородной энергетики (Обзор). Режим доступа: http://www.materials.kiev.ua/hydrogen_2011-2015/obzor1.pdf.

49. Фундаментальные проблемы водородной энергетики. Целевая комплексная программа научных исследований НАН Украины. Режим доступа: <http://www1.nas.gov.ua/programs/hydrogen/RU/Publications/1/Pages/default.aspx>.

50. Водород в энергетике : учеб. пособие / Р.В.Радченко, А.С.Мокрушин, В.В.Тюльпа. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 229 с. Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/30843/1/978-5-7996-1316-7.pdf>.

51. Установки по производству технических газов. Проектирование и строительство. Режим доступа: <https://1-engineer.ru/solutions/ustanovki-po-proizvodstvu-tehnicheskikh-gazov>.

52. Олег Соловьев. Получение водорода. Режим доступа: <https://metallurgist.pro/poluchenie-vodoroda/>

53. Получение водорода электролизом воды: современное состояние, проблемы и перспективы./ С.А. Григорьев и др./Транспорт на альтернативном топливе. 2008 №3. С. 62 – 69. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-vodoroda-elektrolizom-vody-sovremennoe-sostoyanie-problemy-i-perspek/viewer>.

54. Получение водорода из природного газа в плазме СВЧ-разряда при атмосферном давлении. / Газовая промышленность № 11 / 777 / 2018 г / Энергоснабжение и энергосбережение/ С. 104 - 113 Режим доступа: <http://neftegas.info/upload/iblock/9fa>

[/9fab2afa3f023999b626ffe5a353c4e0.pdf](#)

55. Совершен прорыв в производстве водородного топлива из воды. Режим доступа: <https://hightech.plus/2018/10/30/sovershen-proriv-v-proizvodstve-vodorodnogo-topliva-iz-vodi>.

56. Андрей Велесюк. Водородная энергетика — тренд XXI века. Режим доступа: http://atomicexpert.com/hydrogen_energy.

57. В Китае открылась первая водородная заправка для автобусов. Режим доступа: <https://rim3.ru/avtonovosti/novosti-kompaniy/v-kitae-otkrylas-pervaya-vodorodnaya-zapravka-dlya-avtobusov/>.

58. Способ и устройство получения водорода из анаэробно разлагаемого органического материала. Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/229/2295502.html>.

59. В Бельгии изобрели солнечную панель для обогрева домов и выработки водорода. Режим доступа: <https://building-tech.org/v-belgii-izobreli-solnechnuju-panel-dlya-obogreva-domov-i-vyrabotki-vodoroda>.

60. Великобритании создан реактор для производства «зеленого» водорода. Режим доступа: <https://building-tech.org/v-velikobritanii-sozdan-reaktor-dlya-proizvodstva-zelenogo-vodoroda/>.

61. Японці тестують водневий будинок, який використовує CO₂ для штучного фотосинтезу. Режим доступу: <https://building-tech.org/japoncy-testirujut-umnyj-dom-kotoryj-ispolzuet-uglekislyj-gaz-so2-dlja-iskusstvennogo-fotosinteza/>.

62. Создана солнечная панель, вырабатывающая электричество и водород. Режим доступа: <https://building-tech.org/sozdana-solnechnaja-panel-vyrabatyvajushhaja-jelektrichestvo-i-vodorod>.

63. Японія буде водневе суспільство. Режим доступа: <https://building-tech.org/japonija-stroit-vodorodnoe-obshhestvo>.

64. Paolo Agnolucci. Hydrogen infrastructure for the transport sector. Volume 32, Issue 15, October 2007, Pages 3526-3544. Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319907001164>.

65. Hydrogen transport & distribution. Режим доступа: <https://hydrogeneurope.eu/hydrogen-transport-distribution>.

66. Developing hydrogen fueling infrastructure for fuel cell vehicles: A status update. (Briefing October 2017). Режим доступа: https://theicct.org/sites/default/files/publications/Hydrogen-infrastructure-status-update_ICCT-briefing_04102017_vF.pdf.

67. Hydrogen Fueling Infrastructure Development. Режим доступа: https://afdc.energy.gov/fuels/hydrogen_infrastructure.html

68. Transport Energy Infrastructure Roadmap to 2050. Hydrogen roadmap. June 2015.

69. Hydrogen in Transport (HIT) Режим доступа: <https://rwsenvironment.eu/subjects/sustainable-mobility/international/hydrogen-transport>.

70. 4th International Workshop on Hydrogen Infrastructure and Transportation. Режим доступа: https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/vehicles/road/hydrogen_en.

Балицький Олександр Іванович – провідний науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Іщенко Богдан Миколайович – магістр за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

Бережна Н. Г., к.т.н., доц.; Волкова Т. В., к.т.н., доц.; Кутья О. В.

ЩОДО ОБСЯГІВ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ, ТЕНДЕНЦІЇ ЇХ ЗМІНИ І ПРОГНОЗУВАННЯ

Проведено аналіз зміни попиту на пасажирські перевезення та величини пасажирообігу в Україні за видами транспорту впродовж останніх десяти років. Визначено тенденцію сезонної зміни пасажирооберту автомобільного, залізничного, авіаційного і водного видів транспорту за останні три роки. Отримано прогнозовані значення величини пасажирообігу по місяцях на 2020 рік за видами транспорту

Вступ. Пасажирські перевезення є невід’ємною частиною єдиної транспортної системи України. Задоволення потреб в переміщенні пасажирів забезпечують залізничний, автомобільний, авіаційний і водний вид транспорту. На зміну попиту впливає ряд факторів. Збільшення чи зменшення пасажирських перевезень тим чи іншим видом транспорту впливає на стратегію розвитку підприємств інфраструктури, що забезпечують транспортне обслуговування населення України.

Метою роботи є визначення тенденції зміни обсягів перевезень пасажирів та пасажирообігу за видами транспорту впродовж останніх 10 років та прогнозування на 2020 рік.

Аналіз існуючих рішень. Питанням визначення тенденції зміни обсягів перевезень пасажирів та пасажирообігу, прогнозуванню цих показників на майбутній період, приділяється увага не лише з точки зору планування роботи транспорту, а також з погляду на розвиток інфраструктури, можливості надання додаткових супутніх послуг, якості життя населення і т.д.

В роботах [1] автор зазначив, що значення транспорту для будь-якої країни є найважливішою та найпотужнішою галуззю. За допомогою транспорту забезпечуються важливі економічні, соціально-політичні й культурні функції [2]. Розвиток транспортної системи України залежать не тільки від розвитку світової економіки, а також від здатності транспортної галузі України вчасно реорганізувати роботу і адаптуватися під потреби населення, зміни в законодавчій базі, вимогах країн ЄС і т.д. Взагалі, пошук методів підвищення ефективності організації процесів транспортного обслуговування населення має за мету покращення якості перевезень пасажирів за рахунок впровадження найбільш ефективних, з точки зору пасажирів, заходів і таких, що водночас потребують мінімальних витрат [3].

Результати дослідження. Базуючись на статистичних даних [4] отримали графік зміни обсягів перевезення пасажирів за видами транспорту за останні десять років (рис. 1). На рисунку чітко видно, що перевезення пасажирів поділено між двома видами транспорту: автомобільним і залізничним. Доля авіаційних і морських перевезень дуже мала. Аналіз даних показав, що майже 90% обсягу перевезень припадає на автомобільний транспорт. Також, прослідковується тенденція зменшення загальних показників перевезень з 2015 року.

Тенденція зміни величини пасажирооберту представлено на рисунку 2. Виходячи з даних графіку помітно, що величини пасажирооберту автомобільного і залізничного транспорту, не дивлячись на значно різні обсяги перевезень, майже рівні і пояснюється це відстанями переміщення пасажирів. Стосовно інших видів транспорту, то в зміні величини пасажирооберту прослідковується чітка тенденція збільшення цього показника на авіаційному транспорті. Доля пасажирооберту кожного виду транспорту в загальному пасажирообігу України за останні 10 років представлено на рисунку 3.

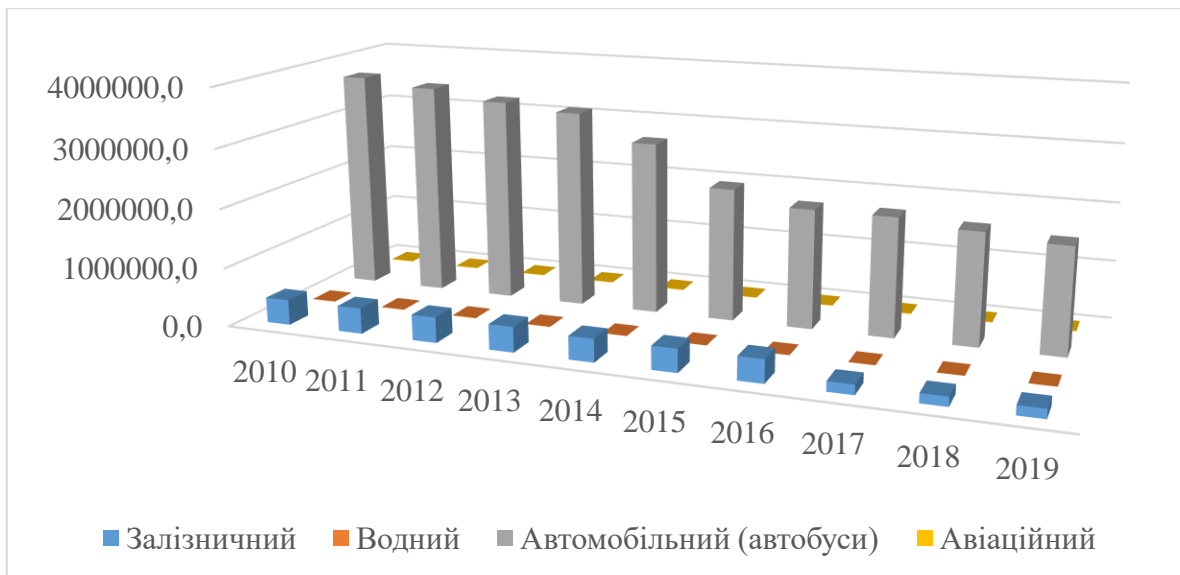


Рисунок 1 – Обсяги перевезень пасажирів по роках за видами транспорту, тис. пас.

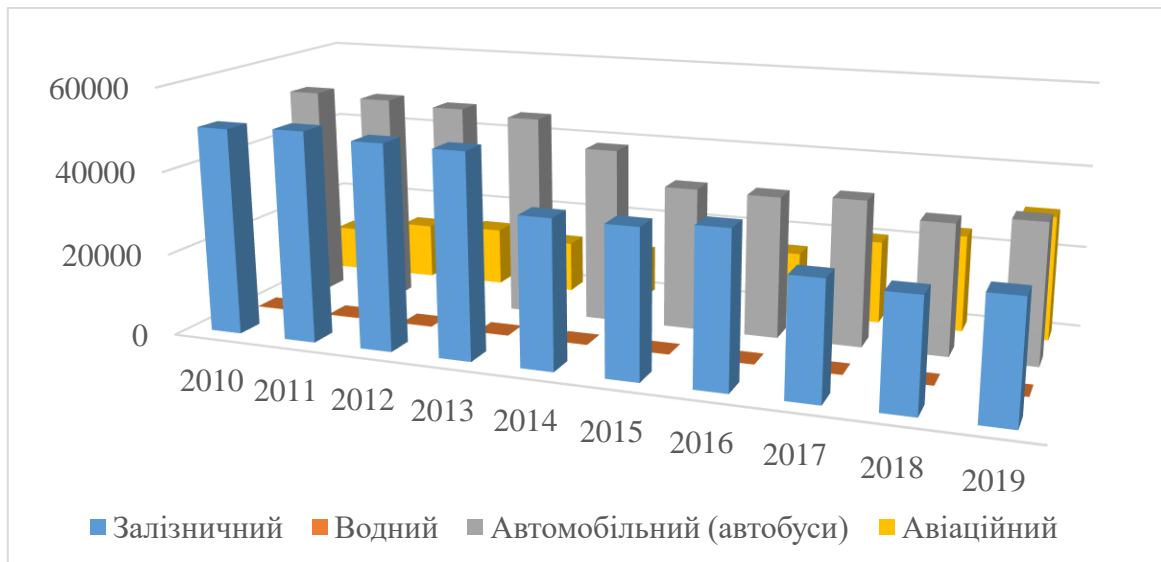


Рисунок 2 - Пасажирооборот по роках за видами транспорту, млн. пас. км

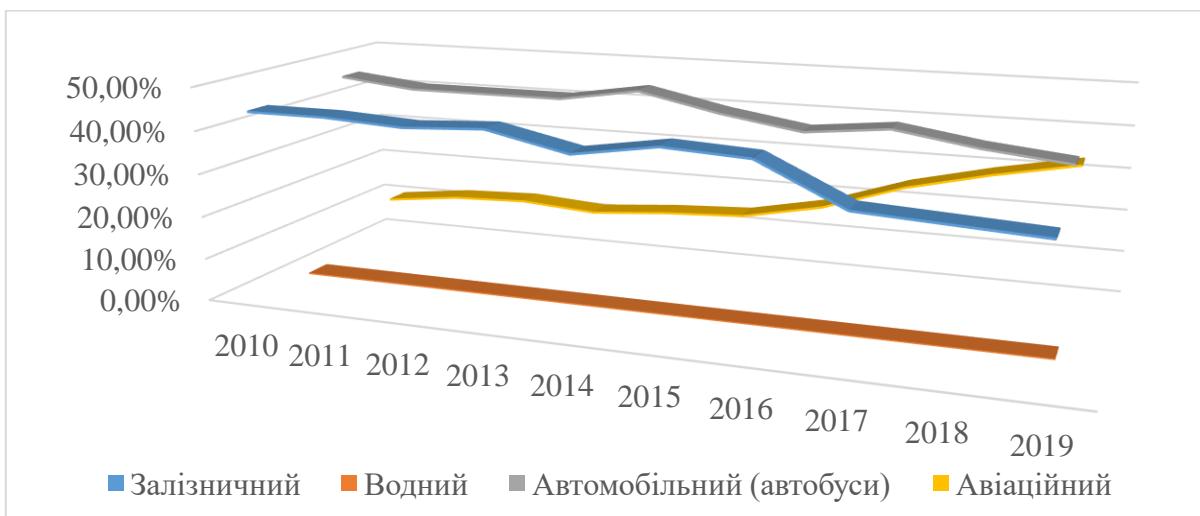


Рисунок 3 - Доля пасажирооберту за видами транспорту по роках

Опираючись на статистичні дані було визначено величину пасажирообігу за останні три роки по місяцях і на підставі цих розрахунків проведено прогнозування пасажирообігу на 2020 рік. Прогнозування проводилося в програмі Excel із врахуванням коефіцієнту сезонності. Результати розрахунків наведено на рис. 4-7.

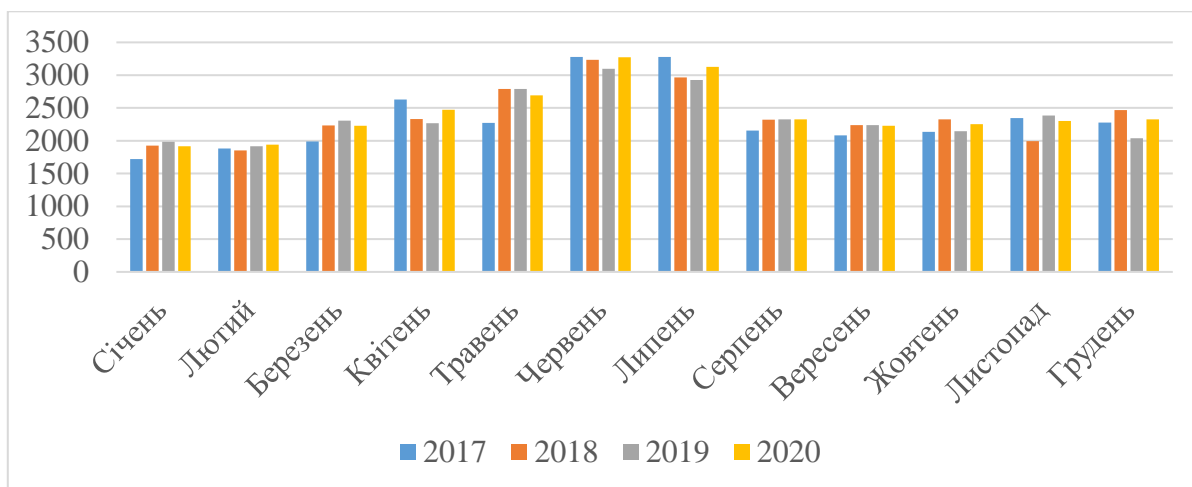


Рисунок 4 – Величина пасажирооберту на залізничному транспорті і прогнозування попиту на 2020 рік по місяцях, млн. пас.км

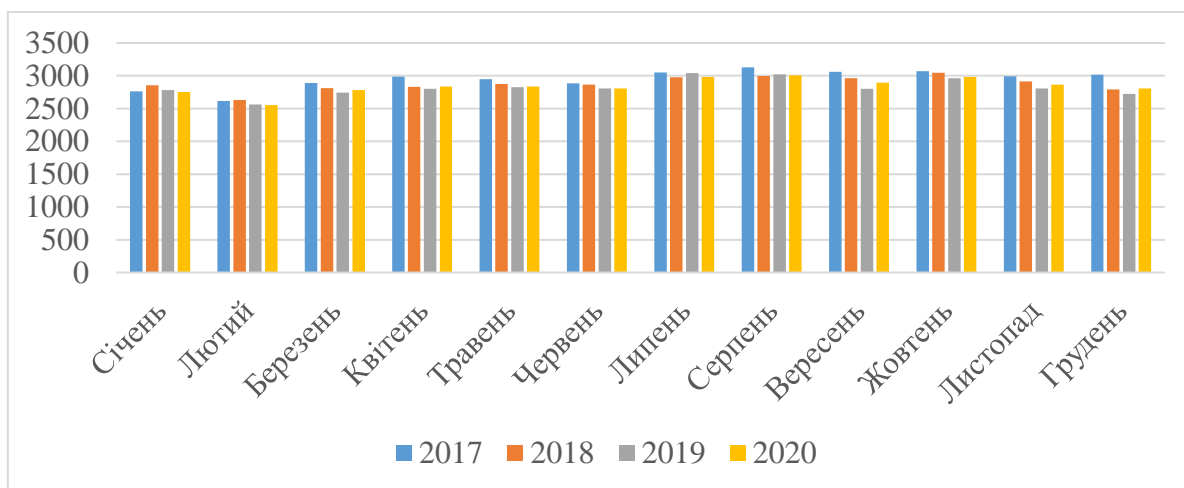


Рисунок 5 – Величина пасажирооберту на автомобільному транспорті і прогнозування попиту на 2020 рік по місяцях, млн. пас.км

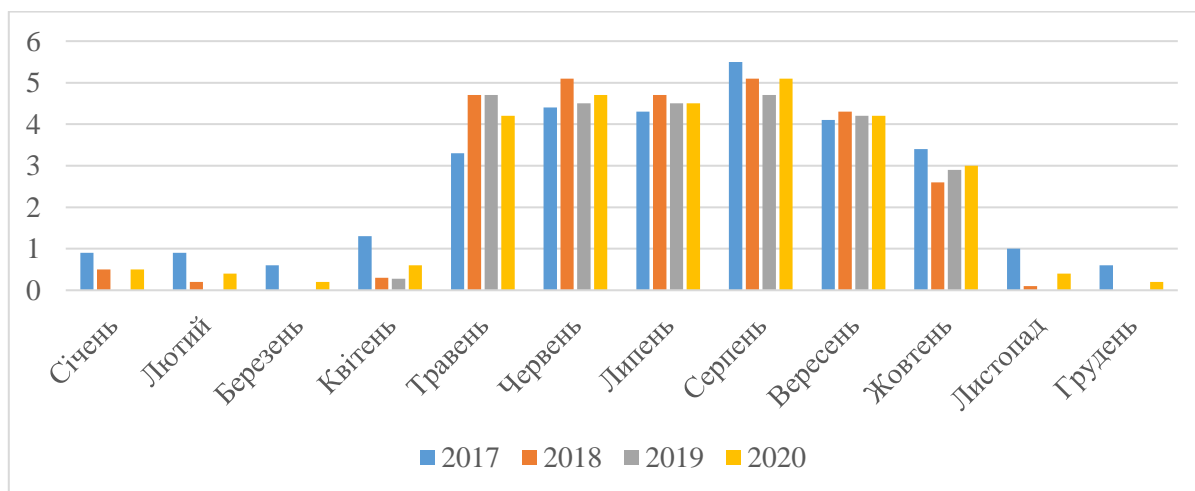


Рисунок 6 - Величина пасажирооберту на водному транспорті і прогнозування попиту на 2020 рік по місяцях, млн. пас.км

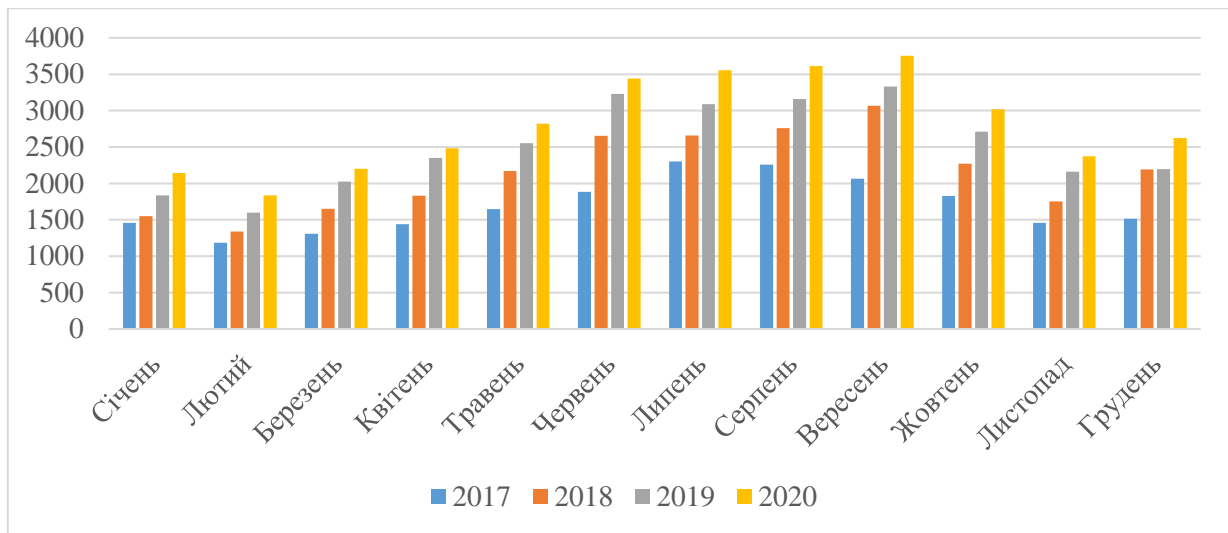


Рисунок 7 - Величина пасажирооберту на авіаційному транспорті і прогнозування попиту на 2020 рік по місяцях, млн. пас.км

Отримані прогнозовані дані щодо величини пасажирообігу за видами транспорту по місяцях дозволили визначити долю пасажирообігу, яка припадає на автомобільний, залізничний, авіаційний та водний види транспорту на 2020 рік. Величину можливого значення долі пасажирообігу за видами транспорту в відсотках представлено на рисунку 8.

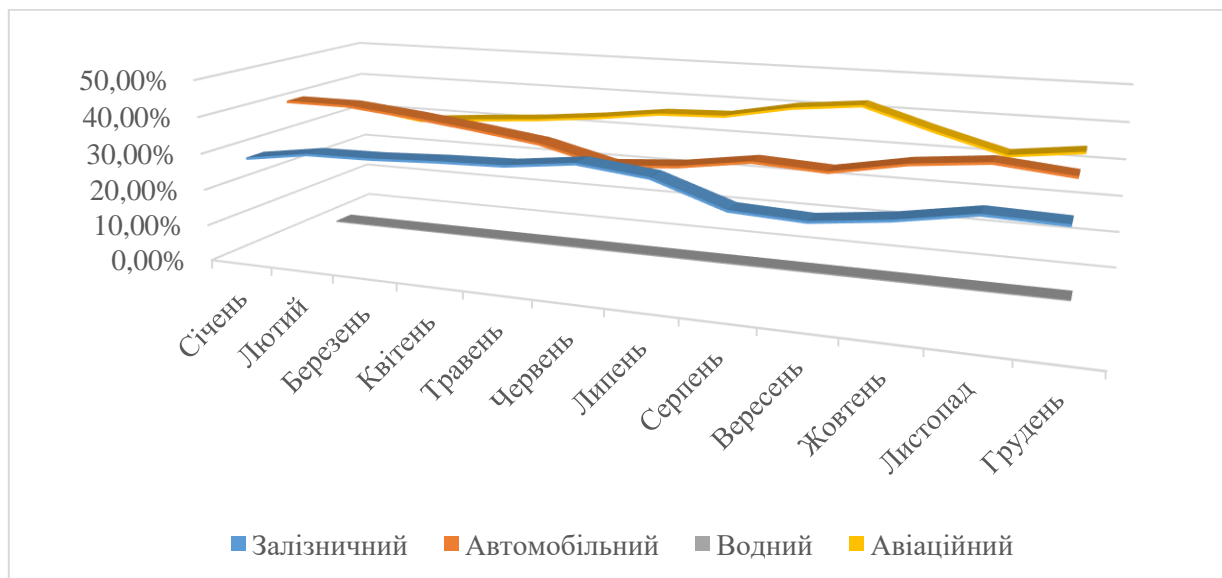


Рисунок 8 - Доля пасажирообігу на прогнозований період за видами транспорту по місяцях

Висновки. Аналіз статистичних даних щодо обсягів перевезень і величини пасажирообігу за видами транспорту впродовж останніх десяти років показав:

- 90% обсягу перевезень пасажирів припадає на автомобільний транспорт;
- пасажирооберт на автомобільному і залізничному транспорті має майже рівні значення;
- спостерігається тенденція стрімкого зменшення обсягів перевезень пасажирів усіма видами транспорту з 2015 року;
- долі пасажирооберту автомобільного і залізничного транспорту в період між 2010 до 2016 року становлять кожний 40 % від загального пасажирообігу усіх видів транспорту. З

2016 року цей показник зменшується. Натомість доля пасажирооберту авіаційних перевезень, навпаки, з 2010 року збільшується. З 2015 року пасажирообіг, що відповідає попиту на авіаційні перевезення, починає стрімко збільшуватися і в 2019 року перевищує величину пасажирообігу залізничного транспорту. Таким чином, у 2019 році долі пасажирооберту автомобільного, авіаційного і залізничного видів транспорту складають по третині від загального пасажирообігу;

- за останні три роки найрівномірніше, в залежності від сезону, змінювався пасажирообіг на автомобільному транспорті. Ця закономірність ще раз підтверджує великий постійний попит на цей вид транспорту. Найбільш коливальний характер залежності значення величини пасажирооберту від пори року має водний транспорт. Залізничний і авіаційний характеризуються збільшенням пасажирообігу в період літніх відпусток і початку осені;

- на прогнозований період середнє значення долі пасажирообігу складе: для автомобільного транспорту майже 43 %; на авіаційні перевезення припаде 41,4 %; пасажиропотік залізничного транспорту складе 36 %; на водному транспорті пасажирообіг приймає найменше значення – 0,03 %.

Таким чином, проведений аналіз дає можливість виявити тенденції зміни попиту на кожний із видів транспорту в минулих роках і отримати картину можливого прогнозованого пасажирооберту на 2020 рік. Визначити слабкі місця в транспортній системі України та розробити заходи щодо підвищення попиту на той чи інший вид транспорту.

Список літературних джерел

1. Сліпуха Т. І. Статистичний аналіз транспортної галузі в Україні / електроний ресурс [file:///C:/Users/Admin/Downloads/nvnau_tech_2017_275_15.pdf]. НУБіП. – 2017. – С 144 – 151.

2. Бережна Н.Г. Особливості організації міжміських перевезень пасажирів / Н.Г. Бережна, О.Кислий // Матеріали II Міжн. науково-практичн. інтернет-конференції «Напрями розвитку технологічних систем і логістики в АПВ» (на честь 90 річчя ХНТУСГ) – Харків: ХНТУСГ, 2020. – С. 22-23.

3. Hickman, M. D. Transit service and path choice models in stochastic and time-dependent networks / M. D. Hickman, D. H. Bernstein // Transportation Science. – 1997. – Vol. 31, Issue 2. – P. 129–146. doi: 10.1287/trsc.31.2.129.

4. Економічна статистика / Економічна діяльність / Транспорт. – Назва з екрану. Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm. Дата звернення 05.04.20.

Бережна Наталія Георгіївна – к.т.н., доцент кафедра транспортних технологій і логістики, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, e-mail: berreg_nat@ukr.net

Волкова Тетяна Вікторівна – к.т.н., доцент, кафедра транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: wolf949@ukr.net

Кутья Олеся Валеріївна – викладач кафедри транспортних технологій і логістики, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, e-mail: bett_2008@meta.ua

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Крещенецький В. Л., к.т.н., доц.; Антонюк В. Г.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ВАРІАНТІВ РОЗПИЛЮВАЧІВ ДИЗЕЛЬНИХ ФОРСУНОК НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАННЯ ПАЛИВА

Розглянуто різні варіанти конструкції розпилювачів дизельних форсунок. Наведено їх переваги та недоліки, вплив на показники роботи дизеля

Вдосконалення процесів розпилювання палива і сумішеутворення є неодмінною умовою задоволення сучасних жорстких вимог до показників токсичності відпрацьованих газів дизелів і їх паливної економічності. Оскільки струмені палива, що розпилюється, формуються розпилювачами форсунок, конструктивне виконання проточної частини розпилювачів помітно впливає на геометричні розміри струменів палива, напрям і динаміку їх поширення, турбулізацію струменів. У ряді робіт [1-2] показано, що для інтенсифікації сумішеутворення потрібно забезпечити найбільшу турбулізацію палива в проточній частині розпилювача. Висока збуреність течії на виході з розпилюючого отвору викликає турбулізацію струменя палива і її швидкий розпад в камері згорання дизеля. Тому в якості ефективного засобу поліпшення процесів розпилювання палива і сумішеутворення розглядається використання розпилювачів, що мають в проточній частині місцеві гідравлічні опори, які турбулізують течію палива в розпилювачі і на виході з розпилюючих отворів.

Значна турбулізація потоку палива в проточній частині розпилювача форсунки досягається за наявності додаткових гідравлічних опорів, виконаних безпосередньо в розпилюючих отворах. В якості таких турбулізаторів розглядаються підвищена шорсткість розпилюючих отворів, наявність гострих кромки на їх вході і виході, виконання гвинтових канавок в розпилюючих отворах. Усі ці заходи досить ефективні, оскільки вказані гідравлічні опори розташовані безпосередньо перед виходом потоку з розпилювача, і виникаюча турбулізація потоку зберігається і в струменях палива, що розпилюється. Але виконання таких турбулізаторів, як правило, трудомістко і незавжди технологічно просто зважаючи на малий діаметр розпилюючих отворів і їх великого числа i_p (у сучасних системах паливоподачі воно досягає $i_p=20$ і більше). Крім того, розпилюючі отвори схильні до закоксування, що знижує ефективність цих турбулізаторів [4].

Відомі і інші підходи до організації підвищеної турбулентності потоку в проточних частинах розпилювачів форсунок. Деякі конструкції таких розпилювачів представлені на рис. 1. Розпилювач на рис.1а призначений для дизелів, в яких форсунки встановлені в голівці циліндрів із зміщенням відносно центральної осі камери згорання. Це призводить до того, що різні розпилюючі отвори знаходяться на різній відстані від стінок камери згорання в поршні. При цьому струмені палива, спрямовані на найменш віддалені стінки камери згорання, стикаються із стінкою і утворюють на ній паливну плівку, що викликає неповне згорання палива, погіршення показників токсичності відпрацьованих газів і паливної економічності. Скорочення довжини струменів палива, що розпилюється, можна досягти шляхом зменшення довжини розпилюючих отворів форсунки. Тому для зменшення долі плівкового сумішеутворення доцільно сформувати струмені палива різної довжини: бажано мати довгі струмені в напрямі віддаленої від розпилюючого отвору форсунки стінки камери згорання і короткі струмені в напрямі найменш віддаленої стінки.

Ряд конструкцій розпилювачів [2], що забезпечують підвищену турбулізацію потоку палива у своїй проточній частині, показані на рис.2. Варіантом конструктивного виконання розпилювача, представленого на рис. 1в, являється конструкція, показана на рис. 2а.

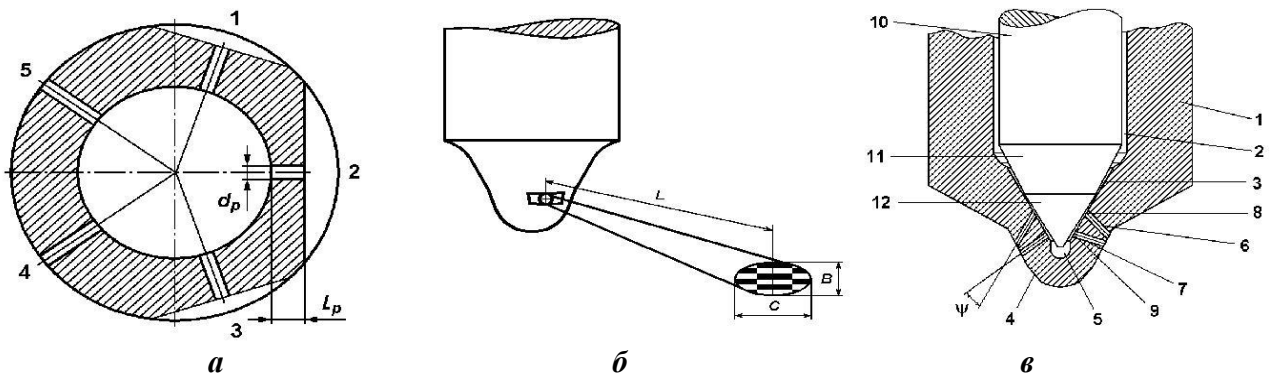


Рисунок 1 – Конструктивні варіанти розпилювачів, що забезпечують вдосконалення процесу розпилювання палива:

а - з розпилюючими отворами різної довжини; б - з канавками, виконаними на носці розпилювача; в - з розпилюючими отворами, що формують пересічні струмені

Цей розпилювач має суміжні розпилюючі отвори, виконані під кутом один відносно одного. Але на відміну від розпилювача на рис.2а вихідні кромки цих розпилюючих отворів утворюють загальну вихідну кромку для цієї пари розпилюючих отворів. При цьому вхідні кромки першого розпилюючого отвору кожної пари отворів розташовані на конічній замочній поверхні корпусу розпилювача, а вхідні кромки другого отвору - в підголковій порожнині (у колодязі розпилювача). Зіткнення і турбулізація потоків палива, що формуються суміжними розпилюючими отворами, відбувається в загальному вихідному перерізі цих розпилюючих каналів і при витіканні загального струменя палива.

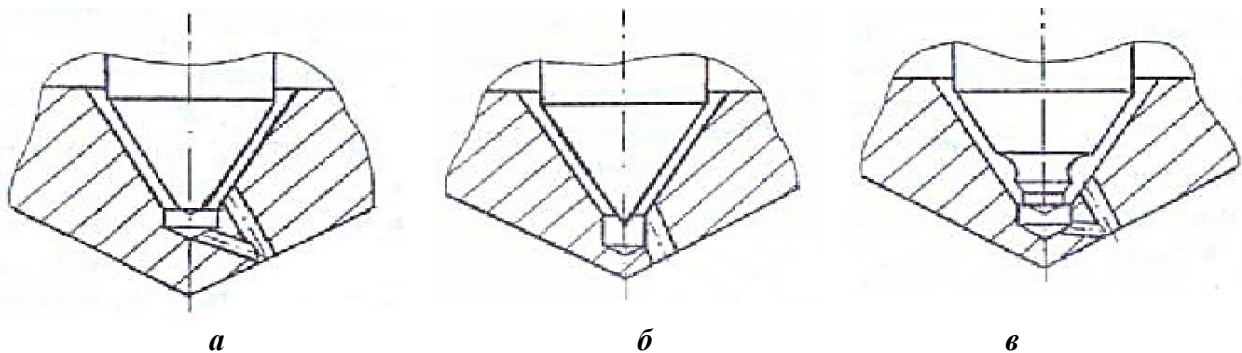


Рисунок 2 – Конструктивні варіанти розпилювачів, що забезпечують вдосконалення процесу розпилювання палива:

а - з пересічними розпилюючими отворами; б - з єдиним розпилюючим отвором з вхідною кромкою розташованою одночасно і на конічній замочній поверхні корпусу розпилювача, і в підголковій порожнині; в - з пересічними розпилюючими отворами і з профільованою проточкою, виконаною на голці розпилювача

Для оцінки впливу геометрії проточної частини розпилювачів дизельної форсунки на формування струменів палива та параметрів потоку вибрано два типи конструкцій розпилювачів, в яких додаткові гідравлічні опори виконані на хвостовику голки розпилювача форсунки. Для оцінки впливу таких гідравлічних опорів на показники процесів розпилювання палива і сумішеутворення, а також на показники токсичності відпрацьованих газів і паливної економічності дизеля типу ЯМЗ-236 спроектовано дослідний розпилювач на базі серійного розпилювача типу 236-1112110 виробництва «Ярославського заводу дизельної апаратури». Ці розпилювачі використовуються у форсунках дизелів типу ЯМЗ 236, ЯМЗ 238 виробництва «Ярославського моторного заводу» (ЯМЗ), встановлюваних на автомобілі МАЗ-5335, КамАЗ-5320, Урал-4320 та інші. Серійний розпилювач 236-1112110 виконаний з п'ятьма

розпилюючими отворами діаметром $d_p=0,32$ мм, вхідні кромки яких розташовані в колодязі розпилювача діаметром $d_k=1,2$ мм. Діаметр розпилюючих отворів рівний $d_p=0,32$ мм (його довжина $l_p=0,90$ мм), а сумарна ефективна площа розпилювача в зборі $S_{зб}=0,278$ мм². Розташування розпилюючих отворів серійного розпилювача типу 236-1112110 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розташування розпилюючих отворів розпилювача типу 236-1112110

№ отвору	Кутове розташування отвору відносно штифта, град	Кут нахилу отвору відносно осі розпилювача, град
1	8	62
2	90	71,5
3	172	62
4	237	52
5	303	52

Особливість дослідного розпилювача полягає в тому, що конусна частина хвостовика голки з кутом конуса 45° сточена на $0,1$ мм (по діаметру) вище за діаметр $d=3,2$ мм з таким же кутом конуса (45°). В результаті вказаного добрацювання на хвостовику голки утворюється горизонтальний кільцевий уступ, який має зовнішній і внутрішній діаметри $3,2$ і $3,1$ мм, що є місцевим гідравлічним опором.

Процеси розпилювання палива і сумішеутворення зумовлюють показники токсичності ОГ дизеля і його економічність. Поліпшення якості процесів розпилювання палива і сумішеутворення можна забезпечити за рахунок вдосконалення конструкції розпилювачів форсунок і шляхом застосування водопаливних емульсій.

Список літературних джерел

1. Трелин А.А. Основные показатели технического состояния форсунок – давление начала впрыска, качество распыливания топлива, герметичность и пропускная способность / А.А. Трелин, К.В. Трелина // Труды ГОСНИТИ. –2007. Т. 99. – С. 61-63.
2. Файнлейб Б. Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей / Б. Н Файнлейб. // Справочное издание. Ленинград 1990. —352с.
3. Кукис В. С. Стабилизация регулировочных параметров форсунок форсированных дизелей / В.С. Кукис, В.А. Романов // Тр. Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – Москва: Академия наук о земле, 2005. – С. 110-111.
4. Лаврик А. Н. Анализ факторов, влияющих на закоксовывание сопловых отверстий распылителей топливных форсунок дизелей / А. Н. Лаврик, А. С. Терехов, В.Е.Лазарев // Повышение эффективности силовых установок колесных и гусеничных машин. – Челябинск: ЧВАИ, 2001.– С. 31–37.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Крещенецький Володимир Леонідович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kv11@meta.ua

Антонюк Віталій Генадійович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [Sunset@rambler.ru](mailto:Suneset@rambler.ru)

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Крещенецький В. Л., к.т.н., доц.; Бережнов Б. П.

ЗМІНА ХАРАКТЕРИСТИК ОЛИВИ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ПОЛІПШЕННЯ

Розглянуто схему зміни складу моторної оливи з напрацюванням, типи присадок до моторних оливи

При зростанні напрацювання їх деталей, спряжень, систем та агрегатів безперервно відбувається зміна технічного стану, передусім пов'язана із процесами тертя та зношування. Через необоротний характер цих процесів знижується або втрачається працездатність автотранспортної техніки (АТТ) в результаті відмов і несправностей.

Глибокі і ґрунтовні дослідження в області тертя і зношування спряжень деталей систем і агрегатів АТТ викладені в роботах вітчизняних і зарубіжних вчених: Б.І. Костецького, І.В. Крагельського, М.К. Мишкіна, Д.М. Гаркунова, А.В. Чичинадзе, А.Г. Кузьменка, С.Г. Костоґриза, О.В. Дихи, В.В. Ауліна І.А. Буяновського, Л.П. Клименка, Пітера Блау та ін. [1-4].

В двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) основні спряження деталей розглядаються як триада тертя, і їх робочим тілом або трибоелементом є олива з присадками, яка забезпечує не тільки зниження втрат на тертя, але й підвищення довговічності, економічності і автономності роботи двигуна в цілому[2].

Олива в процесі експлуатації змінює свої властивості, тому встановлення для неї ресурсу і розробка засобів контролю її фізико-хімічних характеристик і властивостей є важливою проблемою.

Моторну оливу рівноправно можна розглядати як елемент конструкції ДВЗ, працездатність яких характеризується як початковими властивостями, так і набутими станами в процесі експлуатації машини.

Свіжі моторні оливи мають стандартні фізико-хімічні показники, які не завжди можна використовувати для діагностики стану оливи. Пропонується оцінку придатності оливи здійснювати шляхом діагностики його стану по так званих граничних, або показникам вибракування, які вказують на втрату її експлуатаційних властивостей. Найважливіші з них: в'язкість, диспергуюча здатність, лужне і кислотне числа, водневий показник, вміст нерозчинних забруднень, – води, металів (продуктів зношування, активних елементів присадок до оливи або охолоджуючі рідини) і кремнію, температура спалаху. Іноді визначають і інші показники, наприклад залишковий вміст активних присадок в працюючій оливі, ступінь окиснення основи оливи, корозійну агресивність.

У трибоспряженнях деталей двигуна і його оливній системі йде не тільки безперервна зміна поверхонь тертя, але і відбувається зміна властивостей моторної оливи з присадками [1].

Тонка плівка оливи в основних спряженнях деталей ДВЗ піддається складному комплексу зовнішніх дій і усередині плівки відбуваються фізико-хімічні процеси, що і приводить до зміни властивостей оливи з часом, тобто йде процес старіння оливи. Схема зміни складу моторної оливи при її роботі в двигуні наведена на рис. 1.

По мірі експлуатації в оливі накопичуються продукти окиснення, зносу, може потрапляти вода і паливо. Частина оливи згорає після випаровування у верхній частині гільзи циліндра і її кількість зменшується. Спрацьовуються і частково втрачають свої захисні властивості присадки. Утворення продуктів окиснення – смол, карбенів, асфальтенів, приводить до забруднення поверхонь тертя і їх підвищеному зносу.



Рисунок 1 – Схема зміни складу моторної оливи з напрацюванням

Щоб уникнути підвищеного зносу деталей трибоспрямих ДВЗ і аварійних ситуацій, необхідно або загальмувати (стабілізувати) шкідливі процеси, або змінити оливу в двигуні.

Основним призначенням оливи є утворення стійкої мастильної плівки для забезпечення мінімального тертя і запобігання зношуванню поверхонь тертя. Моторні оливи – це в основному продукти переробки нафти, леговані різними присадками для поліпшення експлуатаційних властивостей. При цьому присадки поділяються на наступні типи [3]:

- в'язкісні, покращують в'язкістно-температурні властивості оливи (полімерні з'єднання: поліізобутилен, поліметакрилат, поліалкілстироли та ін.);
- депресорні, знижують температуру застигання оливи (барієва сіль біс-алкілфенол-дисульфід, поліметакрилат "Д" та ін.);
- антиокиснювальні і нейтралізуючі, зменшують утворення кислих і смолоподібних продуктів окиснення оливи, а також нейтралізуюча дія сірчистих з'єднань (діалкілфенілдитіофосфат цинку, кальцієва сіль ефіру дитіофосфорної кислоти та ін.);
- мийно-диспергуючі, перешкоджають утворенню різних відкладень на деталях ДВЗ і підтримують забруднюючі домішки в оливі в зваженому дрібнодисперсному стані (алкілфенолят барію, сульфонат барію алкілсукцинимід та ін.);
- захисні, запобігають корозії залізовмісних деталей (нітро-оксіалкілсукцинимід мочевиної та ін.);
- антипінні, зменшують схильність оливи до піноутворення (полімерні кремнійорганічні з'єднання – силікони або полісилоксани та ін.);
- антикорозійні, захищають від корозійного зносу підшипники виконані з кольорових металів і сплавів (сульфонати магнію чи кальцію, барієва сіль біс-алкілфенол-дисульфід та ін.);
- протизносні, знижують величину зносу в парах тертя, що працюють при високих контактних тисках (діалкіл- і діарілді-тіофосфати цинку, осірчені олефіни, органічні сірки, фосфоровмісні з'єднання та ін.);
- протизадирні, призначені для забезпечення роботи поверхонь тертя без заїдання або для пом'якшення процесу заїдання. Як правило, не лише не знижують знос при помірних навантаженнях, але навіть внаслідок їх хімічної взаємодії з металом можуть знос підвищити, тому для нейтралізації цієї властивості необхідно поєднання з компонентом протизносу.

Здебільшого покращення експлуатаційних властивостей моторних оливо відбувається при введенні в них присадок в процесі припрацювання та експлуатації дизелів АТТ. За допомогою присадок намагаються досягти таких функціональних властивостей поверхонь тертя, як протизношувальні, протизадиркові, антифрикційні, антикорозійні та інші.

Протизношувальні та протизадиркові присадки (табл. 2) створюють на поверхнях тертя адсорбційні, хемосорбційні плівки, а також композиційні плівки хімічних сполук присадок з металом.

Таблиця 2 – Протизношувальні та протизадиркові присадки

Вид присадки	Матеріал	Недоліки
Протизадиркові	Одночасно вміщують <i>S, Cl</i>	Ефективність мащення обмежена T у зоні тертя (до 423К)
Протизношувальні	Полярні групи (<i>COOH, OH</i>) модифікування хімічними елементами <i>P, S, Cl</i>	Ефективність мащення обмежена температурою у зоні тертя (до 423К) і питомим тиском (7...8МПа)

Специфічні особливості експлуатації АТТ визначають комплекс методів модифікуючих дій. Окрім додавання різних хімічних препаратів до оливи відомі фізичні методи обробки різними полями, звуковими та ультразвуковими хвилями, опромінювання світлом різної довжини хвилі і т.д.

Мастильні властивості моторних оливо покращуються додаванням функціональних присадок, які на поверхнях тертя формують міцні полімолекулярні шари, запобігаючи інтенсивному зношуванню в широкому діапазоні навантажень, швидкостей і температур в трибоспряженні деталей, внаслідок конкурентної фізичної адсорбції молекул. Параметром, що визначає процес адсорбції на поверхнях тертя є концентрація молекул присадки і їх асоціативний стан. При дії силового поля поверхні деталі і обробці зовнішнім фізичним полем руйнуються надмолекулярні структури і в зоні тертя формується полімолекулярний шар.

Список літературних джерел

1. Аулін В.В. Системно-спрямований підхід до використання технологій триботехнічного відновлення для підвищення надійності мобільної сільськогосподарської техніки на етапах її життєвого циклу / В.В. Аулін, С.В. Лисенко // Матеріали Х Міжнар. наук.-практичної конференції. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С.145-147.
2. Канарчук Е.А., Канарчук В.Е. Влияние режимов работы на износ автомобильного двигателя. Киев: Киевский торгово-экономический институт, 1970. 228 С.
3. Кузьменко А.Г., Диха О.В. Дослідження взаємодії змащених поверхонь тертя. Монографія. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 183 с.
4. Лашхи В.Л., Демьянов Л.А. Оценка прирабочных свойств обкаточных масел // Трение и износ. – 1991. – т.12. – №1. – С. 118-123.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Крещенецький Володимир Леонідович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kv11@meta.ua

Бережнов Борис Павлович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: berezhnov83@gmail.com

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Пелипенко В. Л.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

Запропоновано використання високоефективних дискових гальмівних механізмів з самостійним підвищенням зусилля. Розглянуто схему дискового гальма з самостійним підсиленням зусилля

Визначальним фактором активної безпеки є гальмівні властивості автомобіля. Гальмування, особливо екстрене, - це один із найкритичніших маневрів. Цим питанням присвячені теоретичні дослідження В.Д. Балакіна, В.І. Кнорозова, А.С. Литвинова та ін.

Найбільш важливі компоненти гальмівних систем - це гальмівні механізми, так як саме вони перетворюють привідне зусилля в гальмівний момент, що прикладається до колеса автомобіля. У більшості проаналізованих робіт [1-4] пов'язаних з питаннями конструктивного виконання перспективних гальмівних механізмів, відзначається, що одним з перспективних інструментів є застосування пристроїв з ефектом самостійного підвищення зусилля.

Встановлено, що проблема створення високоефективних дискових гальмівних механізмів з самостійним підвищенням зусилля, особливо для вантажних автомобілів і автобусів, не може бути вирішена без розробки раціональних моделей і методик розрахунку основних критичних характеристик дискових гальмівних механізмів, до яких відносяться гістерезис, коливальні і акустичні процеси.

Під гістерезисом (від грец. Hysteresis - відставання) в загальному випадку розуміється запізнювання зміни однієї фізичної величини від зміни іншої фізичної величини, що визначається зовнішніми умовами.

У даній роботі під гістерезисом розуміється запізнювання зміни зусилля з боку гальмівної колодки, що прикладається до гальмівного диску, для отримання гальмівного моменту, від зміни керуючого впливу з боку гальмівного приводу. Стосовно до дискового гальмівного механізму гістерезис має місце при зміні знаку сил тертя в режимі гальмування, який на певному кінцевому інтервалі зменшення керуючого впливу підтримує постійне зусилля стиснення на поверхні тертя.

Більшість сучасних аналітичних моделей дискових гальмівних механізмів розроблено для дослідження шумових і вібраційних процесів в механізмах. Використання їх для вирішення завдання зменшення гістерезисних втрат не представляється можливим, тому що вони не враховують такі важливі конструктивні і експлуатаційні фактори, що впливають на величину гістерезису, як зазори між колодками і гальмівним диском, моменти і сили тертя в елементах гальмівних механізмів.

Проведений аналіз [4] показав, що розробка методики розрахунку дискових гальмівних механізмів на основі залежності величини і характеру протікання гістерезисних кривих від параметрів дискових гальм, питання проведення стендових випробувань компонентів гальмівних систем, розробка методик їх проведення і моделювання цих випробувань з використанням сучасних комп'ютерних засобів і програмного забезпечення, а також створення перспективних конструкцій дискових гальмівних механізмів з самостійним підвищенням зусилля для різних типів приводів ГС є актуальними науковими проблемами. Відповідно до цього були визначені мета та завдання наукового дослідження.

Аналіз заходів щодо вдосконалення і підвищення ефективності роботи гальмівних систем і їх компонентів показав, що одним з найбільш ефективних методів підвищення

ефективності гальмівних систем є застосування гальмівних механізмів з *самостійним підвищенням зусилля*.

Робота гальма з само підсиленням (рис. 1) заснована на тому, що при гальмуванні під дією тертя в контактні гальмівного диска 2 з фрикційними накладками 4 з'являються сили F_p^T , які прагнуть змістити гальмівну колодку 3 з накладками в сторону обертання диска. Через колодки сили передаються на підсилювальні вилки 5. За рахунок наявності в конструкції вилок далі ці зусилля додатково додаються до колодок, тим самим автоматично збільшуючи значення привідної сили F_{drive} (рисунок 1).

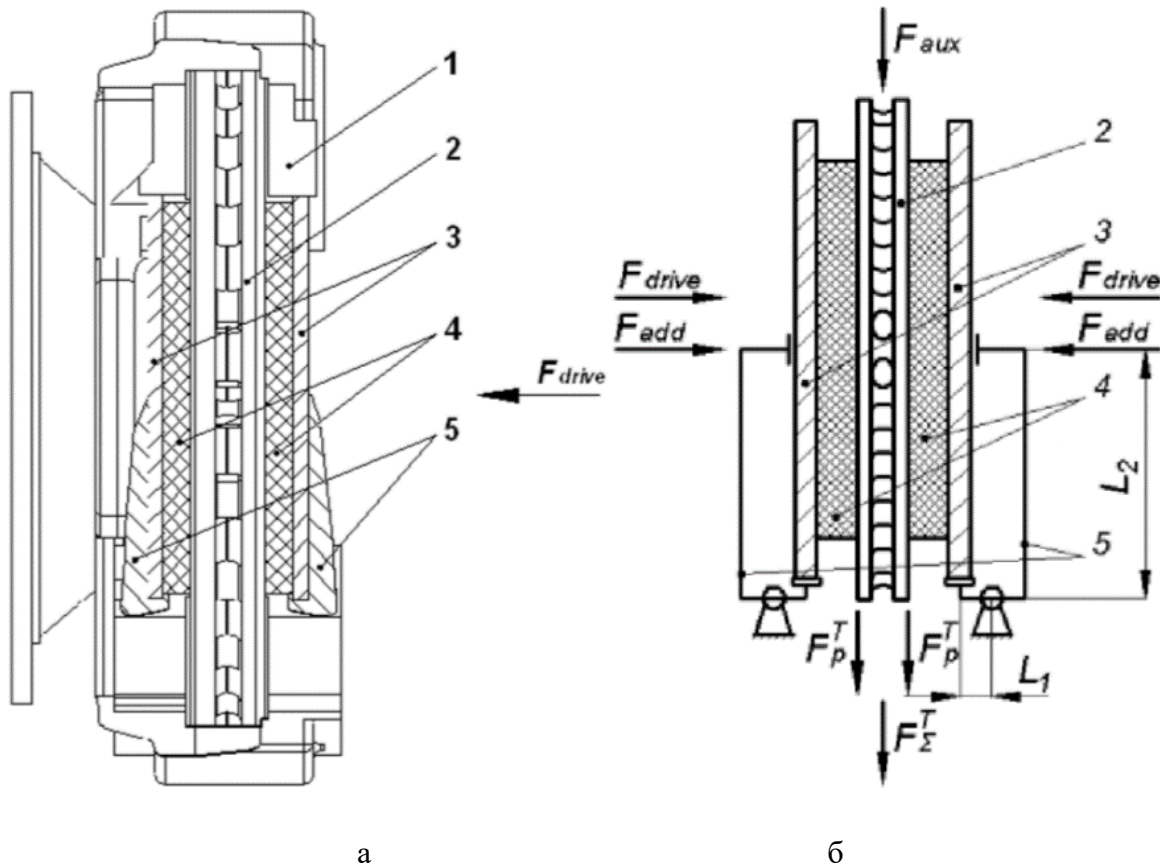


Рисунок 1 - Схема дискового гальма з самостійним підсиленням зусилля
 а - конструктивна схема дискового гальмівного механізму з самостійним підсиленням зусилля; б - схема докладання зусиль в гальмі;
 1 - супорт; 2 - гальмівний диск; 3 – гальмівна колодка; 4 - фрикційні накладки гальмівної колодки; 5 - підсилювальні вилки; F_{aux} - осьова сила, Н; F_{drive} - зусилля з боку приводу механізму, Н; F_{add} - додаткова сила від ефекту самостійного підвищення зусилля, Н; F_p^T - сила тертя однієї колодки, Н; F_{Σ}^T - сумарна сила тертя, Н; L_1, L_2 - розмірні параметри підсилювальних вилок, мм

З метою перевірки ефективності запропонованої конструкції були виконані експериментальні дослідження дискових гальмівних механізмів з самостійним підвищенням зусилля для автомобіля ГАЗ. Після проведення випробувань і обробки їх результатів отримані гістерезисні характеристики гальмівного механізму. Встановлено, що виходячи з рівності гальмівних моментів, що розвиваються механізмами, з точки зору величини гістерезису кращим є дисковий гальмівний механізм з самостійним підсиленням зусилля, так як за рахунок введення самостійного підвищення зусилля вдалося знизити необхідне зусилля з боку приводу і тим самим зменшити привідний тиск.

В результаті введення самостійного підвищення зусилля в конструкцію дискового гальмівного механізму з гідравлічним управлінням для забезпечення необхідного гальмівного моменту потрібно на 9,1% менше зусилля з боку гідравлічного приводу. При цьому гістерезисні втрати в гальмі знизилися на 17,5%. Експериментально доведено, що при використанні дискового гальмівного механізму з самостійним підсиленням зусилля помітно підвищується ефективність гідравлічної системи автомобіля: уповільнення збільшується на 2,5%, а гальмівний шлях знижується на 7,2% або 1,1 м. При цьому гістерезисні втрати в гальмі знизилися на 17,5% (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати експериментальних випробувань дискових гальмівних механізмів

<i>Параметр</i>	<i>Серійний ДГМ</i>	<i>ДГМ з самостійним підсиленням</i>	<i>Зменшення, %</i>
<i>Максимальне зусилля з боку гальмівної камери, Н</i>	<i>12690</i>	<i>11640</i>	<i>9,1</i>
<i>Гістерезисні втрати, %</i>	<i>18,3</i>	<i>15,1</i>	<i>17,5</i>

Відповідно конструкція дискового гальмівного механізму з самостійним підсиленням зусилля для гідравлічних гальмівних систем володіє більшою ефективністю і меншими гістерезисними втратами в порівнянні з серійною конструкцією гальмівного механізму. Розроблено алгоритм керування дисковим гальмівним механізмом з самостійним підсиленням зусилля на підставі інформації, отриманої від датчиків частоти обертання коліс. Створений алгоритм є трифазним з урахуванням ефекту самостійного підсилення зусилля.

Встановлено, що при використанні дискового гальмівного механізму з самостійним підсиленням зусилля гальмівної системи володіє підвищеною ефективністю - гальмівний шлях зменшується на 1 м або 4%.

Список літературних джерел

1. Автомобили: испытания: учебное пособие для ВУЗов / В. М. Беляев, М. С. Высоцкий, Л. Х. Гилесес. [Под ред. А. М. Гришкевича, М. С. Высоцкого]. – М. : Высш. школа, 1991. – 187 с.
2. Иларионов В. А. Эксплуатационные свойства автомобиля / Иларионов В. А. – М. : Машиностроение, 1966. – 280 с. 139
3. Подригало М.А. Теоретическое обоснование и разработка тормозного управления колесных тракторов и трансформируемых энерготехнологических агрегатов: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03. – Харьков, 1993. – 397 с.
4. Туренко А. Н. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / А. Н. Туренко, В. А. Богомолов, В. И. Клименко, В. И. Кирчатый, С. Я. Ходырев. – Харьков : ХНАДУ, 2002. – 400.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Пелипенко Вадим Леонідович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: dddd77777@rambler.ru

*Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Цимбал С. В., к.т.н., доц.;
Базиль А. Ю.; Коваль Р. В.*

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Розглянуто показники якості пасажирських перевезень. Розроблено структуру показників якості пасажирських перевезень та розкрито кожен показник окремо

Вступ. За останні роки світовий ринок остаточно переорієнтувався від цінової конкуренції до якісної [2]. При цьому ціна товару чи послуги перестає відігравати вирішальне значення при виборі. Разом з тим, досвід зарубіжних країн показує, що зараз управління якістю стає однією з головних функцій системи управління виробництвом. В даний час рівень транспортного обслуговування недостатній як в кількісному, так і в якісному відношенні. Але якщо кількісні показники можуть бути виправлені за допомогою відповідного розвитку системи перевезень, то для покращення якості необхідні нові організаційні рішення та підходи. Діюча система управління пасажирськими перевезеннями направлена на досягнення кількісних результатів діяльності, а якість перевезень по суті не враховується.

На сьогоднішній день невирішеними залишаються такі питання, що стосуються проблеми якості обслуговування пасажирів:

- 1) відсутність показників, які оцінюють якість обслуговування пасажирів (що знаходяться безпосередньо в транспортному засобі та тих, що чекають на зупинці);
- 2) відсутній адекватний механізм конкуренції між перевізниками щодо якості обслуговування пасажирів;
- 3) недостатні функції у муніципальній структурі, які реалізують моніторинг саме показників якості обслуговування пасажирів;
- 4) не впроваджуються економічні важелі впливу на перевізників за порушення показників якості перевезень пасажирів.

Результати дослідження. Питанням управління якістю роботи та послуг автомобільного транспорту присвячено багато робіт вітчизняних та зарубіжних авторів [2, 4, 6, 7]. Управління якістю відноситься до найбільш актуальних практичних питань удосконалення автотранспортної діяльності взагалі та зокрема прикладної транспортної науки. Науково-методичне забезпечення управління якістю перевезень ділять на ряд напрямків (рис.1), що мають самостійне практичне та теоретичне значення, та дозволяють проводити дослідження незалежно один від одного.

Система управління якістю організовується кожним господарюючим суб'єктом автотранспортної діяльності самостійно та являється цільовою підсистемою загальної системи управління автотранспортної організації.

Проаналізувавши роботи авторів [3, 6], визначено що одним із факторів впливу на якість перевезень, а разом з тим необхідною умовою ефективного функціонування автомобільного транспорту в ринкових умовах, є висока конкурентоздатність послуг, що представляються споживачам.

Конкурентоспроможність транспортних послуг визначається в основному двома факторами - рівнем собівартості послуг та рівнем їх якості. Основним позитивним результатом конкуренції є стимулювання перевізників, що працюють на ринку пасажирських перевезень до підвищення якості надання послуг. Зниження ж якості послуг, що надаються, може призвести до багатьох негативних наслідків. При відсутності конкуренції перевізники не зацікавлені в підвищенні якості [1]. З цього можна зробити висновок, що якість послуг пасажирського транспорту багато в чому залежить від рівня конкуренції та дій органів влади, як на регіональному так і на загальнодержавному рівні.



Рисунок 1 - Структура напрямків досліджень в області управління якістю

Запропоновані показники якості оцінюють якість організації руху автобусів на маршрутах, якість роботи АТП і зручність перевезень для пасажирів.

Серед показників якості також можна використовувати [7]: заповнення транспортного засобу; витрати часу на поїздку; регулярність руху транспортних засобів; безпека руху пасажирів при перевезенні; доступність; комфорт поїздки.

Властивості перевізного процесу та системи перевезень визначають об'єктивну особливість рівня організації та здійснення перевезень пасажирів та проявляються при задоволенні транспортних потреб пасажирів. Ці властивості підрозділяються на прості та складні (рис. 2).

Складними властивостями є наступні групи показників: доступність; надійність; результативність; зручність користування.

Вони представляють собою групу простих властивостей, що поєднані по функціональному признаку. Прості властивості характеризуються показниками якості. В залежності від міри прояву властивості показник приймає деяке значення.

Серед показників якості перевезень пасажирів можна виділити наступні групи: показники інформаційного обслуговування; показники комфортності; показники швидкості; показники своєчасності; показники схоронності багажу; показники безпеки.

Показники інформаційного обслуговування характеризують особливості пасажирських перевезень, що зумовлюють періодичність доведення до пасажирів та населення відомостей, необхідних для прийняття правильних рішень в процесі їх транспортного обслуговування.

До показників інформаційного обслуговування відносять частоту передачі інформації:

- про відправлення і прибуття транспортних засобів;
- про послуги, що надаються пасажиром та їх вартість;
- про розміщення необхідних табличок та покажчиків на транспортних засобах, зупиночних пунктах та інших лінійних спорудах та ін.

Показники комфортності поїздки характеризують властивості пасажирських перевезень, що обумовлюють створення необхідних умов обслуговування та зручності перебування пасажирів в транспортному засобі.

Дана група показників включає в себе: площу транспортного засобу, що приходить на одного пасажирів; частоту прибирання транспортних засобів; температуру повітря в транспортному засобі; освітленість; допустимі значення шуму та вібрації.

В літературних джерелах під комфортабельністю часто розуміють також і заповнення салону.



Рисунок 2 - Структура показників якості обслуговування пасажирів [7]

Показники швидкості характеризують властивості пасажирських перевезень, що зумовлюють тривалість перебування пасажирів в поїзді. До показників швидкості відносять [5]: тривалість поїздки; середню швидкість руху транспортного засобу; частоту зупинок транспортного засобу.

Показники безпеки характеризують особливості пасажирських перевезень, що обумовлюють при їх виконанні безпеку пасажирів. Безпека перевезень відноситься до числа обов'язкових вимог. Розрізняють безпеку руху транспортного засобу для інших учасників руху (пішоходи та транспортні засоби) та для пасажирів. Безпека для пасажирів формується під впливом спеціальних галузевих документів та нормативів.

Безпеку руху для пасажирів відповідно фазам перебування пасажирів в перевізній системі пропонується класифікувати наступним чином [4]: безпека при очікуванні посадки в транспортний засіб (обладнання зупинних пунктів); безпека при посадці та висадці пасажирів; безпека безпосередньо при русі.

Показники схоронності багажу характеризують властивості пасажирських перевезень, що зумовлюють перевезення багажу без втрат і пошкоджень.

Показники своєчасності характеризують властивості пасажирських перевезень, що обумовлюють рух транспортних засобів у відповідності з встановленим розкладом або іншими вимогами за часом їх руху.

Висновки. Забезпечення якості наданих послуг досягається управлінням. У зв'язку з цим виникає необхідність у поглибленні існуючих і розробленні нових теоретичних основ і методичних рекомендацій щодо удосконалення управління якістю послуг пасажирських автотранспортних підприємств. Якість обслуговування пасажирів залежить від організації транспортного процесу, конструктивних особливостей і технічного стану транспортного засобу, розвитку маршрутної мережі та інших факторів. Надійність і своєчасність поїздки - один з основних критеріїв оцінки якісного обслуговування пасажирів. Рух пасажирського транспорту за розкладом без порушення регулярності створює умови гарантованої поїздки населення в часі. Це збільшує попит на перевезення і сприяє підвищенню ефективності роботи транспорту.

Список літературних джерел

1. Аболонин С. М. Конкурентоспособность транспортных услуг / С. М. Аболонин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 172 с.
2. Котлер Ф. Основы маркетинга. Пер с англ. М.: Прогресс 1990. – 736с.
3. Кужель В.П., Іщенко А.П., Бишко М.О. Визначення рівня якості пасажирських перевезень з позиції пасажира Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – Луганськ, 2013. № 15(204). – С. 12-16.
4. Максимкин В.Н., Спиринов И.В. Управление качеством перевозок пассажиров городскими автобусами. М.: АЦ ЕТС, 1998. – 38 с.
5. Ольховский С.Ю., Быкова О.В. Логистика городского общественного пассажирского транспорта: Учебное пособие по дисциплине «Логистика городских транспортных систем» для студентов экономических специальностей. – Омск: СибАДИ, 2013. – 194 с.
6. Пеньшин Н.В. Оценка эффективности функционирования автомобильного транспорта. - Университет им. В.И. Вернадского. – 2008 - №1- С. 89-98
7. Спиринов И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спиринов. – 5-е изд., перераб. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – 400 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Базиль Андрій Юрійович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: rozrah@ukr.net

Коваль Руслана Володимирівна – студент групи 1ТТ-18мс, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ruslaana69@gmail.com

Біліченко В. В., д.т.н., проф.; Цимбал С. В., к.т.н., доц.; Цимбал О. В.

МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В РУХОМОМУ СКЛАДІ

Розглянуто методики вибору типу рухомого складу та їх кількості для умов конкретних населених пунктів. Сформовано основні положення з розподілу рухомого складу між маршрутами транспортної мережі, що існують на даний момент

Вступ. З метою вдосконалення організації міських пасажирських перевезень та раціонального застосування різних видів транспорту, а також вибору типу РС для умов конкретних населених пунктів, розроблені і використовуються ряд методик [1-6]. Ці методики дозволяють розраховувати потреби в РС за критерієм рівності попиту на перевезення їх забезпеченню пасажирськими місцями та розподілу його по маршрутах.

Результати дослідження. Автор методики [1] пропонує вибирати рухомий склад, наступним чином. Отримують дані про пасажирооборот по маршрутам перевезень і розрахунково визначають середню місткість рухомого складу. Графік розподілу обсягу перевезень по маршрутам суміщають зі шкалою місткості рухомого складу так, щоб середня розрахункова місткість збігалася із середнім пасажиропотоком на маршруті. В основу закладають критерії необхідних мінімальних і максимальних маршрутних інтервалів. Потім, виходячи із середніх величин пасажиропотоку на маршруті й середньої місткості, а також середнього інтервалу, визначають межі пасажирообороту, охоплюваного рухомим складом із цією середньою місткістю.

За цією методикою знаходять основний тип рухомого складу. Далі, якщо є необхідність, додатково знаходять місткість рухомого складу для здійснення перевезень на інших маршрутах, розташованих на межах мінімальних і максимальних інтервалів. У результаті розрахунків одержують другий, третій тип рухомого складу – до тих пір, поки не будуть ліквідовані всі розриви меж питомого пасажирообороту. Дана методика надає можливість розподілити рухомий склад між маршрутами за їхнім питомим пасажирооборотом та визначити кількість рухомого складу різної місткості на цих маршрутах.

Якщо проаналізувати методики розрахунків потреби в рухомому складі по конкретних маршрутах, то в загальному випадку суть їх полягає в наступному. Після визначення попиту на перевезення (за допомогою відомих методів обстеження пасажиропотоків) з'ясовується, які види транспорту загального користування доцільні для виконання даного завдання (метро, трамвайний, тролейбусний, автобусний) і якими видами краще задовольнити цей попит [2].

Далі розраховують потреби в рухомому складі по всіх маршрутах транспортної мережі за критеріями рівності запитів на перевезення їхньому забезпеченню пасажирськими місцями в рухомому складі та одержання заданих маршрутних інтервалів.

У роботах [2-3] при заданому або прийнятому маршрутному інтервалі t_u (або інтенсивності руху J_M на маршруті, оскільки $t_u = I/J_M$), необхідну місткість і кількість рухомого складу на маршруті визначають рівняннями:

$$q = Q_{imax}/J_{mi} = Q_{imax}t_u, \quad (1)$$

де Q_{imax} – максимальний пасажиропотік на найбільш завантаженій ділянці або перегоні i -го маршруту за рейс, пас.

Фактична кількість рухомого складу визначається номінальною місткістю рухомого складу, наявного в розпорядженні транспортних підприємств, і необхідними інтервалами руху. При заданому маршрутному інтервалі потрібна на маршрут кількість рухомого складу визначається формулою (2):

$$A_M = \frac{2L_M}{v_3 t_u} = \frac{t_{об}}{t_u}, \quad (2)$$

де A_M – кількість РС на маршруті; L_M – довжина маршруту, км; v_3 – експлуатаційна швидкість, км/год; $t_{об}$ – час обороту рухомого складу на маршруті, год; t_u – маршрутний інтервал, год.

Необхідна місткість рухомого складу визначається маршрутним інтервалом. Мінімальний маршрутний інтервал (у годину пік) приймають зазвичай рівним двом хвилинам, максимальний (у години пік) – 7-8 хвилинам (не більше 10 хвилин), у години спаду пасажиропотоку (між годинами пік) – 4-5 хвилинам [2].

У роботі [3] розрахунки кількості та вибір рядів місткості рухомого складу проводяться залежно від пасажирообороту за наступним співвідношенням:

$$P = A_{об} q_p \gamma_n v_3, \quad (3)$$

де $A_{об}$ – кількість рухомого складу, що перебуває в русі, од.; q_p – розрахункова місткість одиниці рухомого складу, пас; γ_n – коефіцієнт використання розрахункової місткості.

Суть цього методу полягає в тому, що вибір розрахункової місткості визначає вибір кількості рухомого складу, а він, у свою чергу, впливає на частоту руху, коефіцієнт використання рухомого складу по місткості та інші показники транспортного обслуговування.

Середня місткість служить лише орієнтиром при розрахунках ряду рухомого складу. Зі збільшенням кількості членів цього ряду поліпшуються експлуатаційні можливості, але ускладнюється організація руху, зростають витрати на технічне обслуговування та ремонт.

У даному методі для міських пасажирських перевезень застосовується наступний ряд місткостей рухомого складу: 34-40, 60-75, 80-95, 110-120, 160-180, 230-260 пасажирських місць.

У роботах [4-5] номінальну місткість автобусів можна визначити через заданий доцільний інтервал руху t_u і максимальну величину пасажиропотоку на певному маршруті Q_{max}

$$q = Q_{max}/A_ч = Q_{max} t_u / 60, \quad (4)$$

де Q_{max} – максимальна потужність пасажиропотоку в години пік, пас; $A_ч$ – частота руху, од/хв.

Далі визначається потреба в рухомому складі для кожного маршруту при відомому пасажиропотоці на найбільш завантаженій ділянці маршруту в годину пік Q_{max} за формулою:

$$A_M = \frac{Q_{max} t_{об}}{60 q}, \quad (5)$$

де інтервал руху автобусів рівний:

$$t_u = \frac{t_{об} 60}{A_M}. \quad (6)$$

Величині пасажиропотоку та інтервалу, що задовільняє умовам і вимогам перевезень пасажирів на маршруті, відповідає певна пасажировмісність автобуса.

Останнім часом з'явилася робота [6]. У ній автори пропонують методику вибору раціональної структури парку транспортних засобів для забезпечення перевезень на маршруті з основним акцентом на якість обслуговування пасажирів. При цьому враховуються наступні показники: комфортність поїздки, швидкість та своєчасність. У запропонованому алгоритмі вибір оптимального варіанта проводиться тільки для одного типу рухомого складу на маршруті.

Якщо узагальнити практичні рекомендації з розподілу рухомого складу між

маршрутами транспортної мережі, що існують на даний момент, то їх можна визначити в наступних основних положеннях:

1. Чим більш рівномірний пасажиропотік по довжині маршрутів, тем меншою кількістю рухомого складу можна освоїти задані обсяги при кращій якості транспортного обслуговування. Тому розподіл рухомого складу по маршрутах у діючих транспортних мережах повинен ґрунтуватися на даних натурних обстежень пасажиропотоків, бути нерозривно пов'язаним зі складанням і коректуванням маршрутної системи, з регулюванням пасажиропотоків у часі шляхом рознесення часу початку та закінчення роботи підприємств та іншими заходами.

2. Маршрути, особливо із забороненим або утрудненим обгоном транспорту (трамвайні, троллейбусні, іноді автобусні), потрібно комплектувати рухомим складом з однаковими динамічними характеристиками, тому що це сприяє підвищенню експлуатаційної швидкості та регулярності руху.

3. Розподіл рухомого складу по маршрутах повинен бути таким, щоб розрахунковий маршрутний інтервал між автобусами перебував у межах $t_{umin} < t_p < t_{umax}$. Максимальний інтервал обмежується припустимими витратами часу пасажирів на очікування транспорту; мінімальний інтервал обмежується пропускнуою здатністю лімітуючих точок транспортної мережі, умовами забезпечення надійної регулярності та безпеки руху. Регулювання величини розрахункового інтервалу руху виконують відповідним вибором місткості рухомого складу, що обслуговує маршрут. Для збільшення інтервалів, коли вони з розрахунку виходять менше t_{umin} , на маршрути з інтенсивним рухом потрібно направляти рухомий склад більшої місткості. Для зменшення інтервалів, коли вони з розрахунку перевищують t_{umax} , на маршрути потрібно призначати рухомий склад невеликої місткості.

4. Якщо всередині розрахункового годинного інтервалу спостерігаються різкі коливання пасажиропотоків, то їх потрібно зняти регульовальними заходами: посиленням руху за рахунок концентрації рухомого складу маршруту на його окремих ділянках, відправлення частини автобусів в укорочені рейси і т.д. Якщо це вдається, то за розрахунковий пасажиропотік маршруту можна приймати його середній або еквівалентний пасажиропотік, якщо немає – то максимальний пасажиропотік найбільш завантаженої ділянки, хоча це й пов'язано зі зниженням коефіцієнту наповнення.

5. Принципи пропорційного розподілу рухомого складу по маршрутах не враховують ряду особливостей пасажиропотоків, що впливають на ефективність роботи: характер перевезень (трудоі, культурно-побутові), середню довжину поїздок у різні періоди доби, місце маршрутів у транспортній системі міста (основні, допоміжні) і т.д.

6. На маршрути з великою нерівномірністю пасажиропотоків за годинами дня доцільно призначати рухомий склад меншої місткості, а на маршрути з рівномірним пасажиропотоком по годинам дня – рухомий склад більшої місткості. Це сприяє підвищенню коефіцієнта наповнення.

Висновки. Таким чином, незважаючи на наявність в минулому і на сьогоднішній день ряду досліджень у цій галузі, продовжує залишатися актуальним завдання вибору на регулярних маршрутах у міському сполученні автобусів, які забезпечили б поліпшення одного з головних показників якості надаваних послуг – зниження витрат часу на поїздки.

Список літературних джерел

1. Гудков В.А. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки: учебник для вузов / В.А. Гудков [и др.]; под ред. В.А. Гудкова - М.: Горячая линия -Телеком, 2004. - 448 с.
2. Маринцева К.В. Пасажи́рські перевезення – Київ: Видавництво Національного авіаційного університету "НАУ-друк" / Маринцева К.В., 2009 – 228с.
3. Яновський П.О. Пасажи́рські перевезення / Яновський П.О. – Київ: НАУ, 2008 – 469с.
4. Босняк М.Г. Пасажи́рські автомоби́льні перевезення / Босняк М.Г. - Київ: Видавничий Дім "Слово", 2009. - 272 с.

5. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. - М.:Высш. Школа, 1980.-535 с.

6. Спирин И.В. - Организация и управление пассажирскими перевозками: Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И.В. Спирин. -М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 400 с.

Біліченко Віктор Вікторович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Цимбал Ольга Василівна – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: unicorne@ukr.net

Буренніков Ю. Ю., к.е.н., доц.

ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ E-LEARNING В ПІДВИЩЕНІ КВАЛІФІКАЦІЇ ПРАЦІВНИКІВ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО СЕРВІСУ

Застосування системи електронного навчання надає можливість підприємствам автомобільного сервісу більш ефективно витратити кошти на процес навчання персоналу, забезпечуючи при цьому високі показники конкурентоздатності

Вступ. Штат, що складається з висококваліфікованих співробітників – це запорука плідної діяльності і стрімкого розвитку будь-якої компанії, зокрема і у галузі автотранспорту. Однак не завжди у великій компанії можна сформулювати колектив, що складається з професіоналів одного рівня. У деяких випадках доцільніше найняти перспективних, зацікавлених працівників, і в процесі адаптації дати їм необхідну базу знань.

До питання навчання співробітників керівництво організації підходить по-різному: направляє на навчання в тренінгові центри, наймає наставників для надання необхідних знань виділеним групам співробітників, формує навчальні центри. Однак застосування даних методів позначається на продуктивній потужності компанії не кращим чином: втрачаючи дорожочинний час, кошти, навчаючи «не тих» співробітників, організація уповільнює темпи зростання і поступається в лідерстві сильнішим компаніям-конкурентам.

Сьогодні існує ефективний метод, що надає прості, доступні і результативні інструменти для корпоративного навчання – e-learning, або електронне навчання. Якісне впровадження системи e-learning в компанію дозволяє домогтися високих результатів продуктивної діяльності, вирішити питання підвищення кваліфікації та освіти персоналу, а також затратити мінімум часу і коштів.

Аналіз існуючих рішень. Розглянемо переваги e-learning і визначимо оптимальні способи впровадження системи в організацію.

Електронний формат корпоративного навчання в компаніях сьогодні не є власним ноу-хау або предметом розкоші. Паралельно створенню інтернет-технологій і запуску величезної кількості освітніх порталів система e-learning стрімко зростає і існує в сучасному світі середнього і великого бізнесу.

На відміну від традиційної форми навчання, система e-learning має низку переваг:

- підвищення кваліфікації, надання цінних, вузькоспеціалізованих знань відбувається без відриву співробітників від основного робочого місця;
- вибір підходящої системи навчання дозволяє компанії оптимізувати фінансові витрати на освіту персоналу;
- e-learning охоплює величезні сфери і напрямки бізнесу (торгівля, фінанси, менеджмент, сервіс, зокрема автомобільний та інші);
- електронне освіта дає можливість індивідуальних занять, самостійного вивчення матеріалу в необхідному обсязі;
- в процесі навчання учасники можуть консультуватися з бізнес-тренерами в режимі онлайн;
- навчальні програми містять комплекси вправ і практичних завдань із залученням мультимедійних рішень, що робить процес навчання цікавим, підвищує його розуміння, засвоєння і запам'ятовування.

Багато українських компаній у галузі автомобільного сервісу успішно застосовують систему e-learning. Наприклад, великі продуктові автомобільні компанії «BOSCH»,

«DELPHI» та «DENSO», мережеві компанії-автодилери «Автомир», «Прайд мотор», «Віди Автосіті» та інші.

Сучасні компанії на будь-якому етапі діяльності стикаються з наступними проблемами:

- розробка нестандартних виробничих процесів, що вимагають своєчасного та обов'язкового вивчення персоналом;
- територіальна хаотичність філій компанії;
- обмежений час для вивчення нового матеріалу;
- переважна кількість співробітників, які здобули освіту за традиційною формою навчання;
- мінімальний бюджет, виділений на програму навчання персоналу;

Присутність одного або декількох факторів говорить про необхідність застосування в компанії e- learning . Етапи поступового впровадження системи електронного навчання в компанію наступні:

1. Аналіз інструментів e- learning

Стандартного та єдиного способу для впровадження дистанційного формату навчання в організацію не існує – інструменти та програми повинні бути адаптовані під потреби конкретної організації.

На початковому етапі в компанії потрібно чітко вибудовувати докладної схеми e- learning , що складається з трьох основних модулів: 1. Автономна система управління дистанційним навчанням (LMS «Learning Management System »). 2. Навчальний матеріал (контент, електронні курси). 3. Авторські матеріали.

Перед компанією стоїть завдання сформувати масштабну базу знань для доступу співробітників до інструментів, впровадження яких допоможе користуватися системою e- learning без обмежень. Базовими інструментами, які співробітники можуть застосовувати в навчанні, є: дистанційні курси; семінари; вебінари, відеоконференції; авторські програми; Skype, Viber, Zoom, Meet, соціальні мережі, форуми, (для обміну інформацією та спілкування) із застосуванням e- learning корпоративне навчання набуває нового формату.

З окремого освітнього заходу формується ціла екосистема, в якій сконцентрований якісний навчальний матеріал і відкритий доступ до потужних інструментів для ефективного навчання співробітника і його зростання по кар'єрних сходах. На етапі відходу від очної форми навчання до дистанційної важливу роль відіграє можливість комунікації. Є ймовірність, що співробітник не зможе розібратися самостійно, залишившись один на один з електронним курсом. Спілкуючись з групою і обговорюючи тематичні питання, він краще зрозуміє і засвоїть нюанси матеріалу.

2. Вибір LMS, відповідну завданням і цілям компанії

Систему управління e- learning необхідно вибирати з урахуванням її можливостей і перспектив розвитку в компанії. Величезна кількість функцій - не головне. Важливо освоїти методологію, базові модулі, які будуть вирішувати проблеми навчання персоналу компанії вже сьогодні. Наприклад, якщо компанія планує підключити до електронного навчання цілі групи працівників, необхідно звертати увагу на допоміжні інструменти системи, які вирішують питання зручності роботи з електронними курсами, мають програми для навчання в оффлайн і онлайн режимах.

При визначенні кращої системи для конкретної компанії слід розглянути LMS з практичної точки, оцінити можливості провайдера і зважити технічні характеристики програми. Важливим фактором, що спрощує роботу системи, є наявність у постачальника інструментів для швидкої адаптації системи в компанії, а також функцій зручного налаштування, легкості у використанні, доступності.

3. Електронна освіта персоналу: етап планування

Правильно обрана система LMS вирішує завдання навчання, систематизує навчальні процеси і виконує безліч функцій, призначених для таких заходів:

- залучення до навчальних програм фахівців різних категорій;

– створення індивідуальних програм, які передбачають комплексне навчання в залежності від спеціалізації, професіоналізму, стажу співробітника і пройденого їм раніше навчання;

- розвиток в організації культури якісного самонавчання;
- планування різних навчальних заходів;
- швидка, ефективна допомога в досягненні бізнес-цілей;
- отримання об'ємних аналітичних даних за підсумками навчання.

4. Електронна освіта в компанії: впровадження і просування e- learning

На початковому етапі впровадження навчального проекту в колектив необхідно призначити HR-менеджера, який відповідає за роботу системи і сформувати команду, правильно сформувавши її робочі функції. Інформація про дистанційне навчання поширюється між керівниками підрозділів, філій, менеджерами – потрібна їхня підтримка в залученні співробітників до нового курсу, в створенні навчальних груп, а також для точного донесення цілей проекту.

До настання ключового моменту запуску системи e- learning в компанії повинні бути сформовані всі етапи від початку розробки програми і до її впровадження: окреслено мету e- learning; окреслено перспективи розвитку проекту в компанії; виділено ресурси для придбання всіх навчальних інструментів; визначено партнери; сформована цілісна PR-команда; налаштована система управління LMS (відповідає поставленим бізнес-завдань і цілей).

5. Оцінка ефективності системи

Моніторинг результатів роботи e- learning відображає правильність вибору і формування всіх етапів впровадження системи в культуру компанії. Успіх дистанційного навчання в компанії є, якщо виявлені такі зміни:

- бюджет компанії, виділений на впровадження e- learning, оптимізований і виправданий;
- з'явилися нові можливості навчання, розширилася аудиторія слухачів і бажаючих брати участь в проекті;
- впровадження нових технологій призвело до збільшення швидкості засвоєння матеріалу;
- підвищився професіоналізм, змінився підхід до роботи у співробітників;
- робочі процеси стали приносити високі результати.

Висновки. У разі, якщо підсумкові результати дистанційного навчання негативні, потрібно відкоригувати деякі етапи його роботи. Для цього потрібно ще раз визначити цільову аудиторію, виявити, чи відповідає навчальна програма вимогам персоналу.

Електронне навчання не буде ефективним, якщо воно проводиться окремо від інших освітніх програм, задіяних в організації. Успіх впровадження e-learning - правильний підхід до організації потужної навчальної системи на підприємстві.

Список літературних джерел

1. Маркова С. В. Управління персоналом: навчально-методичний посібник для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / С. В. Маркова, О.М. Олійник. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – 80 с.
2. Taslim Ahammad Personnel Management to Human Resource Management (HRM): How HRM Functions? // Journal of Modern Accounting and Auditing, September 2017, Vol. 13, No. 9, 412-420;
3. Кузнецова О.В. Дистанционное обучение: за и против // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 8 (часть 2) – С. 362-364.

Буренніков Юрій Юрійович – к.е.н., доцент, доцент кафедри автомобілей і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: burennikov@gmail.com

Бурлака С. А.

РОБОТА ДВИГУНА Д-240 ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОПАЛИВА ОБРОБЛЕНОГО УЛЬТРАЗВУКОМ

Встановлено, що сумішеве біопаливо на основі сафлорової і ріпакової олій має ряд недоліків, що перешкоджають його широкому використанню в дизельних двигунах. Показано вплив ультразвукової обробки на властивості біопалива і техніко-економічних показники двигуна Д-243 при роботі на таких паливах, при цьому сумішеве біопаливо при його обробці ультразвуком менш схильне до розшарування, підвищується зносостійкість деталей двигуна за рахунок підвищення вмісту олеїнової кислоти

Вступ. Останнім часом науково-дослідні центри проводять дослідження по заміні мінерального дизельного палива біопаливом [1,2]. До переваг використання сумішевого біопалива в агропромисловому комплексі відносяться: відновлюваність, екологічність, економія мінерального дизельного палива, підвищення ресурсу двигуна, застосування біопалива без конструктивних змін [3]. Недоліками стримуючими використання біопалива в тракторних двигунах, є: підвищена в'язкість, розшарування на вихідні складові, зниження потужності двигуна (до 7%), підвищений питомої витрати палива (на 7-11%).

Одним із шляхів поліпшення показників двигуна, що працює на біопаливі є обробка сумішевого біопалива ультразвуком. При цьому відбувається поліпшення його фізико-механічних властивостей, що сприяє підвищенню потужності і поліпшення екологічних показників [4].

Метою роботи є дослідження основних показників двигуна Д-240 (4Ч11/12,5) з використанням палива, обробленого ультразвуком.

Аналіз існуючих рішень. За результатами досліджень [4,5] встановлено, що зменшення потужності автотракторних двигунів при переході на біопаливо та вказано їх конструктивні особливості. За дослідженнями [6,7] для двигуна СМД-14 при застосуванні 100% дизельного біопалива спостерігається зменшення максимальної ефективної потужності двигуна на 12% та збільшення питомої витрати палива на 10-13%. У результаті проведення досліджень роботи двигуна Д-240 на ріпаковому метиловому ефірі видно істотні зміни витрати палива при переході на біодизель, збільшення годинної та питомої витрати палива [9]. Проте питання визначення факторів, котрі впливають на ефективність застосування біопалива і його сумішей, залишаються недостатньо висвітленими та потребують проведення подальших наукових досліджень.

Результати дослідження. В якості досліджуваних паливних композицій використовувалися: мінеральне дизельне паливо (ДП), сумішеве біопаливо, що складається на 20% ріпакової або сафлорової олій і на 80% з мінерального дизельного палива (паливо В20); сумішеве біопаливо, що складається на 20% з ріпакової або сафлорової олій та на 80% з мінерального дизельного палива, додатково обробленого ультразвуком (паливо В20 + УЗ).

Для обробки біопалива застосовувалося розроблене ультразвуковий пристрій, який монтується в систему живлення двигуна трактора МТЗ-80.

Ультразвукова обробка біопалива сприяє його активації і змінює фізико-хімічні властивості, при поширенні ультразвукових коливань спостерігається так званий ефект ультразвукової кавітації, що збільшує час розшарування сумішевого біопалива.

У біопаливі на основі ріпакової і сафлорової олій міститься олеїнова кислота, яка сприяє утворенню на поверхні деталей двигуна поверхнево активних речовин (ПАР), що призводить до підвищення їх зносостійкості. Обробка палива ультразвуком підвищує вміст в ньому олеїнової кислоти з 5 до 9% [10].

Поліпшення якості біопалива досягається за рахунок того, що акустичний кавітаційний вплив на паливо в діапазоні ультразвукових частот призводить до цілого ряду позитивних змін, що поліпшують його калорійність і якість згорання. Під дією кавітації молекулярні ланцюжки органічних палив порушуються, утворюючи при цьому велику кількість активних молекул, які вступають в процес окислення значно швидше.

При процесі кавітації відбувається розрив зв'язків самих молекул з утворенням радикалів, які мають набагато більшу здатність до займання, ніж замкнуті молекули.

Полімерні ланцюжки води, що знаходяться в паливі, також руйнуються і вода переходить в дисперсний стан з утворенням вільних радикалів Н і ОН, які беруть участь в процесі горіння значно активніше, легко окислюються з'єднання з вільними радикалами органічного палива. Сірка і парафіни в процесі кавітаційного подрібнення утворюють поверхнево-активні речовини (ПАР), які, з'єднуючись з поверхнею мікрочастинок емульсії, перешкоджають їх подальшій коагуляції.

Результати проведених моторних досліджень дизеля Д-240 за потужнісними і паливо-економічними та екологічними показниками при використанні різних видів палива в умовах регуляторної характеристики з частотою обертання колінчастого валу від 1400 хв⁻¹ (режим максимального крутного моменту) до 2200 хв⁻¹ (режим максимальної потужності) представлений на рис 1.

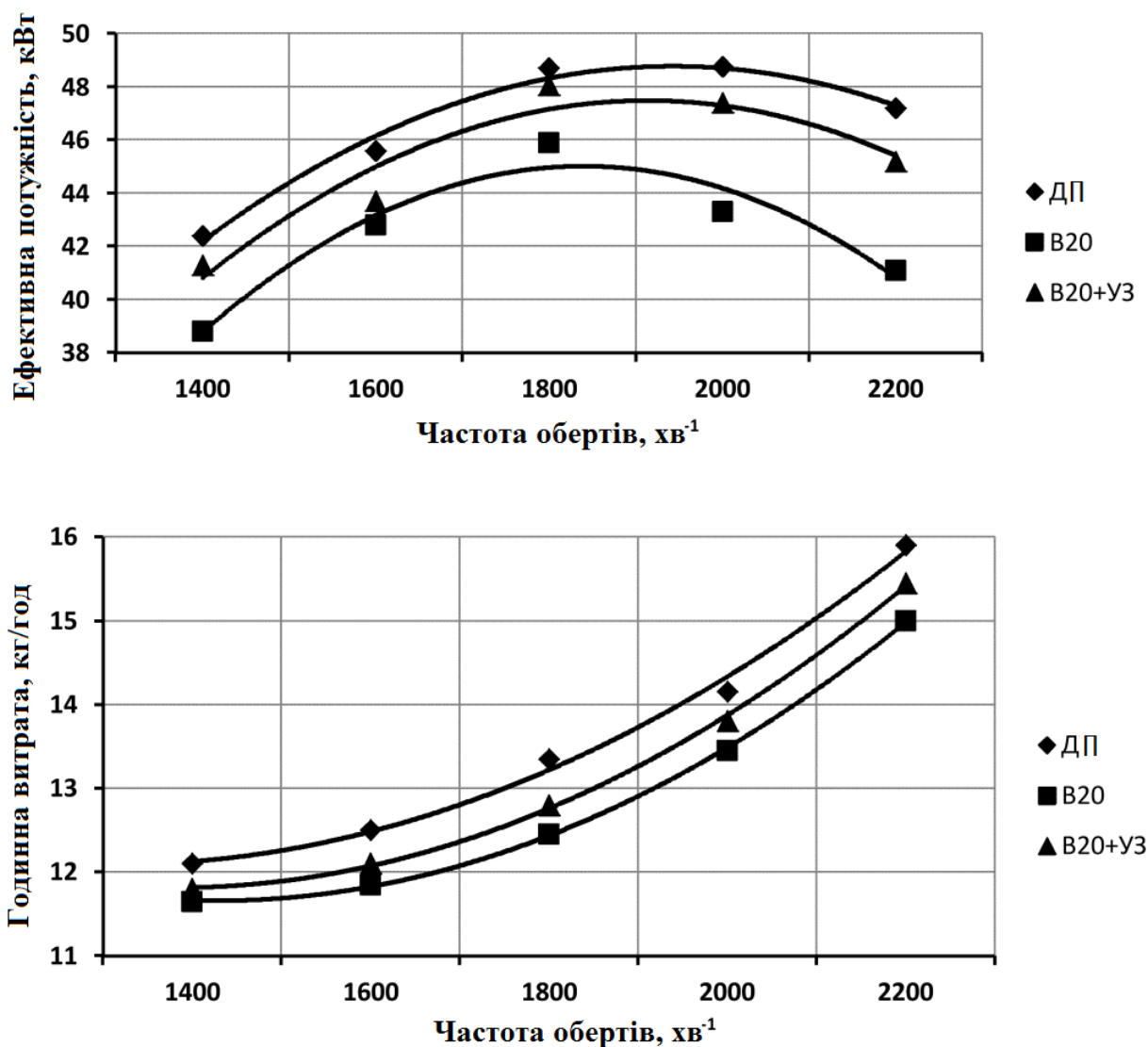


Рисунок 1 – Залежність потужності і годинної витрати палива від частоти обертання колінчастого валу двигуна Д-240 в умовах регуляторної характеристики

Встановлено, що ефективна потужність при роботі на біопаливі, не обробленому ультразвуком, знижується на 1,5-6,5%, в порівнянні з дизельним паливом, тоді як на обробленому і знижується тільки на 0,5-0,8%. Годинна витрата витрата сумішевому біопаливі, не обробленому ультразвуком, зростає на 1,7-5,7%; при цьому при роботі на сумішевих біопаливах, оброблених ультразвуком годинна витрата збільшується тільки на 1-3%.

Основною перевагою використання біопалива в двигунах є зниження шкідливих викидів з відпрацьованими газами. Так, викиди оксидів азоту (NOX) зменшуються на 15-20%, сажі - на 30-35%, окису вуглецю (CO) на 10-15% (рис. 2).

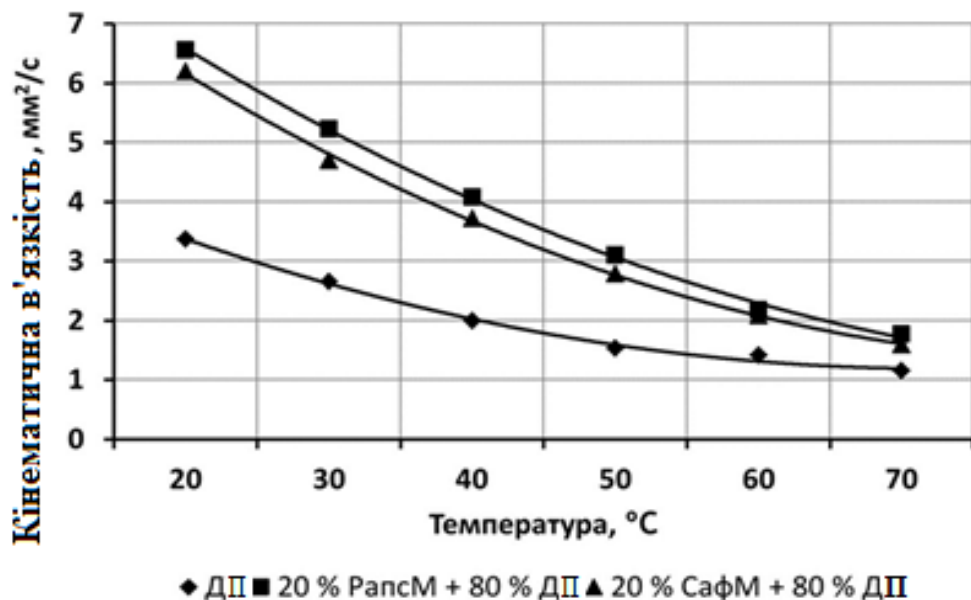


Рисунок 2 - Зміна в'язкості біопалива в залежності від температури

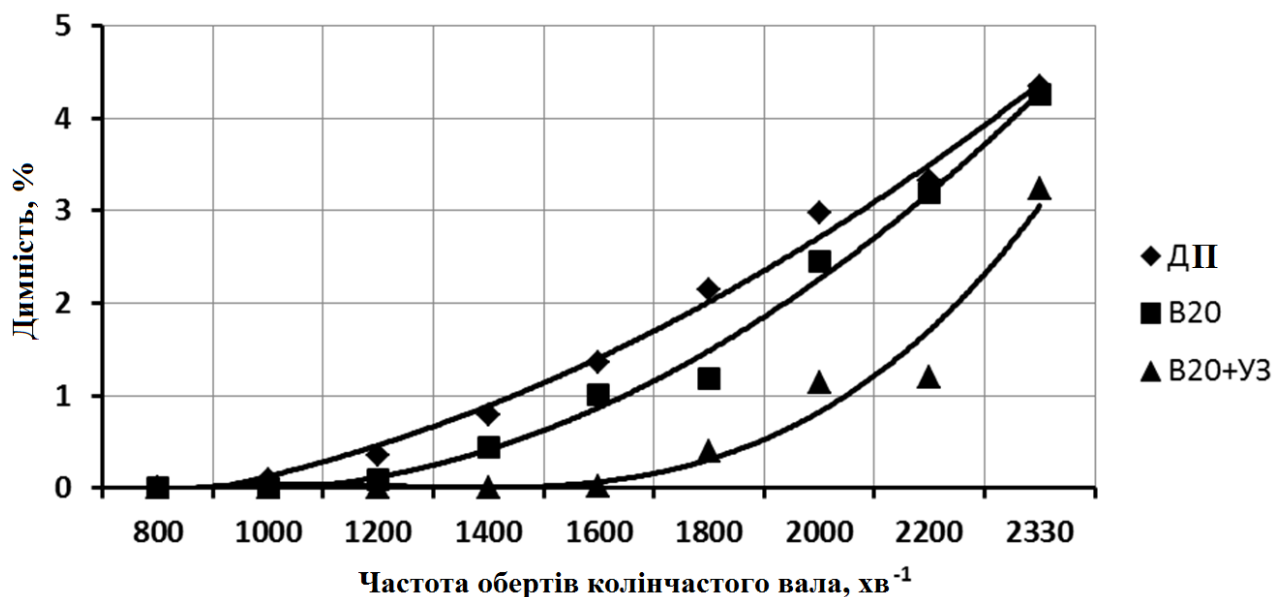


Рисунок 3 - Зміна екологічних показників дизеля Д-240 в умовах характеристики холостого ходу при роботі на паливах різного складу

Як зазначалося, до недоліків біопалива відноситься його підвищена в'язкість. В'язкість біопалива на основі ріпакової олії вище в середньому на 5%, ніж у біопалива. Тому для наближення в'язкості біопалива до мінерального дизельного палива необхідний його підігрів.

Проведені дослідження показали, що циклова подача при роботі на біопаливі при температурі 20-30°C збільшується на 8-8,5%, а при підігріві до 60-70°C відповідає необхідній.

Висновок. Димність при роботі на сумішевих біопаливі з використанням ріпакової і сафлорової олії, обробленій ультразвуком знизилася на 12,0-18,7%. Робота двигуна на сумішевих біопаливах за такими показниками, як ефективна потужність, максимальний крутний момент, порівняно з роботою на паливі з ріпакової олії не зазнає значних відхилень.

Список літературних джерел

1. Demirbas, A. Biodiesel: a realistic fuel alter-native for diesel engines. Springer-Verlag London Limited, 2008. 208 p.

2. Семенов В. Г. Моделювання процесу згорання в тракторних і комбайнових дизелях, працюючих на різних видах палива за допомогою уточненої моделі і.і. вібе шляхом апроксимації експериментальних даних / В. Г. Семенов, В. П. Комаха, В. Б. Рябошапка. – 2015. – № 1. – С. 52–58.

3. Poliakov A. P. Technique of motor vehicle indices calculation while transition of its engine for operation at the mixture of diesel and biodiesel fuels / A. P. Poliakov, O. O. Galushchak, D. O. Galushchak. – 2015. – № 22. – С. 76–81.

4. І.В. Гунько, С.А. Бурлака, А.А. П'ясецький, Система паливоподачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші. Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2017. – № 97. – С. 47–51.

5. Савельев, Г. С. Производство и использование биодизельного топлива из рапса [Текст] / Г. С. Савельев. – М.: ГНУ ВИМ, 2007. – 96 с.

6. Устройство для ультразвуковой обработки биотоплива [Текст] : пат. 88396 Российская Федерация, МПК F02M 27/08. / Загородских Б. П., Фадеев С. А.; заявитель и патентообладатель Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова. – № 2009127033/22; заявл. 14.07.2009; опубл. 10.11.2009. Бюл. № 31. – 5 с.

7. І.В. Гунько, С.А. Бурлака, А.П. Єленич, Оцінка екологічності нафтового палива та біопалива з використанням методології повного життєвого циклу. Вісник Хмельницького національного університету, Том 2. – 2018. – № 6. – С. 246–249.

8. Уханов, А.П. Рапсовое биотопливо [Текст]/ А. П. Уханов, В. А. Рачкин, Д. А. Уханов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2008. – 229 с.

9. Фадеев, С.А. Улучшение показателей тракторного дизеля при работе на биодите, обработанном ультразвуком [Текст] / С.А. Фадеев, Б. П. Загородских, А. П. Уханов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2009. – № 12. – С. 4-6.

10. Осетров О.О. Поліпшення техніко-економічних показників дизеля ЧН 12/14, що працює на біопаливах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 «Двигуни та енергетичні установки» / О.О. Осетров. – Харків, 2015. – 20 с.

Бурлака Сергій Андрійович – асистент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці, Вінницький національний аграрний університет, e-mail: ipserhiy@gmail.com

АНАЛІЗ КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

Розглянуті основні компоновальні схеми вантажних електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 та N1 за колісною формулою, типами кабін і тягових приводів, розміщенням тягових акумуляторних батарей, наведені їх переваги та недоліки. Запропоновані компоновальні схеми для створення перспективних електромобілів категорій L7 та N1 з метою освоєння їх серійного виробництва.

Вступ. Вантажні електромобілі малої вантажопідйомності з кожним роком набувають все більшого поширення у країнах Європи, Америки та Азії. Спектр сфер їх застосування доволі широкий – від перевезень різних вантажів у межах населених пунктів до виконання різноманітних операцій з прибирання територій міських вулиць, парків, скверів, проведення різних ремонтно-дорожніх та інших робіт. Виробництвом комерційних електромобілів займається кілька десятків спеціалізованих фірм у багатьох країнах світу.

За загальноприйнятою класифікацією вантажних автомобілів електромобілі малої вантажопідйомності відносяться до автомобілів категорії N1, повна допустима маса яких не повинна перевищувати 3500 кг. Тим не менше, на нинішній час найбільшого поширення набули електромобілі малої вантажопідйомності категорії L7 та електромобілі категорії N1 з повною масою до 2500 кг.

Створення конструкцій та організація дрібносерійного виробництва перспективних конкурентоспроможних електромобілів малої вантажопідйомності являється одним із актуальних завдань вітчизняного автомобілебудування.

Метою роботи є аналіз компоновальних схем та вибір, на його основі, оптимальної схеми для створення конструкцій електромобілів малої вантажопідйомності і подальшого освоєння їх серійного виробництва на підприємствах України.

Аналіз публікацій. Сучасні електромобілі малої вантажопідйомності [1-22] виробництва провідних європейських, американських та інших компаній характеризуються застосуванням різних компоновальних схем, характерними ознаками яких являються:

- колісні формули, які характеризують кількість мостів і тип коліс, якими вони обладнані, та тип приводу за розміщенням привідних мостів;
- тип електромобілів за конструкціями кабін, який характеризує взаємне розміщення кабін та передніх керованих або керовано-привідних мостів;
- принципові схеми електричних тягових приводів за кількістю складових частин і їх взаємним розміщенням та конструкціями привідних мостів і/або керовано-привідних мостів;
- розміщення блоків тягових акумуляторних батарей на рамах електромобілів;
- конструктивні особливості кабін електромобілів – конфігурації у фронтальній та бокових проекціях, форми дверей і їх тип за відчиненням, розміщення склоочисників і кількість та розміщення склоочисних щіток тощо.

Сучасні електромобілі малої вантажопідйомності повною масою до 2500 кг створені за трьома компоновальними схемами за колісними формулами: 4x2.1з – з переднім керованим та заднім привідним мостами; 4x2.1п – з переднім керовано-привідним та заднім тримальним мостами та 4x4.1 – з переднім керовано-привідним та заднім привідним мостами, обладнаними одинарними колесами.

Аналіз конструкцій сучасних електромобілів малої вантажопідйомності показав, що біля 90 % розглянутих конструкцій електромобілів спроектовані за компоновальною схемою з колісною формулою 4x2.1з, тобто із заднім привідним мостом. За цією схемою спроектовані

і виготовляються електромобілі модельних рядів "Alke ATX", "Alke XT", "Mega e-worker", "Goupil G3", "Goupil G4", "Goupil G5", "Brandt Citelec", "Brandt Cenntro", "Brandt Metro", "Tropos Able", "Tropos Able XR", "Canadian Might-E truck", "Esagono Gastone pick-up", "Colibus", "Ligier L1", "Ligier L3", "Ligier Pulse 4 L3", "Viridian WR100", "Viridian WR200", "GEM eL", "GEM eL XD", "GEM Em 1400", "Melex 381", "Melex 385", "Melex 391", "Melex 392", "Melex 395", "Addax MT10", "Addax MT15", "Garia Park SC/ EC", "Garia City SC/ EC", "Columbia Utilitruck", "Columbia Utilitruck shot", "Columbia Utilitruck long", "Comarth Cross", "Comarth CR", "Comarth T-track", "Italcar NEV", "Italcar Attiva 2LX.1", "Taylor-Dunn Bigfoot 3000", "Taylor-Dunn ET 3000", "MEV Bubble Buddy", "MEV Industrial Buddy", "E-Ride EXV2", "Club Car Carryal 710 LSV", "Star EV AK-Series", "Star EV U-Series", "Elgo EL Як".

На основі застосування компоувальних схем з колісною формулою 4x2.1п (з переднім керовано-привідним мостом) спроектовано електромобілі лише одного модельного ряду – "Aixam e-truck" [1], а з колісною формулою 4x4.1 (повнопривідна схема) – деякі модифікації електромобілів модельних рядів "Alke ATX" і "Alke XT" [2], "Evum TUM" і "Evuv aCar" [19].

Отже, основною компоувальною схемою електромобілів малої вантажопідйомності з повною масою до 2500 кг являється схема з колісною формулою 4x2.1з. Вона однозначно пропонується для створення типорозмірного ряду базових шасі перспективних електромобілів категорії N1.

Результати дослідження. Хоча переважаюча більшість сучасних електромобілів малої вантажопідйомності створена за однаковою колісною формулою 4x2.1, проте їх експлуатаційні характеристики суттєво різняться за конструктивними параметрами та зручністю користування. Експлуатаційні характеристики таких електромобілів у значній мірі залежать від інших компоувальних рішень, пов'язаних з наведеними вище характерними ознаками, у першу чергу від компоувальних схем кабін.

За взаємним розміщенням кабін електромобілів та передніх керованих або керовано-привідних мостів можна виділити два типи компоувальних схем:

- схема "CbA" (*cabin behind a axle*) – кабіна розміщена передньою частиною за переднім мостом (рис. 1); такі кабіни відносяться до капотного типу;
- схема "CoA" (*cabin over a axle*) – кабіна задньою частиною розміщена над арками коліс переднього моста (рис. 2); це кабіни безкапотного типу.

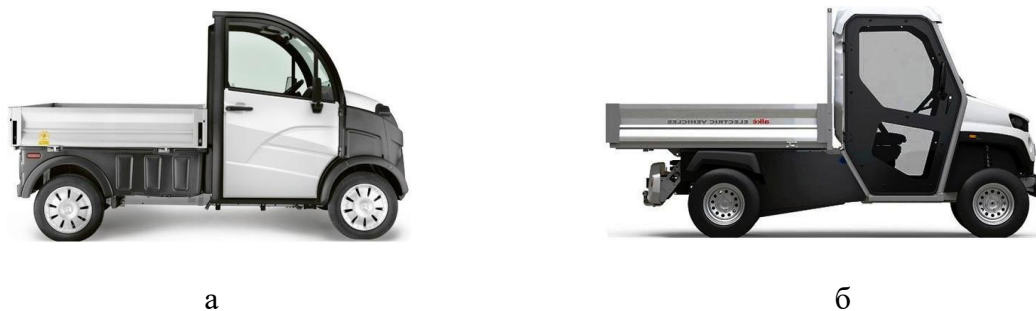


Рисунок 1 – Електромобілі, створені за компоувальною схемою "CbA":
а) – модельного ряду "Aixam e-truck"; б) – модельного ряду "Alke ATX"

Аналіз конструкцій електромобілів малої вантажопідйомності показує, що за кожною з компоувальних схем кабін за розміщенням відносно передніх мостів ("CbA" та "CoA") спроектовано біля 50 % модельних рядів електромобілів. Таким чином, можна стверджувати, що жодна із розглянутих компоувальних схем вантажних електромобілів не має явних переваг.

Отже, вибір тієї чи іншої компоувальної схеми кабіни за розміщенням відносно переднього моста залежить від функціонального призначення електромобілів.



Рисунок 2 – Електромобілі, створені за компоувальною схемою "CoA":
а) – модельного ряду "Goupil G5"; б) – модельного ряду "Colibus"

Тому для створення перспективних електромобілів необхідне розроблення їх ескізних проектів за обома схемами або за іншою можливою схемою. У будь-якому випадку вибір компоувальної схеми за взаємним розміщенням кабіни і переднього моста повинен базуватися на комплексній оцінці переваг та недоліків кількох ескізних проектів електромобіля малої вантажопідйомності стосовно максимального забезпечення специфічних вимог до його конструкції за основним функціональним призначенням.

Компоувальні схеми електричних тягових приводів за розміщення та кількістю складових частин сучасних вантажних електромобілів повною масою до 2500 кг можна об'єднати у три типи:

- тип "kD" (*classic drive*) – класичний привід на основі застосування окремого тягового електричного двигуна та механічного привідного моста балкового типу (рис. 3а);
- тип "iD" (*integral drive*) – інтегральний привід на основі застосування привідного моста інтегрально-балкового типу, у якому тяговий електричний двигун зблокований з редуктором головної передачі і являється частиною привідного моста (рис. 3б);
- тип "imD" (*integral modular drive*) – модульний привід на основі застосування привідних модулів у складі зблокованих тягового електричного двигуна (або двох двигунів) і редуктора головної передачі (рис. 3в).

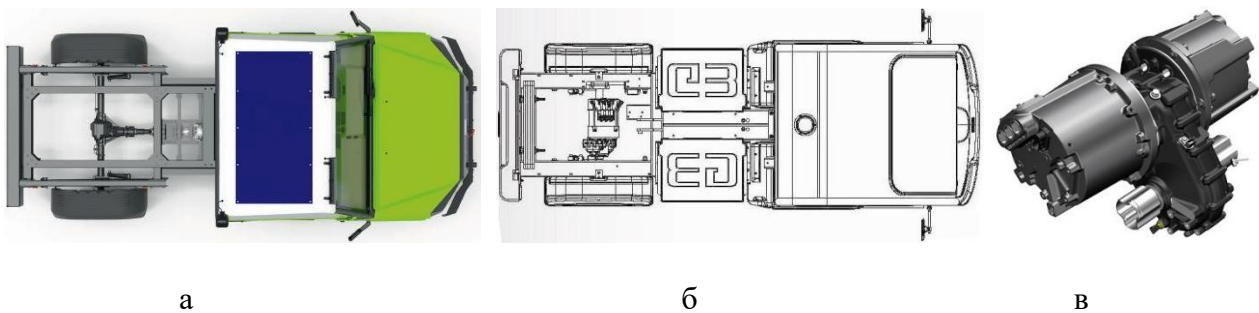


Рисунок 3 – Компоувальні схеми електричних тягових приводів електромобілів:
а) – "kD" (класичний привід); б) – "iD" (інтегральний привід); в) – "imD" (модульний привід)

Аналіз конструкцій електричних тягових приводів існуючих електромобілів малої вантажопідйомності, показує, що:

- за компоувальною схемою "iD" спроектовано понад 80 % модельних рядів електромобілів;
- електричні тягові приводи типів "kD" та "imD" застосовані у конструкціях електромобілів лише кількох модельних рядів.

Привідні мости електричних тягових приводів типу "iD" з інтегрально-балковими привідними мостами підвішені до рам шасі електромобілів підвісками залежного типу, у конструкціях яких у якості пружних елементів застосовуються гвинтові циліндричні пружини або малолистові ресори. Компоувальні схеми електричних тягових приводів на основі

привідних мостів з незалежними підвісками одинарних привідних коліс застосовуються, здебільшого, для підвищування керованих мостів та керовано-привідних і привідних мостів повнопривідних електромобілів. Дуже рідко застосовуються привідні мости типу "Де-Діон".

Для створення вітчизняних перспективних електромобілів малої вантажопідйомності пропонується електричний тяговий привід типу "iD" на основі застосування привідних мостів інтегрально-балкового типу (рис. 4) з ресорною підвіскою одинарних коліс, оскільки являється конструктивно простішим.

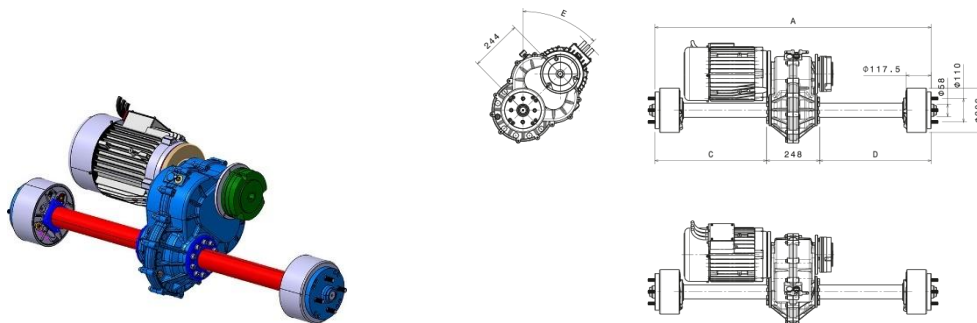


Рисунок 4 – Привідні мости інтегрально-балкового типу електромобілів малої вантажопідйомності

Застосування привідних мостів типу "Де-Діон" потребує оцінки доцільності їх застосування з умови невеликих максимальних швидкостей руху електромобілів (40-60 км/год.) та відносно малих мас мостів інтегрально-балкового типу.

У конструкціях сучасних вантажних електромобілів повною масою до 2500 кг застосовано п'ять основних компоновальних схем за розміщенням блоків тягових акумуляторних батарей (АКБ):

- схема "bsF" (*battery on the sides of the frame*) – блоки тягових АКБ розміщені з обох боків рами шасі у зоні між кабіною водія та арками коліс заднього моста (рис. 5а);

- схеми "biF" (*battery inside the frame*) – блоки тягових АКБ розміщені у центральній частині рами шасі між лонжеронами у зоні за кабіною водія перед – "biFf" (рис. 5б) або перед і за заднім мостом – "biFfb" (рис. 5в);

- схема "bsoF" (*battery on the sides and over of the frame*) – блоки тягових АКБ розміщені з обох боків рами та між лонжеронами рами шасі у зоні між кабіною та арками коліс заднього моста (рис. 5г);

- схема "bsiF" (*battery on the sides and inside of the frame*) – блоки тягових АКБ розміщені з обох боків рами шасі та над її обома лонжеронами у зоні між кабіною водія та арками коліс заднього моста (рис. 5д).

Вибір компоновальної схеми для створення перспективних електромобілів малої вантажопідйомності за розміщенням блоків тягових АКБ повинен базуватися на наступних умовах:

- на забезпеченні величини заданого (прийнятого) автономного добового пробігу електромобілів;

- на аналізі розподілу споряджених та максимальних мас на передній керований і особливо передній керовано-привідний мости та задній привідний або тримальний мости;

- на економічній доцільності застосування блоків тягових АКБ необхідної потужності того чи іншого типу з огляду на тривалість служби, масу та вартість.

Проектування перспективних електромобілів малої вантажопідйомності можливе за будь-якими комбінаціями із проаналізованих вище компоновальних схем. А їх конкурентоспроможність повинна забезпечуватись вибором оптимальних конструктивних параметрів – маси у спорядженому стані, вантажопідйомності, ергономічності робочого місця водія, маневреності, прохідності тощо з урахуванням:



Рисунок 5 – Компонувальні схеми електромобілів за розміщенням блоків тягових АКБ:
 а – "bsF" ; б і в – "biF"; г – "bsoF"; д – "bsiF"

- технологічності конструкцій рам, кабін, кузовів та робочих механізмів різного функціонального призначення;
- застосування сучасних матеріалів та технологічних процесів виробництва деталей електромобілів, їх кузовів та робочих механізмів тощо;
- оцінки собівартості дрібносерійного виробництва типорозмірного ряду базових шасі електромобілів з кабіною водія, кузовів та робочих механізмів різного функціонального призначення тощо;
- оцінки обсягів реальних потреб у електромобілях та прогнозування вартості їх реалізації на внутрішньому ринку та ринках інших країн.

Найбільш складним завданням на стадії ескізного проектування перспективних електромобілів малої вантажопідйомності являється вибір компонувальної схеми кабіни з огляду забезпечення їх багатфункціонального використання. Кабіни електромобілів малої вантажопідйомності являються найбільш складними та трудомісткими у дрібносерійному виробництві і відрізняються:

- конструкціями каркасів та панелей їх зовнішнього облицювання;
- конструкціями та формами панелей внутрішньої оббивки;
- конфігураціями у фронтальній та бокових проекціях;
- конфігураціями, формами та розмірними параметрами дверей;
- конструкціями дверей та способами їх відкривання-закривання тощо.

Загалом, серед кабін електромобілів малої вантажопідйомності капотного типу ("СвА") за розміщенням відносно переднього керованого або керовано-привідного моста можна виділити три компонувальної схеми, кабіни яких різняться величиною капота:

- чвертькапотні – "qC" (*quadruple type cabin*);
- півкапотні – "sC" (*semicircular type cabin*)
- повнокапотні – "hC" (*hood type cabin*).

Кожній з цих компонувальних схем кабін присутні відповідні переваги та недоліки. З умови забезпечення безпечності водія оптимальними являються кабіни повнокапотного типу ("hC"). Ці кабіни забезпечують і кращі умови входу-виходу водія та члена обслуговувального персоналу, що являється дуже важливою характеристикою міських розвізних електромобілів. Зате кабіни чвертькапотного типу ("qC") при однаковій габаритній довжині електромобілів забезпечують кращу маневреність завдяки меншій колісній базі і більшу довжину їх кузовів.

З метою вибору оптимальних параметрів кабін перспективних електромобілів малої вантажопідйомності капотного типу ("СbA") у табл. 1 наведені основні зовнішні розмірні параметри кабін типів "qC", "sC" та "hC" (рис. 6).

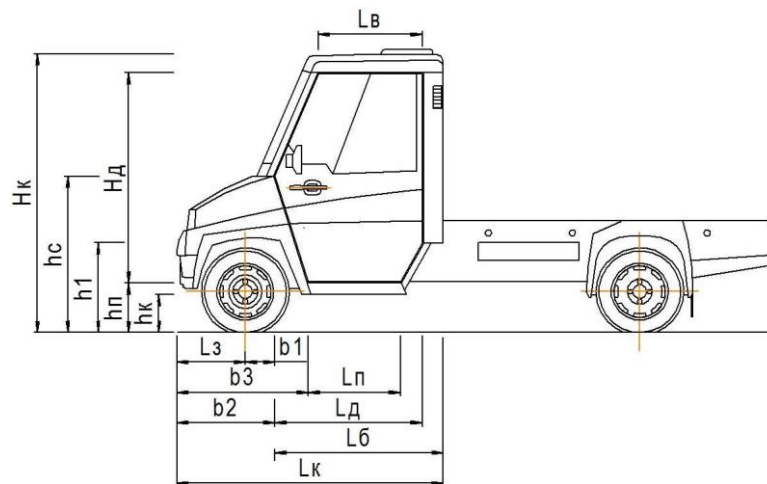


Рисунок 6 – Схема розмірних параметрів кабін типів "qC", "sC" та "hC" електромобілів категорій L7 і N1

Таблиця 1 – Розмірні параметри кабін типів "qC", "sC" та "hC" вантажних електромобілів категорій L7 і N1

Найменування параметра	Модель електромобіля						
	Aixam e-truck	Alke ATX-II	Alke ATX-III	Ligier L	Garia Park/ City	Comart CR	GEM eL
Компонувальна схема кабіни	"sC"		"hC"	"sC"	"hC"		
Довжина кабіни, Lк, м	1,665	1,69	1,7	1,95	1,925	2,015	1,935
Розмірні параметри дверей, м:							
- ширина, Lд	0,98	0,905	0,93	1,0	0,87	1,1	1,285
- висота, Hd	1,34	1,38	1,42	1,4	1,42	1,37	1,32
- ширина підніжки, Lп	0,695	0,495	0,520	0,705	0,635	0,43	0,515
- ширина верхньої частини, Lв	0,25	0,645		0,485	0,6	0,575	0,505
Довжина модуля кабіни, Lб, м	1,055	0,905	0,93	1,12	1,36	1,215	1,34
Звис передній, Lз, мм	0,425	0,44	0,46	0,44	0,385	0,39	0,3
Інші горизонтальні розміри, м:							
- b1	0,185	0,265	0,23	0,39	0,41		0,295
- b2	0,61	0,705	0,69	0,83	0,625	0,8	0,595
- b3	0,8	0,88	0,895	0,83	0,795	0,965	0,735
Висота кабіни, Hк, м	1,75	0,85	1,89	1,81	1,87	1,74	1,795
Інші вертикальні розміри, м							
- hk	0,225		0,25	0,175	0,25	0,165	0,29
- hp	0,325		0,32	0,305	0,32	0,24	0,405
- h1	0,65	0,695		0,455	0,635	0,685	0,785
- hc	1,165	1,14		1,18	1,02	0,95	1,06

Аналіз зовнішніх розмірних параметрів кабін сучасних електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 і N1 капотного типу (СbA) показує, що габаритна довжина (Lк) кабін півкапотного типу ("sC") рівна 1,665-1,935 м (різниця – 0,245 м), а довжина кабін повнокапотного типу ("hC") складає 1,935-2,015 м (різниця – 0,08 м). Розмірних параметрів кабін чвертькапотного типу знайти не вдалося.

Габаритна довжина кабін перспективних проєктованих електромобілів доцільна у межах $1,7 \pm 0,035$ м для кабіни типу "sC" та у межах $2,0 \pm 0,035$ м для кабін типу "hC".

Кабіни сучасних електромобілів малої вантажопідйомності безкапотного типу ("CoA") за розміщенням відносно переднього керованого або керовано-привідного моста створені, переважно, за однією компоувальною схемою ("cW") (*wagon type cabin*), яка характерна розміщенням задньої стінки кабін за вертикальною віссю коліс переднього моста.

Основні зовнішні розмірні параметри кабін вагонного типу ("cW") сучасних електромобілів малої вантажопідйомності (рис. 7) наведені у табл. 2.

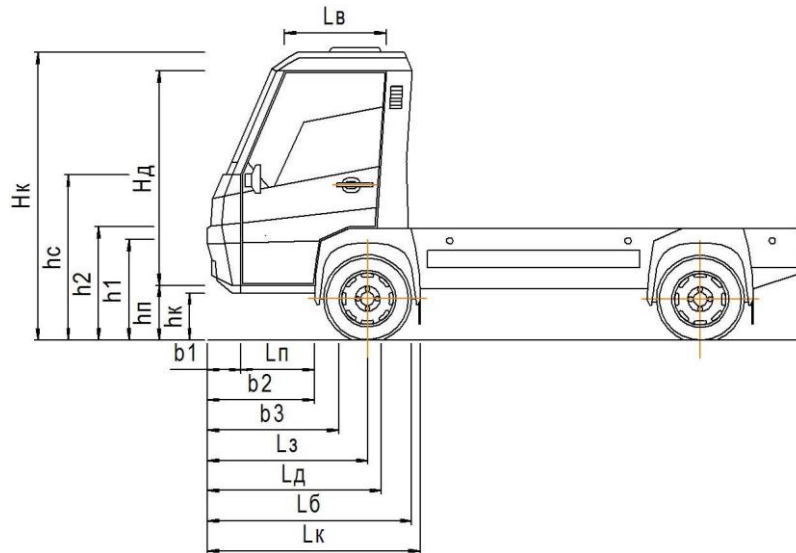


Рисунок 7 – Схема розмірних параметрів кабін типу "cW" електромобілів категорій L7 і N1

Таблиця 2 – Розмірні параметри кабін типу "cW" електромобілів малої вантажопідйомності

Найменування параметра	Модель електромобіля						
	Mega e-worker	Goupil G3	Goupil G4	Goupil G5	Esagono Gastone pick-up	Cenntro Kombi ev	Addax MT
Компоувальна схема кабін	"cW"						
Довжина кабін, Lк, м	1,515	1,575	1,47		1,405	1,505	1,5
Розмірні параметри дверей, м:							
- ширина, Lд	1,03	0,98	1,035	0,98	1,005	0,895	0,915
- висота, Hd	1,44	1,435	1,45	1,445	1,405	1,285	1,615
- ширина підніжки, Lп	0,385	0,405	0,38		0,385	0,29	0,38
- ширина верхньої частини, Lв	0,335	0,425	0,375	0,465	0,635	0,63	0,535
Довжина модуля кабін, Lб, м	1,43	1,385	1,43	1,395	1,405	1,505	1,46
Звис передній, Lз, м	1,165	1,165	1,085	0,99	0,985	0,98	1,075
Інші горизонтальні розміри, м:							
- b1	0,305	0,375	0,305	0,21	0,22	0,28	
- b2	0,69	0,78	0,685	0,59	0,615	0,57	0,66
- b3	-	-	-	-	-	-	0,78
Висота кабін, Hк, м	1,895	1,885		1,89	1,84	1,78	2,07
Інші вертикальні розміри, м							
- hk	0,275	0,29	0,275		0,24	0,21	0,34
- hp	0,385		0,380	0,385		0,32	0,4
- h1	0,715				0,625	0,665	0,875
- hc	1,125	1,005	1,075		0,88	1,15	1,01

Габаритна довжина кабін типу "сW" перспективних електромобілів малої вантажопідйомності доцільна у межах $1,5 \pm 0,035$ м.

Ширина кабін сучасних електромобілів категорій L7 і N1 повною масою до 2500 кг знаходиться у доволі широкому діапазоні – 1,1-1,562 м (різниця складає 0,462 м) при тому, що усі кабінні однорядного планування і розраховані на водія та одного члена обслуговуючого персоналу. Більшість кабін вантажних електромобілів малої вантажопідйомності (понад 57 %) мають ширину у межах 1,3-1,5 м.

Габаритна висота вантажних електромобілів повною масою до 2500 кг по кабінах, створених за компоувальною схемою "СbA" (кабіна за керованим мостом) становить 1,753-2,1 м, а створених за компоувальною схемою "СоА" (кабіна над керованим мостом) – 1,78-2,05 м.

Аналіз основних розмірних параметрів сучасних вантажних електромобілів з повною масою до 2500 кг показує, що габаритна довжина їх базових шасі знаходиться у діапазоні 2,6-5,13 м, а колісні бази у межах:

- 1,3-2,3 м – у електромобілів з компоувальною схемою "СbA" (кабіна водія над переднім мостом);
- 1,759-3,58 м – у електромобілів з компоувальною схемою "СоА" (кабіна за переднім мостом).

Висновки. Основною компоувальною схемою розглянутих електромобілів малої вантажопідйомності з повною масою до 2500 кг являється схема з колісною формулою 4x2.1з, тобто із заднім привідним мостом, обладнаним одинарними колесами. Ця схема являється найпростішою за конструкцією тягового електричного приводу з привідними мостами будь-якого типу.

Жодна з компоувальних схем електромобілів за розміщенням кабін не має явних і, тим паче, однозначних переваг. Кабінні електромобілів схеми "СbA" типів "qC" (чвертькапоті), "sC" (півкапотні) та "hC" (капотні) у зв'язку з наявністю капотів, хоча й різної довжини, забезпечують більшу пасивну безпеку водія та члена обслуговуючого персоналу. Такі кабінні мають нижчий рівень підлоги у кабінах відносно опорної поверхні і зручніші для посадки-висадки водія та члена обслуговувального персоналу, що особливо важливе для міських розвізних електромобілів. Проте, електромобілям схеми "СbA", особливо з кабіною типу "hC", властиві дещо гірша маневреність завдяки більшій колісній базі за умови забезпечення необхідної (однакової) довжини кузовів або, відповідно, менша довжина кузовів різних функціональних призначень при однакових габаритних довжинах з електромобілями компоувальної схеми "СоА" з кабінами вагонного типу ("сW").

Основною компоувальною схемою електричних тягових приводів вантажних електромобілів повною масою до 2500 кг за розміщенням та кількістю їх складових частин являється схема "iD" – інтегральний привід на основі застосування привідного моста інтегрально-балкового типу. Ця схема забезпечує, завдяки компактності, зручне розміщення блоків тягових АКБ між лонжеронами рами шасі, більшу технологічність і меншу трудомісткість операцій зі складання електромобілів.

Розміщення тягових АКБ пов'язане з двома вимогами – необхідною (заданою) ємністю тягових АКБ та допустимими навантагами на передній та задній мости, тобто з оптимізацією розподілу навантаг на мости електромобілів при спорядженій та максимальній масах. Схема розміщення тягових АКБ повинна вибиратися, у першу чергу, з умов забезпечення цих вимог.

Для створення перспективних електромобілів з повною масою до 2500 кг пропонуються компоувальні схеми з колісною формулою 4x2.1, "СbA" з кабіною "sC" (півкапотного типу) для базових шасі універсального призначення та "СоА" з кабіною "сW" (вагонного типу) для міських розвізних та комунальних електромобілів з тяговим електричним приводом типу "iD" на основі застосування привідних мостів інтегрально-балкового типу з залежною підвіскою одинарних коліс.

Список літературних джерел

1. Gamme E-truck. Aixam-pro : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.aixam-pro.com/fr/gamme-e-truck> (дата звернення: 7.03.2017).
2. ATX renge. Electric-vehicles. Alke : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.alke.com/doc/alke-atx-electric-vehicles-catalog-eng.pdf> (дата звернення: 7.03.2020).
3. Kerry+. Spazioso, compatto, versatile. Casalini : офіц. веб-сайт. URL: <http://www.casalini.eu/pdf/brochure-casalini-kerry-IT.pdf> (дата звернення: 8.03.2020).
4. Електромобиль Goupil G3. URL: <http://www.cominvest-akmt.ru/files/download/catalogs/goupil.pdf> (дата звернення: 9.03.2020).
5. Goupil G4. Многофункциональный электромобиль. URL: <http://www.cominvest-akmt.ru/files/download/catalogs/Goupil-G4.pdf> (дата звернення: 9.03.2020).
6. Goupil G5. Litium. URL: <http://www.mvmost.se/wp-content/uploads/2017/08/GOUPIL-G5-LITHIUM-NY-2017-NY-uk-v1-impression-SM.pdf> (дата звернення: 9.03.2020).
7. Addax MT 10/15 : a 100% electric utility vehicle. Addax motors : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.addaxmotors.com/en/> (дата звернення: 10.03.2020).
8. Compact all-electric utility vehicle for urban logistics and urban services. Cenntro : офіц. веб-сайт. URL: <http://www.cenntroauto.com/vehicle/metro/> (дата звернення: 10.03.2020).
9. Might-E truck. Canadian Electric Vehicles Ltd. : офіц. веб-сайт. URL: <https://canev.com/wp-content/uploads/might-e-truck-2019-r2.pdf> (дата звернення: 10.03.2020).
10. Colibus. Une gamme de VUL 100% électrique zéro émission. Colibus : офіц. веб-сайт. URL: http://www.colibus-ve.eu/images/fichesproduits/Colibus_FicheProduit_Messagerie.pdf (дата звернення: 12.03.2020).
11. Pulse 4 Long Version. Ligier-professional : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.ligier-professional.fr/en/content/pulse-4-long-version> (дата звернення: 13.03.2020).
12. N1 light commercial electric vehicles. URL: <https://comland.hr/wp-content/uploads/2019/05/Esagono-Energia-BROCHURE-ENG.pdf> (дата звернення: 13.03.2020).
13. Producent pojazdów elektrycznych. Melex : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.melex.com.pl/> (дата звернення: 15.03.2020).
14. Garia Utility vehicles. Garia : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.gariautility.com/assets/Brochures/Garia-Utility-brochure-fall-2019.pdf> (дата звернення: 15.03.2020).
15. T-Truck. Comarth : офіц. веб-сайт. URL: <http://www.comarth.com/en/pdf/datasheet-t-truck.pdf> (дата звернення: 17.03.2020).
16. Cross Rider. Comarth : офіц. веб-сайт. URL: http://www.comarth.com/en/cr_xl.aspx (дата звернення: 16.03.2020).
17. CR Sport. Comarth : офіц. веб-сайт. URL: <http://www.comarth.com/en/crossridersport.aspx> (дата звернення: 16.03.2020).
18. Italcara Industrial S.r.l. Italcara : офіц. веб-сайт. URL: http://www.italcar.com/files_italcar/ITALCAR%20IND%20-%20company%20profile%202020%20-%20EN.pdf (дата звернення: 16.03.2020).
19. The aCar At a Glance. EVUM Motors : офіц. веб-сайт. URL: <https://evum-motors.com/en/acar/> (дата звернення: 17.03.2020).
20. Bigfoot 3000. Taylor-Dunn : офіц. веб-сайт. URL: <https://cdn1.polaris.com/globalassets/taylor-dunn/2019/model/brochures/bigfoot-3000-brochure.pdf?v=690e14e9> (дата звернення: 17.03.2020).
21. Commercial electric vehicles. Moto Electric Vehicles : офіц. веб-сайт. URL: <https://www.motoelectricvehicles.com/commercial-electric-vehicle> (дата звернення: 19.03.2020).
22. Грузовой электромобиль EL ЯК. Эко моторс : офіц. веб-сайт. URL: <http://esomotors.ru/index.php?productID=3517> (дата звернення: 19.03.2020).

Войтків Станіслав Володимирович – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, Науково-технічний центр "Автополіпром", м. Львів, e-mail: voytktivsv@ukr.net

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ МАС ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ НА СТАДІЇ ЕСКІЗНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Запропонована методика визначення параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 та N1 на стадії розроблення ескізних проектів. Наведені емпіричні формули для розрахунків спорядженої та максимальної мас електромобілів на основі аналізу параметрів мас існуючих електромобілів та їх складових частин.

Вступ. На нинішній час у багатьох країнах Європи, Америки та Азії широко застосовуються вантажні електромобілі малої вантажопідйомності категорій L7 та N1. До категорії L7 належать чотириколісні вантажні електромобілі, споряджена маса яких не перевищує 550 кг без урахування маси тягових акумуляторних батарей (АКБ), а потужність електродвигуна не перевищує 15,0 кВт. До категорії N1 відносяться електромобілі, максимальна маса яких не перевищує 3500 кг. Особливого поширення набули вантажні електромобілі, максимальна маса яких не перевищує 2500 кг. Сфера їх застосування доволі широка – від перевезень продуктів харчування та інших вантажів у межах населених пунктів до виконання різноманітних операцій з прибирання територій міських вулиць, парків, скверів, проведення різних ремонтно-дорожніх та інших робіт тощо. Такі електромобілі виготовляють спеціалізовані фірми у багатьох країнах світу. А на протязі кількох останніх років деякими з них створені електромобілі на замовлення операторів поштового зв'язку.

В нашій державі вантажні електромобілі малої вантажопідйомності наразі не виготовляються. Проте, їх створення та організація бодай дрібносерійного виробництва являється актуальним завданням вітчизняного автомобілебудування.

Метою роботи є розроблення методики визначення параметрів мас перспективних електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 та N1 на етапі розроблення ескізних пропозицій за різними компоновальними схемами та на стадії їх ескізного проектування.

Основна частина. До основних параметрів мас електромобілів малої вантажопідйомності відносяться:

- споряджена маса (маса спорядженого електромобіля) – маса колісного транспортного засобу (КТЗ) без водія, пасажирів, обслуговувального персоналу та вантажу, з врахуванням маси тягових АКБ, експлуатаційних рідин і, в разі наявності, запасного колеса та інструментів;
- порожня маса – маса спорядженого КТЗ з масою водія електромобіля (75 кг) та масою кожного члена обслуговувального персоналу (75 кг);
- максимальна маса – технічно допустима максимальна маса, рівна масі спорядженого КТЗ та вантажу.

Максимальна маса електромобілів малої вантажопідйомності загалом складається зі спорядженої маси, маси водія і члена (членів) обслуговувального персоналу та маси вантажу, тобто:

$$M_{\max} = M_{cn} + (1 + n_{on}) \times m_{on} + M_{\varepsilon}, \quad (1)$$

де M_{cn} – споряджена маса електромобіля, кг; n_{on} – кількість членів обслуговувального персоналу, чол.; m_{on} – маса водія або члена обслуговувального персоналу, кг; $m_{on} = 75$ кг; M_{ε} – маса вантажу, кг.

Електромобілі малої вантажопідйомності в загальному випадку складаються з трьох

складових частин – базового шасі з кабіною, кузова відповідного функціонального призначення та робочого механізму. Отже, споряджена маса електромобілів визначається за виразом

$$M_{cn} = M_{cш} + M_{куз} + M_{рм}, \quad (2)$$

де $M_{cш}$ – споряджена маса шасі електромобіля з кабіною (без кузова та робочого механізму), кг; $M_{куз}$ – маса кузова відповідного функціонального призначення, кг; $M_{рм}$ – маса робочого механізму відповідного функціонального призначення, кг.

У свою чергу, формулу для визначення спорядженої маси базових шасі електромобілів можна записати у наступному вигляді:

$$M_{cш} = M_{ш} + M_{акб}, \quad (3)$$

де $M_{ш}$ – маса шасі електромобіля з кабіною без маси блоків тягових АКБ, кг; $M_{акб}$ – маса блоків тягових АКБ, кг.

Споряджена маса базового шасі перспективних електромобілів малої вантажопідйомності може бути визначена після розроблення відповідної ескізної документації. Але на початковому етапі їх ескізного проектування – на етапі розроблення ескізних пропозицій за різними компоновальними схемами – це дуже трудомісткий і фінансово затратний процес. Тому, для проведення розрахунків мас споряджених базових шасі електромобілів пропонуються емпіричні формули, отримані у результаті статистичного аналізу параметрів споряджених мас таких транспортних засобів.

За можливості підбору близького за конструкцією електромобіля-аналога і наявності його необхідних технічних параметрів для визначення маси базового шасі проектного перспективного електромобіля без встановлених блоків тягових АКБ пропонується наступний вираз

$$M_{ш} = k_b \left(M_{ш}^a - \frac{M_{ш}^a \times (L_{ш}^a - L_{ш})}{L_{ш}^a} \right), \quad (4)$$

де $M_{ш}^a$ – споряджена маса шасі електромобіля-аналога з кабіною без маси блоків тягових АКБ, кг; $L_{ш}^a$ – габаритна довжина шасі електромобіля-аналога, м; $L_{ш}$ – габаритна довжина шасі проектного електромобіля, м; k_b – коефіцієнт, який враховує різні габаритні ширини кабін проектного електромобіля та електромобіля-аналога по їх кузовах, м;

$$k_b = 1 - \frac{0,1(B_{\kappa}^a - B_{\kappa})}{B_{\kappa}^a}, \quad (5)$$

де B_{κ}^a – габаритна ширина кабіни електромобіля-аналога по кузову, м; B_{κ} – габаритна ширина кабіни проектного електромобіля, м.

Результати розрахунків мас шасі без блоків тягових АКБ близьких за конструкцією електромобілів моделей "Gourpil G4" [1] і "Gourpil G5" [2] з кабінами вагонного типу і тяговими електродвигунами потужністю 10,0 кВт і 10,7 кВт наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Аналіз розрахункових мас шасі вантажних електромобілів моделей "Goupil G4" та "Goupil G5" без блоків тягових АКБ

Найменування параметра	Модель електромобіля	
	"Goupil G4"	"Goupil G5"
Габаритна довжина шасі, $L_{ш}$, м	3,582	3,8
Габаритна ширина кабіни по кузову, B_k , м	1,2	1,4
Коефіцієнт k_b	0,986	1,017
Маса шасі без тягових АКБ, $M_{ш}$, кг:		
- за даними фірми-виробника	582	625
- розрахована за виразами 4 і 5	584	624
Похибка розрахунків, кг (%)	2 (0,3)	1 (0,2)

Похибка розрахунків за виразами (4) і (5) мас шасі вантажних електромобілів з максимальною масою до 2500 кг, навіть не дуже близьких за конструкціями, обладнаних кабінами різних типів, моделей "Mega e-worker" [3], "GEM eL xD" [4] та "Alke ATX340E" [5] складає 5,0-8,5 % (табл. 2), за умови, що їх довжина не більша ніж на 5-6 % довжини шасі-аналога.

Таблиця 2 – Аналіз розрахункових мас шасі вантажних електромобілів малої вантажопідйомності, різних за конструкціями

Найменування параметра	Модель електромобіля			
	"Goupil G4"	"Mega e-worker"	"GEM eL xD"	"Alke ATX340E"
Компонувальна схема кабіни	вагонна		капотна	
Габаритна довжина шасі, L_{ϕ} , м	3,582	3,665	3,785	3,22
Габаритна ширина кабіни по кузову, B_{ϕ} , м	1,2	1,2	1,41	1,215
Коефіцієнт k_b	1,0	1,0	1,017	1,001
Маса шасі без тягових АКБ, M_{ϕ} , кг:				
- за даними фірми-виробника	582	590	575	655
- розрахована за виразами 4 і 5	582	595	625	491
Похибка розрахунків, кг (%)	-	5 (0,8)	50 (8,5)	164 (25,0)

Отже, запропонований вираз (4) для визначення маси базового шасі проектного електромобіля малої вантажопідйомності без тягових АКБ доцільно застосовувати за умови $L_{ш} = (L_{ш}^a \pm 0,25)$ м.

Якщо габаритна довжина проектного шасі електромобіля значно більша або менша довжини шасі електромобіля-аналога, тобто за умов $L_{ш} \gg L_{ш}^a$ або $L_{ш} \ll L_{ш}^a$, для визначення його маси без тягових АКБ пропонується наступна формула:

$$M_{сш} = k_b \times M_{ш}^a + \Delta m_l (L_{ш}^a - L_{ш}), \quad (6)$$

де Δm_l – питома маса рами шасі електромобіля-аналога у зоні збільшення колісної бази, кг/м.

Питомі маси рам різних типів за конструкцією у зоні збільшення (або зменшення) колісних баз, розраховані за технічними параметрами електромобілів-аналогів моделей "Mega e-worker" [3], "Goupil G3" [6], "Cenntro Kombi ev" [7], "Star EV AK48-2" [8] та "Alke XT320"

[9], наведені у табл. 3.

Маса блоків тягових АКБ залежить від типу, номінальної ємності та робочої напруги тягового електродвигуна або номінальної енергії (потужності), а також від конструктивних параметрів, тобто від фірми-виробника.

Маса блоків тягових АКБ різних типів за принципом генерування електроенергії та конструктивними особливостями визначається на основі технічних параметрів окремих АКБ, наданих фірмами-виробниками, за виразами

$$M_{акб} = m_i \times \frac{10^3 W_{акб}}{C_i \times U_i}, \quad (7)$$

або

$$M_{акб} = m_i \times \frac{C_{акб} \times U_p}{C_i \times U_i}, \quad (8)$$

де m_i – маса однієї тягової АКБ, кг; $W_{акб}$ – розрахункова (задана або вибрана) потужність блоків тягових АКБ, кВт·год.; C_i – ємність однієї тягової АКБ, А·год.; U_i – напруга однієї тягової АКБ, В; $C_{акб}$ – ємність блоків тягових А·год.; U_i – напруга блоків тягових АКБ, В.

У конструкціях електромобілів малої вантажопідйомності, повна маса яких рівна 1500-2500 кг, зазвичай застосовуються блоки тягових АКБ, сумарна номінальна ємність яких складає 180-320 А·год., а сумарна номінальна потужність – 8,0-20,0 кВт·год. при напрузі 48,0-72,0 В.

Розрахункові маси блоків тягових АКБ різних типів однакової потужності з напругою 48,0 В одного і того ж виробника – англійської фірми "EverExceed Corporation" [10], наведені у табл. 4.

Розрахункові маси блоків тягових АКБ з напругою 48,0 В однакової потужності, рівної 11,5 кВт·год., однакового типу – VRLA AGM, але різних фірм-виробників – американської "Trojan battery company" [11], голландської "Victron Energy BV" [12], тайванської "B.B. Battery Co. Ltd" [13], італійсько-китайської "Shenzhen Firstpower Tech, Co, Ltd" (АКБ торгівельної марки "Ventura") [14], наведені у табл. 5.

Таблиця 4 – Розрахункові маси тягових АКБ різних типів фірми "EverExceed Corporation"

Найменування параметра	Модель і тип тягових АКБ				
	2TV060300	ST-12100	FGL12-100	EV48100-T	SPL80
Тип АКБ	VRLA OPzV	VRLA AGM	VRLA Gel	LiFePO4	Ni-Cd
Напруга, В	2,0	12,0		48,0	2,0
Ємність C10, А·год.	315	100			
Маса АКБ, кг	29,0	31,5	34,4	48,0	5,8
Потужність блоку АКБ, кВт·год.	15,1	14,4			
Маса блоку тягових АКБ, кг	696	378	414	144	475

Варто зауважити, що вибір типів тягових АКБ для живлення електричних тягових приводів електромобілів малої вантажопідйомності повинен базуватися не лише на параметрах їх мас [15].

Таблиця 5 – Розрахункові маси тягових АКБ однакового типу різних фірм-виробників

Найменування параметра	Модель і тип тягових АКБ			
	Trojan T125	Victron Energy BAT406225080	Ventura GPL 12-120	B.B. Battery BP35-12
Тип АКБ	VRLA AGM			
Напруга, В	6,0		12,0	
Ємність С10, А·год.	240		120	30
Маса АКБ, кг	30,0	31,0	36,5	11,45
Потужність блоку АКБ, кВт·год.	11,5			
Маса блоку тягових АКБ, кг	240	248	292	366

Аналіз розрахованих мас блоків тягових АКБ типу VRLA AGM однакової потужності різних фірм-виробників, наведених у табл. 5, показує, що маси блоків тягових АКБ з напругою 48,0 В сумарною ємністю 240 А·год. і сумарною потужністю 11,5 кВт·год. відрізняються на 20-35 %.

Маса кузовів електромобілів малої вантажопідйомності залежить від функціонального призначення, конструкції, розмірних параметрів, конструкційних матеріалів та допустимої маси вантажу. Основними типами кузовів за функціональним призначенням, якими обладнуються електромобілі практично усіх виробників, являються бортовий кузов з трьома відкидними бортами, самоскидний кузов з розвантаженням через один задній або через три борти – задній і бокові, кузови-фургони, ізотермічні та рефрижераторні кузови-фургони, кузови-бункери для збирання сміття та кузови-цистерни.

Базовими кузовами більшості вантажних електромобілів категорій L7 та N1 являються бортові кузови та кузови-фургони. Для визначення маси бортових кузовів та кузовів-фургонів пропонується наступна формула

$$M_k = \Delta m_k \times (l_k \times b_k \times h_k), \quad (9)$$

де Δm_k – питома маса кузова, кг/м³; l_k – довжина проектного кузова, м; b_k – ширина проектного кузова, м; h_k – висота борта кузова або висота кузова-фургона, м.

Питомі маси бортових кузовів, вираховані за даними, наведеними у табл. 6, складають: $\Delta m_k = (215-230)$ кг/м³ – для кузовів, виготовлених повністю зі сталевих профілів; $\Delta m_k = (90-95)$ кг/м³ – для кузовів, виготовлених, в основному, з алюмінієвих профілів та $\Delta m_k = (145-160)$ кг/м³ – для кузовів, виготовлених зі сталевих та алюмінієвих профілів.

Таблиця 6 – Технічні параметри бортових кузовів електромобілів категорій L7 та N1

Найменування параметра	Модель електромобіля								
	"Alke ATX"		"Alke XT"		"Mega e-worker"				
Розмірні параметри, м:									
- довжина	1,3	1,8	2,0	2,2	2,7	1,95	2,45	1,95	2,45
- ширина	1,23		1,43		1,32		1,32		
- висота борта	0,3		0,35		0,305		0,305		
Матеріал	Ст				Ал		Ст + Ал		
Маса бортового кузова, кг	105	130	160	255	290	73	88	124	145
Позначення: Ст – сталеві профілі; Ал – профілі з алюмінієвих сплавів									

Питому масу бортових самоскидних кузовів з тристороннім розвантаженням, виготовлених зі сталевих профілів, рекомендується приймати рівною $\Delta m_k = (285-290)$ кг/м³.

Питома маса звичайних кузовів-фургонів приймається рівною $\Delta m_k=(45-55)$ кг/м³, ізотермічних кузовів-фургонів – $\Delta m_k=(40-45)$ кг/м³, а кузовів-рефрижераторів з вбудованими холодильними установками – $\Delta m_k=(70-80)$ кг/м³ при об'ємах кузовів, відповідно, 2,7-3,7 м³.

Питома маса кузова-фургона, обладнаного задньою вантажопідйомною платформою ліфтового типу, складає $\Delta m_k=(115-125)$ кг/м³.

Питому масу кузовів-бункерів для збирання сміття рекомендується приймати у межах $\Delta m_k=(90-100)$ кг/м³, а з механізмами розвантаження кузовів – $\Delta m_k=(125-135)$ кг/м³.

Маси деяких робочих механізмів та допоміжних складових частин, якими обладнуються комунальні електромобілі малої вантажопідйомності, наведені у табл. 7.

Таблиця 7 – Маси робочих механізмів та допоміжних складових частин електромобілів категорій L7 та N1

Найменування параметра	Тип робочого механізму				
	плуг-відвал	механізм посищення протиожеледних матеріалів	станція гідравлічна	зчпний пристрій, тип	
		з електроприводом		кульковий	пальцевий
Маса механізму, кг	82	50	15	60	100

Питомі маси деяких складових частин бортових кузовів електромобілів малої вантажопідйомності та маса гідроциліндра механізму підймання плуга наведені у табл. 8.

Таблиця 8 – Питомі маси та маси складових частин кузовів електромобілів категорій L7 та N1

Найменування параметра	Тип робочого механізму				
	платформа без бортів	борти додаткові	каркас тентованого кузова	тент для кузова	гідроциліндр системи підймання плуга
Питома маса, кг/м ²	40-50	10-12,5	1,3-1,4	1,8-2,0	-
Маса, кг	-				10,0-11,0

Маси кузовів та робочих механізмів іншого функціонального призначення приймаються на основі наведених мас їх аналогів з урахуванням розмірних параметрів.

Висновки. Розроблена методика визначення параметрів мас проєктованих перспективних електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 та N1 з максимальною масою 1100-2500 кг уже на етапі розроблення ескізних пропозицій на основі застосування керованих або керовано-привідних та привідних мостів за різними компоновальними схемами забезпечує їх коректний аналіз і оцінку:

- допустимих корисних мас базових шасі з передніми і задніми мостами різних типів і моделей кількох виробників;
- допустимих корисних мас базових шасі, обладнаних тяговими АКБ різних типів, різних фірм-виробників та різної ємності (потужності);
- допустимих корисних мас базових шасі та їх модифікацій з однаковою агрегатною базою кількох типорозмірів за колісними базами та/ або обладнаних кабінами різних типів.

Пропонована методика забезпечує також проведення попередньої оцінки технічного рівня проєктованих перспективних електромобілів малої вантажопідйомності на усіх етапах стадії їх ескізного проєктування.

Список літературних джерел

1. Goupil G4. Многофункціональний електромобіль. URL: <http://www.cominvest-akmt.ru/files/download/catalogs/Goupil-G4.pdf> (дата звернення: 9.03.2020).
2. Goupil G5. Litium. URL: <http://www.mvmost.se/wp-content/uploads/2017/08/GOUPIL-G5-LITHIUM-NY-2017-NY-uk-v1-impression-SM.pdf> (дата звернення: 9.03.2020).
3. Multi truck & worker. URL: http://www.mega-vehicles.com/ressources/infos/manuel_mega.pdf (дата звернення: 5.04.2020).
4. GEM utility vehicles. URL: <https://gem.polaris.com/en-us/vehicles/#utility-hero> (дата звернення: 3.04.2020).
5. Alke ATX340E. URL: <https://www.alke.com/doc/technical-specs-alke-ATX340E.pdf> (дата звернення: 3.04.2020).
6. Utility electric vehicle. G 3, Chassis. URL: <http://www.rdmechanical.co.uk/products/electric/g3/g3.pdf> (дата звернення: 1.04.2020).
7. All electric KOMBI ev. URL: <https://electriccarsreport.com/2014/02/cenntro-motor-unveils-electric-utility-vehicle-world-ag-expo/> (дата звернення: 23.02.2019).
8. AK-SERIES. URL: <https://www.starev.com/wp-content/uploads/AK-Series-Spec-Sheet.pdf> (дата звернення: 4.04.2020).
9. Technical Specs - XT320E. URL: <http://ekomobil.az/sites/default/files/technical-specs-alke-xt320e.pdf> (дата звернення: 1.04.2020).
10. Аккумуляторные батареи EverExceed. URL: <https://best-energy.com.ua/product/batterys/everexceed> (дата звернення: 2.04.2020).
11. Аккумуляторные батареи Trojan battery. URL: <https://best-energy.com.ua/product/batterys/trojan> (дата звернення: 2.04.2020).
12. Аккумуляторные батареи Victron Energy. URL: <https://best-energy.com.ua/product/batterys/victron-energy> (дата звернення: 2.04.2020).
13. Аккумуляторные батареи В.В. Battery. URL: <https://best-energy.com.ua/product/batterys/bbbattery> (дата звернення: 2.04.2020).
14. Аккумуляторные батареи Ventura. URL: <https://best-energy.com.ua/product/batterys/ventura> (дата звернення: 2.04.2020).
15. Войтків С.В. Вибір тягових акумуляторних батарей для перспективних електромобілів малої вантажопідйомності. 14-ий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Матеріали симпозіуму. Львів: КІНПАТРИ ЛТД., 2019. С. 58-60.

Войтків Станіслав Володимирович – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, Науково-технічний центр "Автополіпром", м. Львів, e-mail: voytktivsv@ukr.net

Войтків С. В., к.т.н.

ТИПИ І КЛАСИФІКАЦІЯ КАБІН АВТОМОБІЛІВ ТА ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

Розглянуті типи кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності за розміщенням переднього моста, запропонована їх класифікація на основі характерних ознак – наявності капота та його величини і розміщення кабін відносно арок коліс. Визначені чіткі критерії класифікації кабін та їх математичні вирази

Вступ. Автомобілі малої вантажопідйомності категорії N1 широко застосовуються у багатьох країнах Європи, Америки та Азії. Також, з кожним роком все більшого поширення набувають електромобілі малої вантажопідйомності категорій L7 і N1, максимальна маса яких знаходиться у діапазоні 1100-2500 кг. Виробництвом таких автомобілів та електромобілів займається кілька десятків спеціалізованих європейських, американських, китайських та інших азіатських фірм. Характерною ознакою автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності є застосування кабін різних типів, які суттєво впливають на їх експлуатаційні характеристики. Тому, при створенні нових перспективних моделей автомобілів та електромобілів цих категорій адекватна оцінка їх технічних рівнів залежить від коректного вибору аналогів. У зв'язку з цим видається актуальним завдання розроблення нової сучасної класифікації автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності та типами кабін, якими вони обладнані.

Метою роботи є класифікація типів кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 і N1 за основними визначальними ознаками та визначення критеріїв поділу кабін на пропонувані типи.

Аналіз публікацій. На нинішній час основними ознаками класифікації кабін вантажних автомобілів являються вмістимість, кількість рядів сидінь, довжина або наявність спальних полиць та взаємне розміщення силового агрегату і кабіни. За кількістю рядів сидінь розрізняють кабіни одинарні – з одним рядом сидінь, та подвійні – з двома рядами сидінь (кабіни автомобілів спеціального або спеціалізованого призначення). За вмістимістю одинарні кабіни поділяються на одно-, дво- або тримісні, а подвійні – на чотири-, п'яти- або шестимісні. За довжиною кабіни поділяються на кабіни звичайної довжини та подовжені, обладнані поперечними спальними місцями за сидінням водія. За наявністю спальних місць кабіни вантажних автомобілів поділяються на кабіни стандартної висоти та збільшеної висоти, у яких над сидінням водія поперечно розміщене спальне місце.

За взаємним розміщенням кабін і силових агрегатів вантажних автомобілів кабіни за класифікаціями різних джерел поділяються або на два типи – капотні та безкапотні [1], або на чотири типи – капотні, короткокапотні, розміщені над двигуном та передні (приклад – кабіна автомобіля ГАЗ-66) [2], а робота [3] передбачає кабіни класичного, піввагонного та вагонного типів. Кабіни капотного або класичного типу являються двооб'ємними, в одному з яких (відділення водія) облаштоване робоче місце водія і встановлено, як мінімум, сидіння водія. В іншому відсіку – моторному, відокремленому від відділення водія, розміщений силовий агрегат зі складовими частинами його систем. Безкапотні кабіни – однооб'ємні, оскільки розміщені над силовим агрегатом. Доступ до силового агрегату та його систем у кабін капотного типу здійснюється через відкидний капот, а у кабін безкапотного типу – шляхом їх відкидання навколо осі обертання. Автомобілі, обладнані кабінами кожного типу мають ряд властивих їм переваг та відповідних недоліків, які у великій мірі визначають їх експлуатаційні характеристики.

Кабіни автомобілів категорії N1 і особливо електромобілів малої вантажопідйомності

хоча й відносяться, загалом, до кабін капотного або безкапотного типів, суттєво конструктивно різняться, особливо конфігураціями у бокових проекціях і розмірними параметрами, а також зручністю користування, тобто умовами входу-виходу. А з розвитком і поширенням вантажних електромобілів, у конструкціях електричних тягових приводів яких застосовуються, наприклад, електромеханічні мости інтегрально-балкового типу [4], основна визначальна ознака класифікації кабін за розміщенням відносно силових агрегатів взагалі втрачає сенс. У зв'язку з цим, розроблення нової сучасної класифікації кабін автомобілів і електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 і N1 повинно базуватися на основі застосування інших характерних визначальних ознак.

Результати дослідження. Найбільш визначальними класифікаційними ознаками класифікації кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності на нинішньому етапі розвитку їх конструкцій пропонуються:

- наявність відокремлених відсіків для розміщення передніх керованих або керовано-привідних мостів та інших складових частин;
- величина капотів (для кабін капотного типу);
- відносне розміщення кабін та передніх керованих або керовано-привідних мостів.

За відносним розміщенням кабін і передніх керованих або керовано-привідних мостів та наявністю відокремлених капотних відсіків кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності поділяються, як і за існуючою класифікацією, на [5]:

- кабіни капотного типу – "CbA" (*the cabin is located behind the axle*) – кабіна розміщена за переднім мостом;
- кабіни безкапотного (вагонного) типу – "CoA" (*the cabin is located over the axle*) – кабіна повністю або частково розміщена над арками коліс переднього моста.

За величиною (довжиною) капотів кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності пропонується поділяти на:

- повнокапотні – "fC" (*full-hood cabin*);
 - півкапотні – "sC" (*semi-hood cabin*);
 - чвертькапотні – "qC" (*quarter-hood cabin*),
- схеми яких наведені на рис. 1.

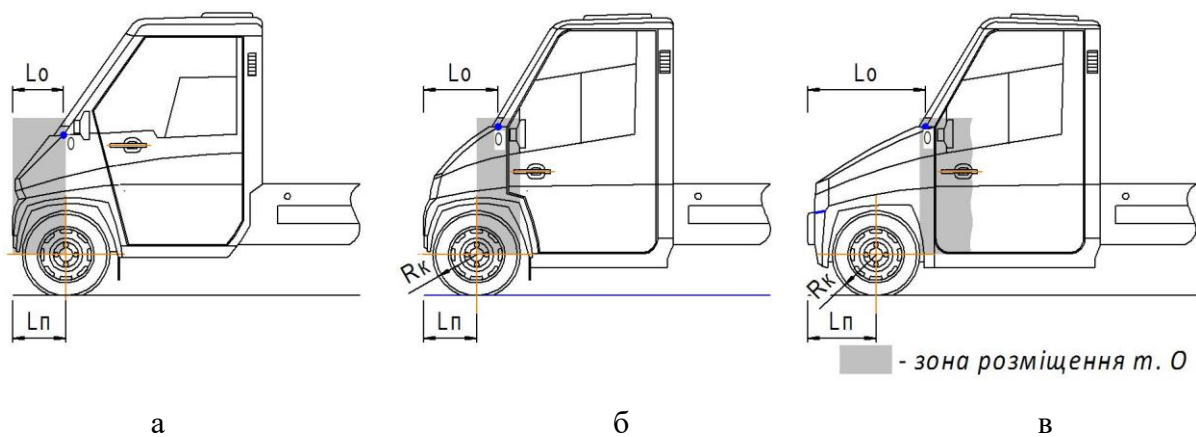


Рисунок 1 – Кабіни капотного типу автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності: а – чвертькапотні ("qC"); б – півкапотні ("sC"); повнокапотні ("fC")

Критерієм чіткого поділу кабін капотного типу на чвертькапотні, півкапотні та повнокапотні пропонується довжина горизонтальної проекції відрізка між вертикальною площиною, дотичною до переднього бампера або іншої частини кабіни, та точкою перетину бокового стояка вітрового вікна і бокового оперення (крила) – точки "О".

За цим критерієм до кабін чвертькапотного типу ("qC") пропонується відносити кабіни, для яких

$$L_f \leq L_i \cdot \quad (1)$$

де L_f - відстань між вертикальною площиною, дотичною до передньої частини кабіни та точкою "О" в горизонтальній площині, м; L_i - передній звис, м.

Для кабін типу "sC" (півкапотних) математичний вираз цього критерію має вигляд

$$L_i \triangleleft L_f \leq (L_i + R_\varrho), \quad (2)$$

де R_ϱ - радіус колеса переднього моста, м;

а для повнокапотних кабін ("hC")

$$L_f \triangleright (L_i + R_\varrho). \quad (3)$$

За відносним розміщенням кабін і передніх керованих або керовано-привідних мостів безкапотні кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності пропонується поділяти на:

- кабіни, повністю розміщені над арками коліс переднього моста – "caA" (*cabin is completely located above the axle*);
- кабіни, частково розміщені над арками коліс моста – "cpA" (*the cabin is partly located above the axle*);
- кабіни, повністю розміщеними перед арками коліс "cfA" (*the cabin is located in front of the axle*).

Застосовуються дві компоновальні схеми безкапотних кабін типу "caA", характерні розміщенням кабін над арками коліс переднього керованого або керовано-привідного моста або задньою (*rear*) – кабіни підтипу "caAr", або передньою (*front*) – кабіни підтипу "caAf" частинами, які наведені на рис. 2.

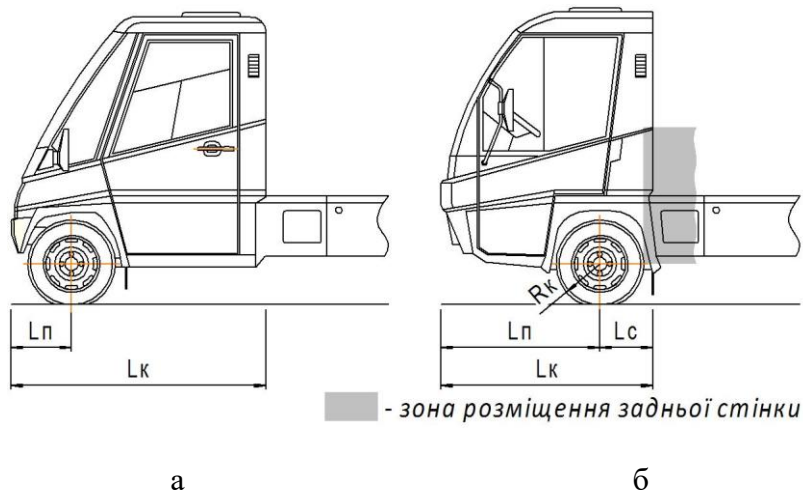


Рисунок 2 – Кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності вагонного типу "caA", розміщені над переднім мостом:
а – передньою частиною ("caAf"); б – задньою частиною ("caAr")

Для наведених компоновальних схем кабін вагонного типу "caA" пропонується наступні математичні вирази критерію їх поділу за прийнятими класифікаційними ознаками:

- для кабін підтипу "caAf"

$$L_i \approx (0,23 - 0,24)L_{\hat{e}}, \quad (4)$$

де $L_{\hat{e}}$ - довжина кабіни по задній стінці (без врахування задньої частини арок коліс переднього моста), м;

- для кабін підтипу "caAf"

$$L_{\hat{e}} \triangleright (L_i + R_{\hat{e}}), \text{ або } L_c \triangleright R_{\hat{e}}, \quad (5)$$

де L_c - відстань від вертикальної осі симетрії колеса до вертикальної площини, дотичної до задньої стінки кабіни, м.

Компонувальні схеми кабін вагонного типу "срА" з частковим розміщенням над арками коліс керованого або керовано-привідного моста теж суттєво різняться розмірними параметрами, тому пропонується їх поділ на два варіанти (рис. 3):

- кабіни підтипу "срAt" – задня стінка кабіни розміщена до (to) вертикальної осі симетрії коліс;

- кабіни підтипу "срAb" – задня стінка кабіни розміщена за (by) вертикальною віссю симетрії коліс.

До вагонних або безкапотних кабін підтипу "срAt" відносяться кабіни, для яких справедливий вираз

$$(L_i - R_{\hat{e}}) \leq L_{\hat{e}} \leq L_i, \quad (6)$$

а до кабін підтипу "срAb" – кабіни, для яких

$$L_i \triangleleft L_{\hat{e}} \triangleleft (L_i + R_{\hat{e}}). \quad (7)$$

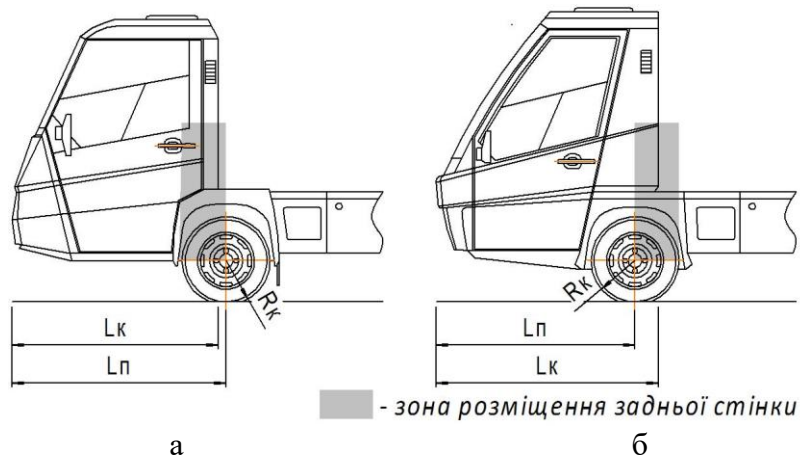


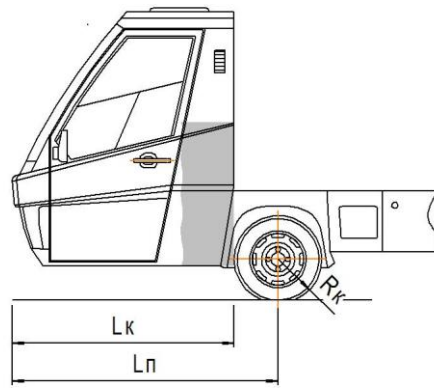
Рисунок 3 – Кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності вагонного типу "срА":

а – підтипу "срAt"; б – підтипу ("срAb")

Компонувальна схема кабіни вагонного типу "сfA", яка повністю розміщена перед арками коліс переднього моста, наведена на рис. 4. Вона забезпечує створення кабін з дуже низьким рівнем підлоги і входом до кабіни без проміжної сходинки, як і у кабін капотного типу.

До кабін вагонного типу "сlA" відносяться кабіни, для яких справедлива наступна умова

$$L_{\hat{e}} \triangleleft (L_i - R_{\hat{e}}). \quad (8)$$



■ - зона розміщення задньої стінки

Рисунок 4 – Кабіна автомобілів та електромобілів категорії N1 вагонного типу "c1A"

Ще одна важлива характерна ознака класифікації кабін автомобілів і електромобілів категорії N1 з повною масою до 3500 кг – їх вмістимість.

За вмістимістю кабіни автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності поділяються на дві групи – двомісні та тримісні. Вони відносяться до одинарних кабін, якими обладнуються автомобілі та електромобілі спеціалізованого (із кузовами самоскидними, фургонами, цистернами тощо), та спеціального призначення (прибиральні, автокрани, автовишки тощо). Переважна більшість таких транспортних засобів категорії N1 обладнана двомісними кабінами. Тримісні кабіни застосовуються дуже рідко.

Деякі автомобілі та електромобілі малої вантажопідйомності спеціального призначення (аварійних-ремонтних служб, пожежні тощо) обладнуються подвійними кабінами, які мають два ряди сидінь з окремими входами. Їх вмістимість складає 4-5 чол.).

Класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності за визначальними класифікаційними ознаками наведена на рис. 5.

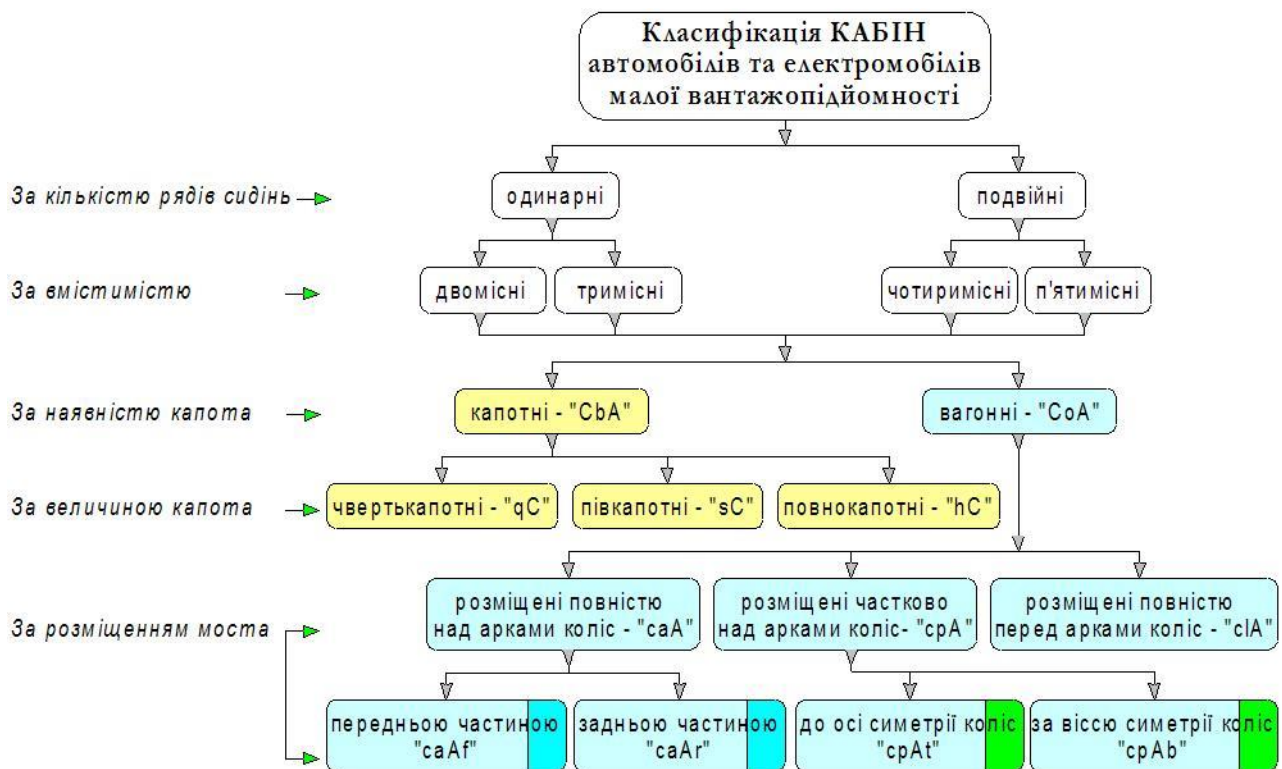


Рисунок 5 – Класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності за основними класифікаційними ознаками

Варто зауважити, що кабіни півкапотного типу [2] для у конструкціях автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності категорії N1 застосування не знайшли через дуже незручні умови входу-виходу з кабін.

Класифікація кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності можлива також і за рядом інших класифікаційних ознак – за конструкцією кабіни (тримального або каркасно-панельного типу), за напрямком відкидання (обертання) кабіни автомобілів (за напрямком руху або в напрямку одного з боків кабіни), за формою вітрового вікна (з плоским склом або гнучим в одній або двох площинах), за кількістю, розміщенням та способом відчинення дверей (поворотного типу, з плоско-паралельним переміщенням, за напрямком руху або проти напрямку руху), за висотою рівня підлоги в кабіні, за кількістю та розміщенням склоочисників (один або два, під або над вітровим вікном) тощо. Проте, розширена класифікація кабін за наведеними вище та іншими ознаками, а також аналіз кабін подвійного типу не являється метою даної роботи.

Висновки. Новизна пропонованої класифікації полягає у чіткому поділі кабін автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності на кабіни капотного та вагонного типів за такими визначальними класифікаційними ознаками як наявність відокремленого відсіку для розміщення їх передніх та інших складових частин, величина капота, який забезпечує доступ до цього відсіку, та розміщення кабіни відносно переднього керованого або керовано-привідного моста.

Запропоновані критерії прийнятих класифікаційних ознак та їх математичні вирази забезпечують чіткий і однозначний поділ кабін капотного і вагонного типів автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності категорій L7 і N1 на характерні підтипи за компонувальними схемами.

Пропоновані компонувальні схеми кабін різних типів на етапах розроблення ескізних пропозицій або ескізних проектів таких транспортних засобів сприятимуть вибору тих підтипів кабін, які задовольнятимуть більшість вимог до конструкцій перспективних автомобілів та електромобілів категорій L7 і N1.

Наведена класифікація кабін забезпечить значно коректніше порівняння конструктивних, експлуатаційних та інших параметрів проєктованих перспективних автомобілів та електромобілів малої вантажопідйомності з відповідними параметрами автомобілів-аналогів або електромобілів-аналогів та проведення об'єктивної оцінки їх конкурентоспроможності.

Список літературних джерел

1. Грузовые автомобили : Проектирование автомобиля / М. С. Высоцкий и др. Москва : Машиностроение, 1979. 384 с.
2. Осепчугов В. В., Фрумкин А. К. Автомобиль : Анализ конструкций, Элементы расчета. Москва : Машиностроение, 1989. 304 с.
3. Павловский Я. Автомобильные кузова / Пер. с польск. Москва : Машиностроение, 1989. 544 с.
4. Войтків С. В., Тараненко М. Є. Напрямки розвитку конструкцій електричних тягових приводів комерційних електромобілів на основі ведучих мостів балкового і порталного типів. Автомобільний транспорт. Збірник наук. пр. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. 2009. Випуск 45. С. 79-90.
5. Войтків С. В. Компонувальні схеми перспективних електромобілів малої вантажопідйомності. 14-ий міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові: Матеріали симпозіуму. Львів: КІНПАТРИ ЛТД., 2019. С. 61-63.

Войтків Станіслав Володимирович – к.т.н., Заслужений машинобудівник України, генеральний конструктор, Науково-технічний центр "Автополіпром", м. Львів, e-mail: voytkivsv@ukr.net

Володарец Н. В., к.т.н., доц.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ НЕЙРОСЕТЕВОГО АППАРАТА ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ И УПРАВЛЕНИЯ УСЛОВИЯМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Для повышения информационной поддержки оптимальных режимов в реальном времени, обеспечения энергетической, экологической и информационной безопасности эксплуатации транспортных средств на основе интеллектуальных телематических технологий в управлениях условиями эксплуатации был разработан и используется нейросетевой аппарат на основе информационно-аналитического комплекса управления транспортными средствами

Базируясь на мотивировании способностями высших биологических систем к обучению и управлению в сложных условиях, предложено применить искусственные нейронные сети к области организации эксплуатации транспортных средств, а именно применить указанный аппарат для управления условиями эксплуатации транспортного средства. При этом возникает условие, базирующееся на том, что оно не просто должно избегать препятствия реального мира. Каждое мгновение система должна самостоятельно решать, как изменить свои скоростные, энергетические, экологические параметры эксплуатации и движения исходя из окружающей обстановки и быстросменных условий эксплуатации. При этом транспортное средство должно воспринимать не только ту информацию, которую воспринимал бы на его месте оператор (водитель). Использование нейросетевого аппарата для управления условиями эксплуатации транспортного средства предполагает предопределение скорости его движения, расход топлива, работоспособность агрегатов и систем трансмиссии и ходовой части, утомляемость водителя для обеспечения безопасности движения, оптимальной производительности и себестоимости [1-3]. При этом должны учитываться в режиме реального времени интенсивность движения подвижного состава и плотность потока (которые значительно влияют на скорость движения машин), вид перевозимого груза, особенности конструкции покрытия дорог, продольный и поперечный профиль, ширина дорог, степень ровности покрытия, сцепление колес с дорогой, видимость дороги водителем, природно-климатические условия и др.

Список литературных источников

1. Volodarets, M., Gritsuk, I., Chygyryk, N., Belousov, E. et al., "Optimization of Vehicle Operating Conditions by Using Simulation Modeling Software," SAE Technical Paper 2019-01-0099, 2019, doi:10.4271/2019-01-0099
2. Волков, В.П. Моделирование транспортных и дорожных условий эксплуатации транспортной техники / В.П. Волков, И.В. Грицук, М.В. Володарец, Т.В. Волкова, Д.С. Погорлецкий // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. – 2018. – № 14. – С. 147-155.
3. Володарец, М.В. До питання оптимізації параметрів робочих процесів в транспортному вузлі за допомогою AnyLogic // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту: VI Міжнародна науково-практична інтернет-конференція, Вінниця, 12-13 квітня 2018 р.: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2018 – С. 45-47.

Володарец Никита Витальевич – к.т.н., доцент кафедры электроэнергетических комплексов и систем, Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь, e-mail: volodarets.nikita@yandex.ru

*Ву Д. М.; Горбачёв П. Ф., д.т.н., проф.; Колий А. С., к.т.н., доц.;
Свичинский С. В., к.т.н., доц.*

ПОДХОД К РАСПРЕДЕЛЕНИЮ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОФОРНЫХ ЦИКЛОВ

Существующие подходы к распределению транспортных потоков на улично-дорожных сетях городов опираются на значения пропускной способности участков, которые получаются из пропускной способности одной полосы движения. На сегодняшний уровень обоснования данной величины является недостаточным, в результате чего предложен новый подход к распределению потоков автотранспорта, основанный на оценке времени задержек транспортных средств на перекрестках

Введение. Распределение транспортных потоков (ТП) является последним этапом в общепринятой четырёхэтапной процедуре транспортного моделирования [1]. В результате распределения получаются значения интенсивностей ТП на элементах транспортной сети, которые используются для оценки точности моделирования. На этом этапе часто возникают проблемы, обусловленные недостаточной точностью модели и потребностью ее калибровки.

Причины, вызывающие расхождения фактических и расчётных интенсивностей ТП, существуют на всех этапах создания модели и обусловлены случайной природой транспортного процесса. Этап распределения потоков является самым настраиваемым с точки зрения возможности воздействия на результаты моделирования, и методика его выполнения требует особого внимания. В связи с этим совершенствование существующих подходов к моделированию ТП на городских улично-дорожных сетях (УДС) является актуальной задачей.

Анализ существующих исследований и публикаций. При изучении особенностей выполнения этапа распределения ТП по УДС некоторые из них вызывают сомнения в своей справедливости и тем самым создают резервы для существенного повышения точности моделирования движения индивидуального транспорта (ИТ). Основной такой особенностью является используемая для проведения расчётов информационная основа – пропускная способность (ПС) участков УДС. Обширный обзор [2] описывает большинство известных подходов к распределению ТП, используемых в настоящее время. При этом, несмотря на разнообразие подходов, расчётной основой описанных в них процедур всегда является ПС участков. Такая постановка вопроса является общепринятой, не вызывает сомнений у транспортных инженеров и в последних исследованиях её приоритетность даже усиливается.

Время проезда участков УДС в упомянутых работах определяется в зависимости от степени их загрузки, т.е. близости интенсивности ТП на участке к его ПС. Главной проблемой такого подхода является недостаточный уровень обоснования значений ПС одной полосы движения, из которых формируется ПС всего участка. В одном из наиболее известных методических документов по управлению ТП – Highway Capacity Manual (HCM) 2000 [3] – приводится такое определение: «Пропускная способность участка – это пропускная способность самой ограниченной точки на нём». И тут же делается вполне обоснованное утверждение, что если на участке сети находятся регулируемые перекрёстки (РП) или он ими заканчивается, то ПС участка обычно определяется РП с наименьшей ПС. Далее, в методике оценки уровня обслуживания ИТ, сводящейся к определению средней скорости движения (СД) по участку, делается упор на особом влиянии РП, их количества и параметров работы на скорость движения ТП. Порядок расчёта СД на участке предполагает оценку времени его свободного преодоления и времени задержки автомобилей на РП [3].

Понятие ПС участка дороги появляется в [3] только в разделе с описанием 4-полосных скоростных магистралей, для которых значение ПС задаётся равным 1700 авт./час в одном

направлении и 3200 авт./час для обоих направлений движения. Однако вряд ли эти значения могут служить хорошей основой для задания значений ПС одной полосы движения (850 авт./час) или участка в целом для городских условий. В том же руководстве приводятся зафиксированные в ходе натурных обследований фактической интенсивности ТП на таком же типе магистралей, превышающие 2600 авт./час на одну полосу, т.е. больше чем в три раза превышающие значения, заданные как ПС. Такое превышение никак не должно возникать, исходя из самого понятия ПС как параметра обслуживания, выполняющего роль ограничения на максимально возможное значение такой характеристики ТП, как его интенсивность.

Несмотря на такую неопределённость, большинство существующих методов распределения ТП в расчётах опираются именно на ПС полосы движения или поворотов, а не на характеристики РП. В руководстве к наиболее распространённому в мире программному обеспечению по моделированию транспортных сетей VISUM [4] прямо указывается, что время в пути для ИТ определяется степенью насыщения отрезков и поворотов, которая зависит от интенсивности движения и ПС этих объектов сети. Для расчёта этого времени используется набор предопределённых VD-функций, увеличивающих так называемое начальное время проезда объекта сети (время его проезда в свободных условиях) при приближении интенсивности потока к ПС. Разница между участками и поворотами состоит в том, что в VISUM последние не имеют такой характеристики, как длина, и для расчета времени проезда поворотов в качестве начального времени необходимо назначать какой-то «штраф». Никаких указаний на возможную величину этого штрафа руководство к VISUM не даёт.

В конечном счёте, VISUM предоставляет весьма обширные возможности для реализации подходов к расчёту времени задержек, основываясь на параметрах как участков УДС, так и регулируемых пересечений. Однако он не даёт указаний к тому, какой способ расчёта является предпочтительным, и поэтому основным используемым на сегодняшний день способом оценки времени проезда в моделях городских УДС является определение времени проезда участков в зависимости от ТП на них. При расхождении расчётных ТП с их реальными значениями, модель калибруется, используя параметры VD-функций участков.

Обоснованность применения такого подхода в городских условиях вызывает серьёзные сомнения, что создает необходимость внимательного изучения его возможностей по сравнению с возможностями подхода, основанного на оценке задержек ТП на перекрёстках.

Постановка задачи. Особенностью всех транспортных моделей является описание участков УДС с помощью отрезков, обязательно соединяющих между собой два узла. В модели узлы являются объектами, имеющими своё собственное предназначение и набор характеристик. Отрезки в модели не могут быть определены без узлов, а узлы не имеют смысла, если ими не начинается или не заканчивается хотя бы один отрезок. В транспортных моделях узлы в основном используются для описания перекрёстков, на которых происходят кардинальные изменения условий движения по пересекающимся участкам УДС.

Из того, что все места изменения условий движения по участкам описываются узлами, следует, что отрезки в транспортной модели описывают исключительно участки, имеющие однородные характеристики по всей их длине. В этой однородности состоит отличие понятия участка в транспортной модели от понятия участка городской улицы, используемого в [3] при оценке уровня обслуживания. Чёткое определение отрезка в транспортной модели позволяет упростить методику НСМ, поскольку в модели количество пересечений на отрезках теперь не может быть больше двух: одного в начале отрезка и другого – в конце. При этом в соответствии с определением [3] ПС участка определяется пропускной способностью регулируемых перекрёстков на нём. ПС РП при одинаковом количестве полос на участке и перекрестке всегда будет заведомо ниже, чем на участке УДС за счёт возникающих на перекрёстке ограничений по времени его использования для конкурирующих ТП. Таким образом, если надлежащим образом описать задержки на перекрёстке, то исключается необходимость задавать ограничения по ПС отрезков, так как она будет всегда больше ПС соответствующих узлов.

Как альтернативу стандартному подходу к распределению ТП на основе ПС участков необходимо разработать новый подход, основанный на оценке задержек ТП на перекрёстках и оценить предпочтительность их использования при транспортном моделировании. Критерием оценки эффективности альтернатив должна стать точность описания расчётными ТП их фактических значений. Ограничением на условия решения задачи должно выступить соответствие всех характеристик моделируемого транспортного процесса их реальным значениям на УДС. В первую очередь, это касается скорости движения по сети.

Результаты исследования. VISUM является общепризнанным и наиболее распространённым в мире инструментом транспортного моделирования. Он предоставляет широкие возможности для описания реальных транспортных объектов. Распределение транспортных потоков в нём реализуется с помощью процедуры перераспределения [4]. Перераспределение помогает рассчитывать нагрузку объектов сети и в нём моделируются пассажирские поездки, при которых пользователь индивидуального транспорта выбирает маршрут, т.е. набор отрезков, наиболее удобных для реализации цели изменения места расположения [4]. Процедура перераспределения основывается на различных алгоритмах, которые определяют маршруты, основываясь на таких параметрах, как время, расстояние и стоимость поездки. Конечным результатом перераспределения являются значения нагрузки на объектах сети – узлах, отрезках, примыканиях, поворотах [4]. В VISUM доступен ряд процедур перераспределения: последовательное, равновесное, стохастическое, динамическое стохастическое и мультиперераспределение, а также обучающая процедура и процедура TRIBUT. Все они предполагают поиск кратчайшего по величине сопротивления пути и последующую нагрузку путей для всех пар транспортных районов. Однако количество рассматриваемых альтернативных путей между пунктами отправления и прибытия и распределение транспортного спроса между ними в процедурах определяется по-разному [4]. Анализ основ, на которых построены эти процедуры, позволяет утверждать, что наиболее чувствительным к времени проезда является последовательное перераспределение.

Касательно основы расчетов для процедуры перераспределения – сопротивления пути – следует отметить, что основными его компонентами являются сопротивление отрезков и сопротивление поворотов, которыми в модели описываются направления движения на узлах. Для ИТ сопротивление отрезков и поворотов в VISUM определяется временем их проезда, зависящим от времени проезда при свободном ТП и соотношения между интенсивностью движения транспорта и пропускной способностью объекта сети [4].

Время поездки, под которым в модели подразумевается более общее понятие – время преодоления объектов сети, – рассчитывается на основе VD-функций, служащих для учёта того обстоятельства, что с растущей интенсивностью движения увеличивается время поездки (сопротивление) на объектах сети [4]. VISUM предлагает пользователям идентичные наборы VD-функций для всех объектов сети, в том числе отрезков и поворотов: BPR, CONICAL, EXPONENTIAL, INRETS, LOGISTIC, QUADRATIC, SIGMODAL, AKCELIK, LOHSE, LINEAR BOTTLENECK. Все они используют одни и те же исходные данные, основными из которых являются время преодоления объекта без нагрузки, пропускная способность и текущая нагрузка на него.

Следует отметить, что большая часть этих функций имеет априорный характер и не основывается на каких-либо серьёзных исследованиях. Их задача – обеспечить транспортного инженера как можно большими возможностями для повышения точности описания реальных ТП путем подбора наиболее подходящей функции и ее параметров. Такой уровень формализации не выглядит убедительным при решении научных задач. Поэтому для проведения дальнейших исследований целесообразно выбрать функцию, которая является результатом исследования реальных процессов задержки ТС на перекрёстках. Из приведенного списка этому требованию соответствует VD-функция Р. Акселика [5], которая в интерфейсе VISUM имеет название AKCELIK и записывается в виде

$$t_d = t_0 + \frac{3600}{4} \cdot a \cdot \left[(\text{sat} - 1) + \sqrt{(\text{sat} - 1)^2 + \frac{8 \cdot b \cdot \text{sat}}{d \cdot a}} \right], \quad \text{sat} = \frac{q}{d \cdot c}, \quad (1)$$

где t_0 – время проезда объекта сети в свободных условиях движения, с; a – продолжительность исследуемого периода функционирования УДС, ч; b – калибровочный параметр (family parameter); d – пропускная способность полосы движения, ед./ч.

В формуле (1) возникает переменная, обозначающая ПС полосы движения, которая не имеет обоснованных значений для городских улиц. Однако для перекрёстков хорошо известен такой показатель, как поток насыщения, который представляет собой максимальную интенсивность разезда автомобилей от регулируемого перекрёстка при постоянно включенном разрешающем сигнале светофора. Он колеблется в небольших диапазонах и не противоречит известным значениям фактических интенсивностей движения. В HCM 2000 [3] его значения рекомендуется принимать такими: (1600–1800) ед./ч для центральной части городов; (1700–1950) ед./ч а для всех остальных случаев. Благодаря тому, что количество ТС, начинающих движение от перекрёстка на разрешающий сигнал светофора, ограничено продолжительностью этого сигнала, поток насыщения определяется для условий отсутствия препятствий движению. Эта свобода приближает его к максимально возможной интенсивности движения ТС по полосе движения без препятствий. Поэтому поток насыщения целесообразно принять в качестве ПС полосы движения как наиболее стабильную, надёжную и проверенную оценку максимальной интенсивности движения ТП в городских условиях $d = 1800$ ед./ч. Эта оценка ПС полос движения может быть использована как при стандартном перераспределении ТП – на основе пропускной способности отрезков, так и для нового подхода к перераспределению – на основе задержек на поворотах (РП).

При использовании формулы (1) в новом подходе остаётся вопрос оценки времени задержки при свободной сети t_0 . В стандартном подходе оно равно отношению

$$t_0^s = \frac{l}{V_f}, \quad (2)$$

где t_0^s – стандартное время проезда свободного участка сети; l – длина участка; V_f – скорость свободного движения по участку.

В новом подходе, при определении t_0^n – задержки свободного движения на поворотах, которые не имеют длины, это значение нужно задавать. С точки зрения процессов, происходящих непосредственно на РП, t_0^n – это среднее время задержки ТС на светофоре при отсутствии других ТС в сети, к которому следует добавлять среднее значение времени проезда ТС по ненагруженному участку перед перекрёстком:

$$t_0^n = \frac{l}{V_f} + \frac{(T - T_p)^2}{2 \cdot T}, \quad (3)$$

где T – продолжительность светофорного цикла, с; T_p – продолжительность разрешительной фазы для выбранного направления в светофорном цикле, с.

Из трёх калибровочных параметров в формуле (3) неопределёнными являются два – b и c , так как продолжительность периода моделирования автоматически будет определяться параметрами модели, выбранной для проведения эксперимента. Параметру b сложно придать какой-то физический смысл исходя из его роли в формуле (1). Это простой калибровочный коэффициент, который в VISUM имеет очень широкий диапазон возможных значений – $b \in [0, 1; 1000]$, что требует задания правил его определения. Для этого вначале необходимо определиться со значением третьего калибровочного коэффициента – c . Он встречается в (1)

только как множитель при потоке насыщения и, таким образом, представляет собой корректировочный коэффициент к ПС объектов сети. Поэтому, несмотря на предоставляемый в VISUM широкий диапазон возможных значений – $c \in [0,1;100]$, его значения не должны сильно отличаться от 1 ни в большую, ни в меньшую сторону.

Значения коэффициентов b и c должны приниматься исходя из необходимости обеспечения близости результатов моделирования к реальности. Диапазон значений этих характеристик УДС должен определяться натурными наблюдениями на реальном объекте.

Что касается нерегулируемых перекрестков, то время их проезда (сопротивление на поворотах) рассчитывается с использованием той же VD функции AKCELİK (1), где t_0'' следует рассматривать как калибровочный параметр, значение которого нужно задавать исходя из цели минимизации отклонений между расчетными и реальными интенсивностями ТП на участках УДС, примыкающих к таким перекресткам.

Выводы. На сегодняшний день стандартным способом оценки времени проезда в городских транспортных сетях является определение времени преодоления участков в зависимости от степени их загрузки, т.е. близости интенсивности ТП на участке к его ПС. Главной проблемой этого подхода является недостаточный уровень обоснования значений ПС одной полосы движения, из которых формируется ПС всего участка. ПС участка сети определяется пропускной способностью РП на нём и если надлежащим образом описать задержки на перекрёстках, то исключается необходимость задавать ограничения по ПС отрезков, так как она будет всегда больше ПС соответствующих РП.

Сравнение такого стандартного подхода к моделированию с новым – на основе задержек на РП – следует проводить на модели реальной транспортной сети. При этом новый подход целесообразно реализовывать, опираясь на характеристики таких элементов модели сети, как повороты, которые характеризуются направлением и задержками при их преодолении, возникающими на РП для разных направлений движения.

Список литературных источников

1. Garber N.J., Hoel L.A. Traffic and Highway Engineering: fourth edition. Toronto: Cengage Learning, 2009. 1230 p.
2. Gawron C. Simulation-Based Traffic Assignment. Computing User Equilibria in Large Street Networks: Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades / Fakultät der Universität zu Köln.
3. Highway Capacity Manual. Washington: TRB, 2010. 1134 p.
4. PTV VISUM 15 Manual. Karlsruhe: PTV Group. 2015. 2754 P.
5. Akcelik R. The Highway Capacity Manual Delay Formula for Signalized Intersections. ITE Journal. 1988, Vol. 58 (3). p. 23–27.

Ву Дык Минь – аспирант, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: vdminh1969@yahoo.com.vn

Горбачёв Пётр Фёдорович – д.т.н., профессор, заведующий кафедры транспортных систем и логистики, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: gorbachov.pf@gmail.com

Колий Александр Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры транспортных систем и логистики, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: forgemest@gmail.com

Свичинский Станислав Валериевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры транспортных систем и логистики, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: stas_svichinsky@ukr.net

Галуцак О. О., к.т.н.; Галуцак Д. О., к.т.н.; Антонюк В. Г.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ УСУНЕННЯ ДИСБАЛАНСУ В ОДНОЦИЛІНДРОВОМУ ДВЗ

У роботі проаналізовано урівноваженість та способи усунення дисбалансу в одноциліндровому двигуні внутрішнього згорання

Постановка проблеми. Виникнення дисбалансу під час роботи ДВЗ – одна з найважливіших його проблем. Для використання переваг урівноваженості багатociліндрових двигунів не обов'язково, щоб усі поршні були робочими (рис. 1). На схемі застосовано один баланси́рний шатун, який використовується для урівноваження двох робочих. В такій схемі присутнє поєднання малої ширини двоциліндрового двигуна і урівноваженість рядної «четвірки».

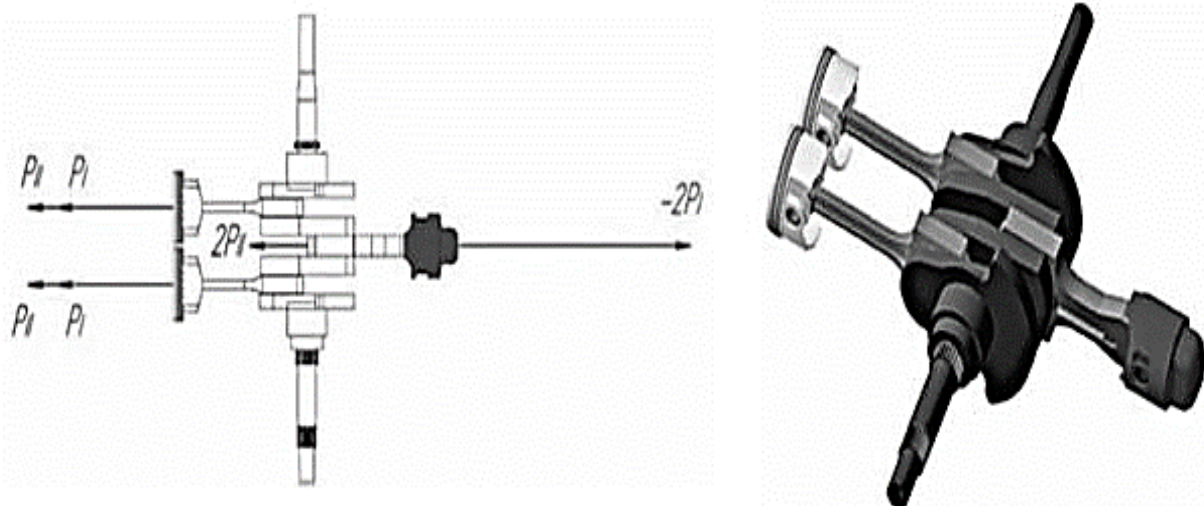


Рисунок 1 – Схема урівноваження двоциліндрового ДВЗ із застосуванням баланси́рного шатуна

Для обґрунтування технологічних та конструктивних параметрів нейтралізуючого механізму дисбалансу в одноциліндровому ДВЗ необхідно провести аналіз їх конструктивних схем.

Результати дослідження. Дисбаланс, який створюється шатунною шийкою і нижньою головкою шатуна, призводить до появи відцентрових сил інерції. Такі ж дисбаланси сили виникають при обертанні незбалансованого колеса. Урівноважити їх нескладно – шляхом встановлення вантаж на протилежній його стороні (противагу). І противаги на щоках колінчастого вала виконують таку ж роль, що вантажики при балансуванні колеса.

Боротися з вібраціями, що створюються ГРМ, трохи складніше, оскільки поршень повинен при підході до верхньої мертвої точки (ВМТ) досить швидко зупинитися, потім так же швидко прискоритися в протилежному напрямі. При цьому, через особливості геометрії КШМ, максимальну швидкість поршень розвиває не в середині ходу, а трохи ближче до мертвих точок, що негативно впливає на балансування. Постійні прискорення і гальмування ГРМ створюють сили інерції першого порядку P_1 , а особливості геометрії КШМ призводять до появи сил інерції другого порядку P_2 . Сили інерції першого порядку або так звані первинні вібрації, та другого порядку – вторинні. Амплітуда первинних вібрацій залежить від маси

поступально рухомих мас і частоти обертання колінчастого вала, а їх дорівнює частота дорівнює частоті обертання колінчастого вала.

Залежність вібрацій від маси ПРМ має лінійний характер. Це означає, що якщо при модернізації двигуна масу ПРМ вдалося зменшити на 10 %, то і рівень вібрацій знизиться на тих же 10 %. А ось залежність сил інерції від обертів колінчастого вала – квадратична. Це означає, що при збільшенні частоти обертання колінчастого вала в два рази сили інерції зростають в чотири рази, а якщо частота обертання збільшується в два рази, то сили інерції зростуть в чотири рази.

Вторинні вібрації діють з частотою, яка удвічі перевершує частоту обертання колінчастого вала, а амплітуда менше амплітуди первинних коливань в стільки ж раз, в скільки радіус кривошипа, рівний половині ходу поршня, менше довжини шатуна. В середньому радіус кривошипа приблизно в чотири рази менше довжини шатуна, і, отже, вторинні вібрації приблизно в чотири рази менше первинних. Є ще сили інерції третього, четвертого і так далі порядків, але вони настільки малі, що переважно ними нехтують.

За допомогою урівноважуючих механізмів борються з первинними вібраціями. Найпростіший і компактний є варіант із застосуванням тільки додаткових противаг на щоках колінчастого валу, що створює реально діючу силу. Такий механізм не дозволяє забезпечити повне усунення коливань, а переводить їх в площину, перпендикулярну площині осі циліндра.

Для усунення дії сили P_1 застосовують балансірні вали, що обертається із швидкістю колінчастого вала, але у зворотному напрямку (рис.2).. Кожна з урівноважуючих сил, що виникають із-за дисбалансу на балансірному валу і колінчастому валу, дорівнює половині сили P_1 . У будь-який момент часу сума проекцій урівноважуючих сил на вісь циліндра дорівнює силі інерції першого порядку для цього кута повороту колінчастого вала, але протилежна по знаку. При цьому сума проекцій на вісь, перпендикулярну осі циліндра, дорівнює нулю.

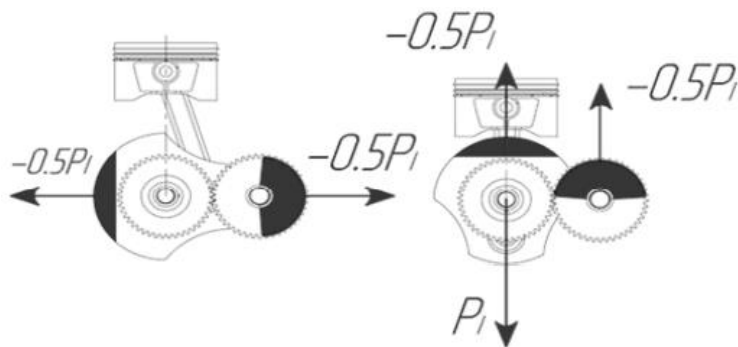


Рисунок 2 – Схема урівноваження сил інерції першого порядку за допомогою введення одного балансірного валу

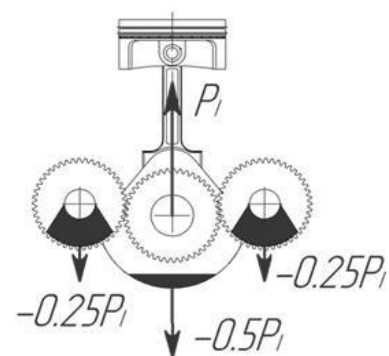


Рисунок 3 – Схема урівноваження сил інерції першого порядку за допомогою введення двох балансірних валів

Для повного усунення первинних коливань прийнято застосовувати двохвальний урівноважуючий механізм (рис. 2), оскільки при використанні одновального механізму виникають коливання від моменту, що створюється некомпенсованою силою інерції і вертикальної складової урівноважуючої сили на плечі від осі циліндра до осі балансірного валу. У двохвальному урівноважуючому механізмі додаткова противага на колінчастому валі, що створює силу, рівну половині P_1 , взаємодіє з противагами на балансірних валах, кожен з яких створює силу, в чотири рази меншу, ніж P_1 .

Для збалансування вторинних коливань найчастіше застосовується механізм, запатентований інженером Ф. Ланчестером, який складається з двох балансірних валів, що обертаються в різні боки з частотою, що удвічі перевищує частоту обертання колінчастого вала (рис. 4). Втім, іноді використовується і один балансірний вал, що обертається в два рази

швидше за колінчастого вала. Його робота аналогічна роботі одновального механізму для урівноваження сил першого порядку. Усе це відноситься як до одноциліндрових, так і до багатопциліндрових двигунів.

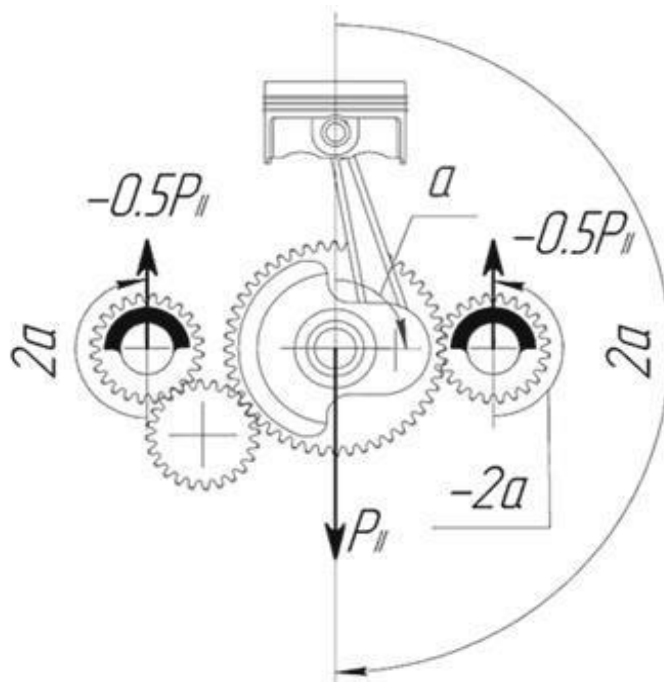


Рисунок 4 – Механізм Ланчестера, що застосовується для урівноваження вторинних коливань

Висновки. Урівноваженість рядних двигунів описується таким виразом – чим краще двигун врівноважений під силу інерції якого-небудь порядку, тим гірше він урівноважений по моменту від цих сил. Тому, мінімізація вібрацій при роботі ДВЗ має велике значення оскільки зменшується навантаження на елементи двигуна та автомобіля в цілому.

Список літературних джерел

1. Анісімов В. Ф. Дослідження нерівномірності частоти обертання колінчастого вала дизельних двигунів / В. Ф. Анісімов, М. П. Єленич, В. В. Мельник. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2013. – №2. – С. 77–81.
2. Самокиш М.І. Двигуни сільськогосподарських енергетичних засобів: навч. посібник для студ. інж.-техн. спец. вищ. навч. с.-г. закл. I – IV рівнів акредитації /М. І. Самокиш, М. М. Клевцов, А. М. Божок, І. М. Бендера; за ред. М. І. Самокиша, М. М. Клевцова. – К.: Урожай, 1998. – 320с.

Галушчак Олександр Олександрович – к. т. н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galushchak.gs@gmail.com

Галушчак Дмитро Олександрович – к. т. н., старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: galuschak.d@gmail.com

Антонюк Віталій Геннадійович – студент групи 1АТ-18м, Вінницький національний технічний університет

Гальона І. І.

ВИБІР АВТОМОБІЛІВ МАЛОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ ЇХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ

Запропоновано метод вибору автомобілів малої вантажопідйомності (АМВ) для дрібнопартійних перевезень, який заснований на теорії енергоресурсної ефективності автомобіля.

При здійсненні дрібнопартійних перевезень перевізник виступає як споживач ринку автотранспортних засобів та палива, які є носіями технологічних ресурсів транспорту. Під технологічними ресурсами розуміють: технічні, енергетичні та трудові ресурси. Пріоритетним напрямком розвитку технології дрібнопартійних перевезень повинно бути оновлення рухомого складу. Крім того, в умовах дефіциту паливно-енергетичних ресурсів, це оновлення повинно відповідати концепції збереження енергії та ресурсів. До того ж, для підвищення транспортно-технологічної якості дрібнопартійних перевезень необхідні методи оцінки цієї якості за критеріями енергоресурсної ефективності [1, ст.515].

На сучасному етапі розвитку світового ринку автотранспортних засобів (АТЗ) відбувається збільшення різноманіття видів та різновидів конструкцій, які формуються на основі різних концепцій у різних країнах [2, с.500]. У зв'язку з великим різноманіттям модифікацій, які пропонуються, та тенденцією уніфікації параметрів конструкції автомобілів на стадії придбання РС виникає задача обґрунтування споживчих переваг за конструкцією АТЗ, які відповідають техніко-технологічним перевагам перевізника. Обґрунтування повинно відповідати задачі експлуатаційної оптимізації споживчої властивості АТЗ як науково-технічного товару [3, с.47].

Основним товаром автотранспортної системи є автотранспортна послуга (АП). Для їх безперервного відтворення необхідно постійно оновлювати рухомий склад. Тому автомобіль є ресурсним товаром системи. В роботі [3, с.120] показано, що сума експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів (АТС) і прогресивних технологій перевезень не забезпечують задані рівні підвищення енергоресурсної та екологічної якості автомобілів. Для досягнення цієї мети потрібна система споживчо-орієнтованих і узгоджених конструктивних та транспортних новацій в життєвому циклі АМВ. Конструктивні новації, створені при створенні нового рухомого складу, оплачуються покупцем-перевізником. У свою чергу, останній, в умовах кон'юнктури ринку перевезень, зацікавлений в довгостроковому підвищенні економічної та технічної конкурентоздатності своїх послуг в рамках концепції збереження енергії і ресурсів. Під конкурентоздатністю АМВ розуміється сукупність його якостей, що характеризують ступінь задоволення вимог до рівнів споживчої і трудової корисності автомобіля в порівнянні з кращими аналогічними зразками [4, ст.20]. Стратегічною метою перевізника є формування енергозберігаючих технологій систем автомобільних перевезень. Для реалізації цієї мети розроблено комплекс моделей для управління енергоресурсною ефективністю АМВ узагальненого типу.

Вищевикладений матеріал дозволяє сформулювати наступні висновки:

- встановлено, що підвищення енергоресурсної якості автотранспортних послуг досягається з допомогою формування системи споживчо-орієнтованих і узгоджених конструктивних і транспортних новацій в життєвому циклі автомобіля малої вантажопідйомності;

- запропонований метод забезпечує вибір параметрів АМВ, що відповідає розвитку технічного базиса транспортної системи відповідно до концепції збереження енергії та

ресурсів, а також стратегії підвищення техніко-технологічної конкурентоздатності майбутніх транспортних пропозицій.

Список літературних джерел

1. Хабутдінов Р. А. Управлінські парадигми на автотранспорті: техноемпірична профітократія і інноваційна технократія / Р. А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2015. – Вип. 1 (31). – С. 513 – 518.
2. Хмельов І. В. Моніторинг енергетичної ефективності міських автобусів / І. В. Хмельов, О. В. Гусєв, О. В. Алексеєнко, М. Г. Піцик // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34). – С. 499 – 505.
3. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А. Хабутдінов, О. Я. Коцюк. – К.: УТУ, 1997. – 137 с.
4. Хабутдінов Р. А. Методи техніко-технологічного обґрунтування новачійніх проєктів перевезень за концепцією енерго - та ресурсозбереження / Р. А. Хабутдінов, І. В. Хмельов // Вісник Національного транспортного університету. - Київ, 2004. - № 9. - С . 19 - 23.

Гальона Інеса Іванівна – асистент кафедри «Транспортні технології», Національного транспортного університету, м. Київ, e-mail: Ntu.TT.Inesa@gmail.com

Горяинов А. Н., к.т.н., доц.

ВОЗМОЖНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СТАНДАРТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ И ЛОГИСТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ (ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА, УЧЕБНЫЙ ПЛАН)

Рассмотрены вопросы реализации выбора учебных дисциплин и планирование учебной нагрузки соискателя. Систематизация проблемных вопросов позволяет создать основу для их решения в будущем

Введение. Текущий учебный год (2019-2020) ознаменовался важными особенностями. Одной из таких особенностей является реализация нового подхода к аккредитации специальностей по методологии Национального агентства по обеспечению качества высшего образования (<https://naqa.gov.ua/>). Обострились некоторые вопросы относительно таких документов как образовательная программа, учебный план и другие.

Актуальность исследования. Учебные заведения готовятся к новому учебному году (2020-2021). Не принимая во внимание трудности, которые возникли в связи с пандемией и карантинными мероприятиями, отметим, что необходима корректировка нормативных документов учебных заведений с учетом аккредитационного опыта текущего года.

Постановка задачи. Целью работы является систематизация данных о реализации стандарта транспортные технологии в аспектах структуры и содержания.

Результаты исследований. Одним из узких мест образовательных программ и учебных планов является реализация индивидуальной траектории соискателей высшего образования. Также проблемным является оценка самостоятельной работы студента. Указанные вопросы нашли отражение в таких документах «Критерии оценки качества образовательной программы» [1] и «Методические рекомендации для экспертов Национального агентства...» [2], а именно критерий 2 «Структура и содержание образовательной программы», подкритерии 2.4 и 2.8 [1, с.1-2]:

- подкритерий 2.4 *«Структура освітньої програми передбачає можливість для формування індивідуальної освітньої траєкторії, зокрема через індивідуальний вибір здобувачами вищої освіти навчальних дисциплін в обсязі, передбаченому законодавством»;*

- подкритерий 2.8 *«Обсяг освітньої програми та окремих освітніх компонентів (у кредитах Європейської кредитної трансферно-накопичувальної системи) відповідає фактичному навантаженню здобувачів, досягненню цілей та програмних результатів навчання».*

Идеальной ситуацией для подкритерия 2.4, согласно [2, с.10], является следующая *«Ідеальною ситуацією повної відповідності у межах підкритерію є така, коли здобувач вищої освіти може обрати будь-яку дисципліну, що запропонована на вибір викладачами/кафедрою/факультетом у ЗВО, незалежно від спеціальності чи підрозділу, який забезпечує її викладання (з можливими обмеженнями щодо необхідності вивчення дисциплін-передумов та розумними обмеженнями організаційного характеру), а ЗВО пропонує зручні та зрозумілі процедури вибору».*

Какие здесь видятся проблемы:

1) подмена понятий *«может обрати будь-яку дисципліну»* вместо *«может заявити про бажання обрати будь-яку дисципліну»*. Реалии таковы, что чем большее количество дисциплин заявлено для выбора, тем больший разброс в выборе среди соискателей одной учебной группы может быть. Соответственно, тем меньше шансов конкретному соискателю выбрать ту дисциплину, которую он хочет. Создается ситуация псевдовыбора.

2) нет четкого разделения по структуре стандартов образования. Здесь имеется ввиду

разделение стандарта на такие две основные части (не учитывая интегральную компетентность) как [3, 4]: общие компетентности и специальные компетентности. Здесь выделим два момента:

2.1) отсутствие четкого ограничения в вопросе возможности выбора дисциплин. Другими словами, соискателю могут быть предложены на выбор дисциплины, которые реализовывают нормативные (оговоренные стандартом образования) общие компетентности и специальные компетентности или нет? Тем более, что в Законе Украины про «Вищу освіту» (статья 62 п.15) гласит *«не менш як 25 відсотків загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених для даного рівня вищої освіти»*. При этом ограничений по видам компетентностей нет.

Рассмотрим пример. Возьмем из [4] такую специальную компетенцию «СК-3 Здатність організувати та управляти перевезенням вантажів (за видами транспорту)» и результат обучения «РН-13 Організувати та управляти перевезенням вантажів в різних сполученнях. Вибирати вид, марку, тип транспортних засобів (суден) та маршрутів руху. Контролювати хід виконання перевезення». Реализовать указанную компетентность (результат обучения) можно различными дисциплинами. Например, «Перевозка грузов в аграрной отрасли» или «Потребности городов в грузовых перевозках». Указанные дисциплины будут иметь свою специфику, и в то же время удовлетворять требованиям стандарта. Можно ли это представлять как дисциплины для выбора соискателя?

2.2) нет различий в подходах к созданию альтернатив относительно общих и специальных компетентностей. Изучение общих компетентностей не имеет такой сильной взаимосвязи между собой, как взаимосвязь специальных компетентностей. Такой термин как «специализация», который упоминается в Законе Украины про «Вищу освіту» и [2, 3], судя из контекста может быть применен только к специальным компетентностям. Если это верно, тогда должен отличаться подход к выбору дисциплин.

3) не рассмотрен вопрос выбора соискателем учебных элементов внутри дисциплин (тем курсовых работ, рефератов и других элементов самостоятельной работы). Не рассматривается вопрос выбора соискателем темы аттестационной работы. Если, например, на аттестационную работу отводится 12 кредитов (360 часов) и соискатель выбрал тему аттестационной работы, то следует ли указанный объем относить к выбору соискателя? Приведем пример из специальности 275 транспортные технологии – соискатель может выбрать, например, аттестационную работу по пассажирским перевозкам, грузовым перевозкам или дорожному движению. С точки зрения реализации указанных направлений – это разные специализации (как бы разные дисциплины, если переводить в плоскость дисциплин). Это вопрос также контрастирует с *«До числа вибіркових освітніх компонентів можуть включатися також і практики»* [2, с.10]. Если практики могут быть включены к выборочным компонентам, то аттестационная работа также может?

4) в [2, с.10] упоминается «тіпог» или сертифицированная программа. При этом и тіпог, и сертифицированная программа подразумевают блок взаимосвязанных дисциплин, которые относятся к общим компетентностям. Другими словами соискатель выбирает сразу несколько дисциплин. В тоже время термин «тајог», который должен характеризовать блок дисциплин специальных компетентностей, не используется. Хотя, пример Харьковского национального экономического университет им.С.Кузнецца, показывает пример удачного соединения «тіпог» и «тајог» (пример [5], рис.1). Использование термина «тајог» позволяет уйти от термина «специализация», который по каким-то причинам выведен за рамки образовательной программы. Например, в Законе Украины про «Вищу освіту»:

- статья 1 п.17 *«...Освітня програма може визначати єдину в її межах спеціалізацію або не передбачати спеціалізації»;*

- статья 1 п.20 *«спеціалізація - складова спеціальності, що може визначатися закладом вищої освіти та передбачає одну або декілька профільних спеціалізованих освітніх програм вищої або післядипломної освіти».*

Получается согласно законодательства в одной образовательной программе может

быть выбор среди разных «major», но не может быть выбор среди «специализаций». Хотя с точки зрения логики – это просто недостатки законодательных документов.

<i>Студенти обирають один із запропонованих мейджорів</i>			
МЕЙДЖОР “ЛОГІСТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ”			
УПРАВЛІННЯ ЛЮДСЬКИМИ РЕСУРСАМИ	5	150	Екзамен
МАРКЕТИНГ У СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖАХ	5	150	Екзамен
МІЖНАРОДНА ЛОГІСТИКА	5	150	Екзамен
ЛОГІСТИЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ	5	150	Екзамен
АНТИКРИЗОВИЙ МЕНЕДЖМЕНТ	5	150	Екзамен
МЕЙДЖОР “КОМЕРЦІЙНА ЛОГІСТИКА”			
МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ ТА СЕРТИФІКАЦІЯ ПРОДУКЦІЇ	5	150	Екзамен
КОМЕРЦІЙНА ЛОГІСТИКА	5	150	Екзамен
УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ В ЛОГІСТИЦІ	5	150	Екзамен
ЄВРОЛОГІСТИКА	5	150	Екзамен
ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ЛОГІСТИЦІ	5	150	Екзамен

Рисунок 1 – Фрагмент «ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЛОГІСТИКА» [5]

5) последний момент – это вопрос целесообразности 25% выбора дисциплин соискателем на уровне бакалавра при обучении объемом 240 кредитов. Получается, что из 4-х лет обучения на бакалаврате, соискатель целый год (60 кредитов) будет обучаться на дисциплинах, которые он выбрал (естественно если эти дисциплины специально совместить в один определенный год обучения). Тут возникает вопрос – возможно, есть смысл рассмотреть альтернативу – обучение без выборочных дисциплин, но при этом, обучение за три года вместо четырех?

Далее остановимся на подкритерии 2.8 из [2, с.14].

В [2, с.14] основное внимание уделяется неправильному определению объема самостоятельной работы в рамках отдельных дисциплин. Это важный вопрос, и он слабо изучен. В рамках университетов нет методик, которые позволяли бы достаточно точно планировать объем самостоятельной работы.

Остановимся на другой части вопроса, которая на первый взгляд не очевидна – это распределение учебной нагрузки на соискателя в разные периоды учебного процесса.

Сейчас учебный год состоит из 60 кредитов (по 30 кредитов в семестр). При этом максимальная учебная нагрузка на студента в неделю не может быть больше чем 54 часа и не больше 9 час в день (например, [6-8]). Рассмотрим пример – табл.1.

Как видно из таблицы, наиболее жесткий график обучения для соискателя – это 15-ти недельная модель. Если принять, что для сдачи экзамена в рамках дисциплин планируются 0,5 кредита, то получаем превышение нагрузки на соискателя в неделю на 2 часа (56 против 54 часов). Отметим также, что само планирование части кредитов для подготовки к сдаче экзаменов нераспространенная практика. Удалось упомянуть про это найти автору только в [8, с.34]. Сложнее это найти в каких рабочих программах дисциплин.

Если следовать логике, представленной в табл.1, то при 15-ти недельной продолжительности периода обучения в семестре, практически невозможно принятие студентов у которых существует разница в программе обучения. Это приведет к еще большему

превышению нормативов по продолжительности обучения соискателей. Другими словами «досдавать» разницу в программе для соискателей на базе «младшего специалиста» очень затруднительно с позиции норматива в размере 54 часа в неделю.

Таблица 1 – Варианты продолжительности семестров (30 кредитов на семестр, 0,5 кредита на каждую дисциплину для сдачи экзамена в сессию)

Период (недель)		Количество			Кол-во кредитов на период		Кол-во часов в неделю в период	
обучения	сессии	дисциплин	зачетов	экзаменов	обучения	сессии	обучения	сессии
15	2	8	4	4	28	2	56	30
16	2	8	4	4	28	2	52,5	30
18	2	8	4	4	28	2	46,7	30

Выводы. Проблемные вопросы, которые затронуты в данной работе, в дальнейшем могут быть основой для изменений в нормативных документах и проведения дополнительных исследований и обсуждений в области подготовки специалистов высшего образования.

Список литературных источников

1. Критерії оцінювання якості освітньої програми - <https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2019/09/Критерії.pdf> – 09.04.2020
2. Методичні рекомендації для експертів Національного агентства щодо застосування Критеріїв оцінювання якості освітньої програми https://naqa.gov.ua/wp-content/uploads/2019/09/Методичні-рекомендації_для-експертів.pdf – 09.04.2020
3. Наказ МОН України «Про унесення змін до Методичних рекомендацій щодо розроблення стандартів вищої освіти» від 01.10.2019 р. № 1254 та інших нормативно-правових актів http://edu-mns.org.ua/img/news/8635/NakMON_1254_19.pdf – 09.04.2020
4. Наказ МОН України «Про затвердження стандарту вищої освіти за спеціальністю 275 «транспортні технології (за видами транспорту)» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти» від 29.10.2018 р. № 1171 <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/275-transportni-tekhnologii-za-vidami-bakalavr.pdf> – 09.04.2020
5. ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЛОГІСТИКА» <https://www.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/04/OPP-073-Logistyka-Bakalavr-2019.pdf>
6. Постанова Кабінету Міністрів України від 7 серпня 1998 р. №1247 «Про розроблення державних стандартів вищої освіти» - <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1247-98-п> – 09.04.2020
7. Положення про організацію освітнього процесу в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті СТВНЗ 7.1-02:2018 - https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_Standart/pologeniya/stvnz_7_1_02.pdf – 09.04.2020
8. Положення про організацію освітнього процесу в Національному авіаційному університеті СМЯ НАУ П 4.2.1 (01) – 01 – 2016 https://nau.edu.ua/site/variables/docs/docsmenu/uchebniy%20process/polojennya/Polozhennia_pro_orhanizatsiiu_osvitnoho_protseesu_v_Natsionalnomu_aviatsiinomu_universyteti.pdf – 09.04.2020

Горяинов Алексей Николаевич – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій и логистики, Харьковський національний технічний університет сільськогосподарського господарства імені Петра Василенка, e-mail: goryainov@ukr.net

Грицук І. В., д.т.н. проф.; Погорлецький Д. С.; Симоненко Р. В., к.т.н., доц.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ДВОХПАЛИВНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ПРАЦЮЮЧИХ НА РІДКОМУ НАФТОВОМУ ПАЛИВІ І ЗРІДЖЕНОМУ НАФТОВОМУ ГАЗІ

Описані особливості формування та застосування системи теплової підготовки на основі теплового акумулятора фазового переходу для автомобільного двигуна, працюючого на зрідженому газовому паливі. Розглядаються конструктивні та технологічні особливості формування й адаптації системи теплової підготовки в конструкцію транспортного засобу з двигуном, працюючим як на зрідженому газовому паливі так і рідкому нафтовому паливі

Вступ. Формування системи теплової підготовки двохлапного (рідке нафтове паливо (бензин)/зріджений нафтовий газ) транспортного засобу з метою покращення паливної економічності і поліпшення екологічних показників в умовах експлуатації потребує урахування особливостей конструкції бензинового транспортного двигуна і розташування елементів використовуваної газової апаратури. Дослідження базується на особливостях паливної апаратури з розподіленим впорскуванням бензину і газовою апаратури з розподіленим впорскуванням, розроблених режимах теплової підготовки в умовах експлуатації в процесах передпускового та післяпускового прогріву за допомогою теплового акумулятора фазового переходу.

Аналіз існуючих рішень. Найбільш простим та розповсюдженим способом полегшення пуску транспортного двигуна в умовах експлуатації є тепла підготовка охолоджуючої рідини за допомогою спеціальних пристроїв [1]. Саме тому вважаємо актуальним завдання адаптації двохлапного транспортного засобу до умов експлуатації в частині формування системи теплової підготовки для полегшення його пуску і подальшої теплової підготовки.

Найбільш відомі декілька груп бортових передпускових підігрівачів, а саме це стаціонарні – неавтономні електричні, автономні рідинні, а також теплові акумулятори фазового переходу. З літературних джерел авторами не було виявлено раніше проведених досліджень в частині формування систем теплової підготовки двохлапних транспортних засобів, обладнаних системою впорскування газового палива і системою теплової підготовки на основі теплового акумулятору фазового переходу, а також засобами дистанційного моніторингу і керування на основі ITS.

Системи теплової підготовки застосовуються, як перспективні індивідуальні системи забезпечення, накопичення, розподілу і передачі теплової енергії, призначені для передпускової і післяпускової теплової підготовки транспортних засобів, при непрацюючому і працюючому двигуні. Таке ставлення до систем теплової підготовки стало можливим завдяки тому, що вже існує досить велика кількість різних апробованих і перспективних технічних рішень в цьому напрямку, а також, в останні роки, з'явилося багато різних нових типів і конструкцій складових таких систем і засобів. В основному засоби теплової підготовки або їх окремі складові в частині передпускового прогріву випускаються невеликими партіями і займають свою невелику нішу на світовому автомобільному ринку. Рідинні автономні підігрівачі фірм «Webasto» і «Eberspächer», які працюють незалежно від двигуна і в поєднанні зі штатною системою охолодження ТЗ (з рідинним охолодження) або у складі окремої системи охолодження. За допомогою неавтономних електричних підігрівачів DEFA WarmUp фірми «Defa» теплообмін здійснюється шляхом природної циркуляції охолоджуючої рідини в системі охолодження транспортного двигуна. Також, до аналогічних систем передпускового підігріву відносяться засоби і (або) системи фірм: Temro (Канада), Calix (Швеція), Hotstart (США), Лестар (Україна) тощо [2]. Крім цього фірма AC S.A. є провідним в Польщі та розповсюдженим в Україні виробником автомобільних газобалонних систем (ГБО) LPG/CNG марки STAG. Саме компанією AC S.A. запропоновано підігрівач газового редуктора STAG R01 CS [3].

Достатньо ефективно для передпускового прогріву двигунів транспортних засобів використовувати бортові теплові акумулятори фазового переходу. Тепловий акумулятор (ТА) не дуже часто застосовують в якості передпускового підігрівача ДВЗ транспортного засобу, незважаючи на те, що він має високу ефективність. Тепловий акумулятор це пристрій, який дозволяє при роботі транспортного двигуна накопичувати теплову енергію теплоносіїв транспортних засобів (охолоджуючої рідини або відпрацьованих газів), а потім віддавати цю енергію двигуну перед наступним запуском [5]. Процеси акумуляції теплової енергії відбуваються шляхом зміни фізичних станів теплоакumuлюючого матеріалу і за рахунок використання енергії зв'язку атомів і молекул речовин. Використання теплової енергії плавлення акумуляючого матеріалу для її накопичення забезпечує високу щільність енергії, що запасається, саме при використанні невеликих перепадів температур речовини і достатньо стабільну температуру на виході з теплового акумулятора. Серед відомих пристроїв окремо можна виділити теплові акумулятори фазового переходу (ТАФП), які з'явилися в кінці 80-х, початку 90-х років ХХ-го століття. У роботах Шульгіна В.В. і Вашуркіна І.А. [4], Волкова В.П., Гутаревича Ю.Ф. і Грицука І.В. [5] тощо були розглянуті питання застосування ТАФП для здійснення передпускової та післяпускової теплової підготовки двигуна транспортного засобу в умовах експлуатації.

Результати дослідження. Після виконання аналізу переваг та недоліків пристроїв забезпечення теплової підготовки двигуна транспортного засобу працюючого на зрідженому газовому паливі [6], виходимо з доцільності забезпечення теплової підготовки за допомогою використання теплового акумулятора фазового переходу із зарядкою від відпрацьованих газів транспортного двигуна. Це пояснюється саме тим, що в реальних умовах експлуатації транспортного засобу з ДВЗ існують значні теплові втрати в навколишнє середовище. Використання цих втрат з відпрацьованими газами дозволяє підвищити ефективність роботи двигуна транспортного засобу [7]. Особливо це вигідно для забезпечення передпускової та післяпускової теплової підготовки [8]. Особливість роботи газової апаратури транспортного двигуна полягає в тому, що двигун транспортного засобу запускається на рідкому паливі (на бензині), а вже після нагріву охолоджуючої рідини до + 40...50 °С проводиться включення подачі газового палива в працюючий двигун.

В представлених матеріалах показаний запропонований авторами варіант формування теплової підготовки двигуна ТЗ, працюючого на газовому паливі (рис. 1). За рахунок використання фазоперехідного теплового акумулятора в системі охолодження транспортного двигуна забезпечується підтримання технологічної температури теплоносія в системі охолодження:

- при зупиненому транспортному двигуні, в межах обумовлених заводською інструкцією температур газового редуктора,
- для запуску на безпосередньо на зрідженому нафтовому паливі, при низьких температурах навколишнього середовища в умовах експлуатації.

При зменшенні температури теплоакumuлюючого матеріалу в тепловому акумуляторі – температура підтримується у встановлених межах за рахунок теплової енергії відпрацьованих газів транспортного двигуна шляхом здійснення циклічного режиму роботи його з періодичною зупинкою, або при роботі в технологічному режимі. В цьому випадку у використанні додаткового рідкого палива для накопичення теплової енергії немає необхідності. Двигун практично після пуску зможе працювати на газовому паливі і використовуватися для пересування транспортного засобу і прийняття навантаження після здійснення пуску.

У розроблену схему входять основні наступні компоненти:

- передпусковий і післяпусковий прогрів двигуна транспортного засобу працюючого на рідкому нафтовому паливі / зрідженому нафтовому паливі;
- інформаційне забезпечення процесів управління теплової підготовкою на основі дистанційного моніторингу процесів теплової підготовки;
- вибір способів забезпечення теплової підготовки в типових режимах експлуатації транспортного засобу;
- формування алгоритмів управління та елементної бази для здійснення теплової підготовки та теплового акумулятора.

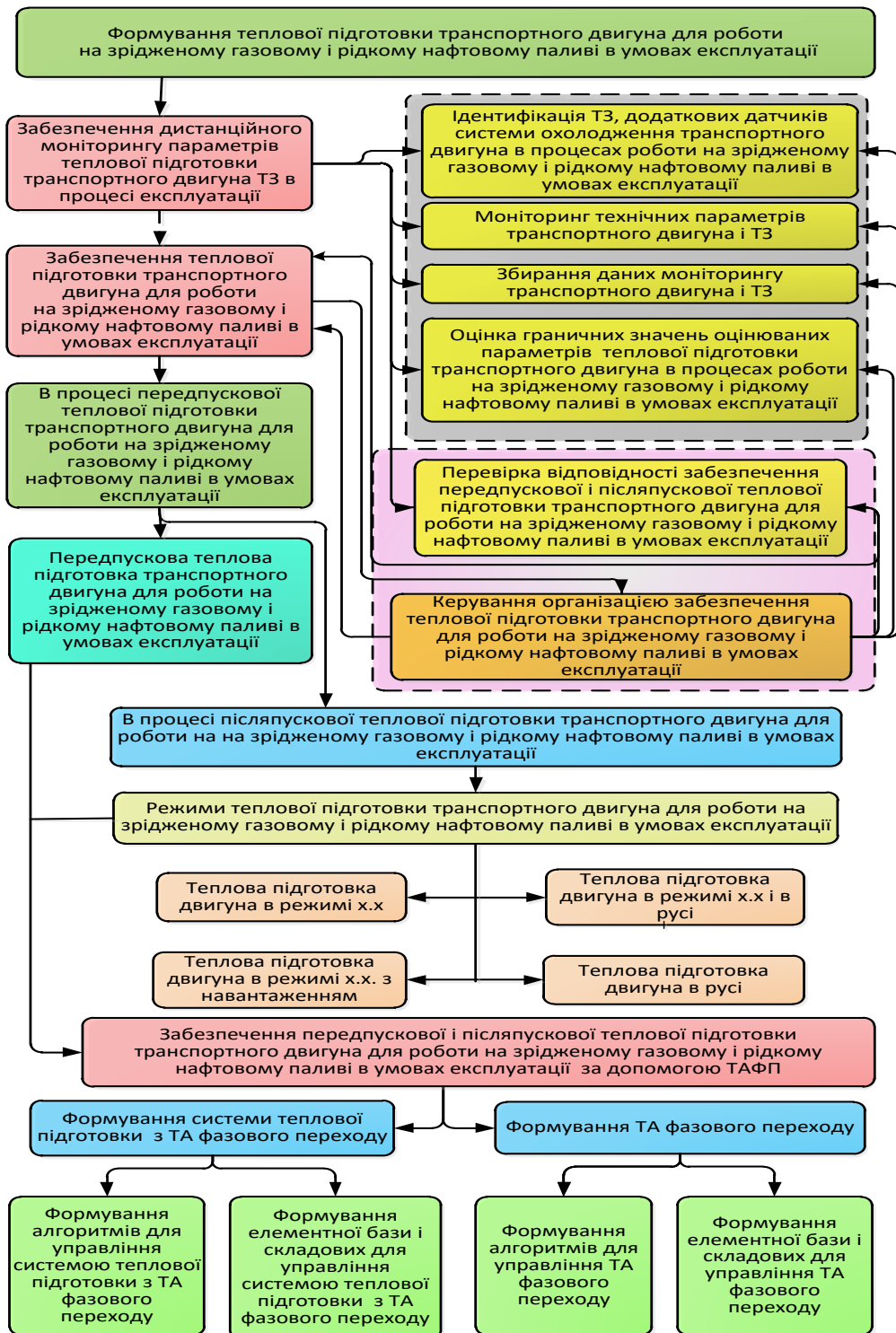


Рисунок 1 – Схема формування системи теплової підготовки транспортних засобів, що працюють на бензині/газовому нафтовому паливі

В цілому запропонована варіативна частина схеми в частині вибору способу теплової підготовки і формування передпускової і післяпускової підготовки транспортного двигуна під час експлуатації транспортного засобу, яка складається з можливих на думку авторів наступних варіантів: вибір і використання того чи іншого способу удосконалення системи теплової підготовки двигуна транспортного засобу; використання дистанційного моніторингу технічних параметрів транспортного двигуна; ідентифікація транспортного засобу, додаткових температурних датчиків системи охолодження двигуна в процесах роботи на зрідженому газовому паливі в умовах експлуатації, та перевірка відповідності забезпечення передпускової та

післяпускової теплової підготовки транспортного двигуна для роботи на зрідженому газовому і рідкому нафтовому паливі в умовах експлуатації.

Висновки. Розглянуто розвиток процесів теплової підготовки та способів передпускового прогріву автомобільного транспортного двигуна з використанням теплового акумулятора фазового переходу. Показані технологічні особливості систем теплової підготовки, які полягають в адаптації їх для транспортного двигуна, що працює як на зрідженому газовому паливі, так і на бензині. На основі проведеного аналізу можливо зробити висновок, що розробка та використання подібних систем прогріву транспортних двигунів є перспективною для використання на транспорті. Розроблено систему формування теплової підготовки двигуна і транспортного засобу для роботи як на зрідженому газовому паливі, так і на бензині на основі теплового акумулятора фазового переходу, для одночасного з пуском забезпечення переходу транспортного двигуна на зріджене газове паливо в умовах експлуатації.

Список літературних джерел

1. Системи прогріву двигунів внутрішнього згорання: основи функціонування: монографія / В.П. Волков, І.В. Грицук, Ю.Ф. Гутаревич, В.Д. Александров і інш. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж», 2015.- 314с.

2. Типы предпусковых подогревателей двигателя. [Електроний ресурс] / Режим доступу: <https://www.autoshcool.ru/1688-tipy-predpuskovykh-podogrevatelej-dvigatelya.html>. - 01.04.2020.

3. Подогреватель газового редуктора STAG R01 CS". [Електроний ресурс] / Режим доступу: <http://www.ac.com.pl/ru-firma-o-firmie>. - 01.04.2020.

4. Вашуркин И.О. Тепловая подготовка и пуск ДВС мобильных транспортных и строительных машин зимой / И. О. Вашуркин– СПб.: Наука, 2002. – 145 с.

5. Теплові акумулятори фазового переходу для транспортних засобів: параметри робочих процесів: монографія / В.Д. Александров, Ю.Ф. Гутаревич, І.В. Грицук, Ю.В. Прилепський, В.А. Постніков, А.М. Гуцин, Д.С. Адров, В.С. Вербовський, З.І. Краснокутська – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (Донецьке відділення), 2014.- 230 с.

6. Погорлецький Д.С. Організація застосування засобів полегшення пуску двигунів транспортних засобів, працюючих на зрідженому газовому паливі / Д.С. Погорлецький // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки» (за галузями знань «Технічні науки»). – Луцьк: НТУ, 2018. – № 62 – С. 194 – 198.

7. Gritsuk, I., Gutarevych, Y., Mateichyk, V., and Volkov, V., "Improving the Processes of Preheating and Heating after the Vehicular Engine Start by Using Heating System with Phase-Transitional Thermal Accumulator," SAE Technical Paper 2016-01-0204, 2016, <https://doi.org/10.4271/2016-01-0204>.

8. Volkov V.P., Gritsuk I.V., Gutarevych, Yu. F., Aleksandrov V.D., Poddubnyak V. Yo., Prilepskiy Yu.V., Komov P.B., Adrov D.S., Verbovskiy V.S., Krasnokutska Z.I., Volkova T.V. "ICE heating systems: the basics of functioning" - Donetsk.: LANDON-XXI, 2015.- 314 p.

Грицук Ігор Валерійович – д. т. н., професор кафедри Експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Погорлецький Дмитро Сергійович – старший викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок, Херсонська державна морська академія, e-mail: dimon150582@gmail.com

Симоненко Роман Вікторович – к. т. н., доцент, Національний транспортний університет, e-mail: rsymonenko@insat.org.ua

Захарчук В. І., д.т.н., проф.; Захарчук О. В., к.т.н., доц.; Школярчук В. О.

ПОКРАЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ДВИГУНА ПІД ЧАС ЙОГО РОБОТИ НА АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПАЛИВІ

Енергетичні показники двигуна під час роботи на біогазі є незадовільними. Це є наслідком вмісту в біогазі значної кількості інертних домішок, перш за все вуглекислого газу. Розрахунками з використанням математичної моделі газового двигуна встановлено, що застосуванням очищення біогазу від домішок можна його склад наблизити до складу природного газу. Відповідно буде мати місце збільшення нижчої теплоти згоряння газу та покращення енергетичних показників двигуна

Постановка проблеми. Все більшою проблемою для нашої держави є утилізація побутових та сільськогосподарських відходів. Велика кількість біогазу та звалищного газу викидається в атмосферу і забруднює навколишнє середовище [1]. Інтерес до біогазу як альтернативного палива виник завдяки можливості його отримання в місцевих умовах. В даний час в Європі діють більше 500 станцій отримання біогазу з звалищного газу. Також постійно зростає кількість сільськогосподарських біогазових установок. В цілому в ЕС їх зараз більше 4000 [2]. Але тільки деякі з них виробляють біогаз для подальшого використання в якості автомобільного палива. Практично на всіх станціях отримуваний біогаз використовується для продукування тепла або електроенергії. І все ж потенціал використання біогазу в якості моторного палива величезний. В густонаселених регіонах екологічний ефект від його використання може бути значним [3]. Свідченням цього є те, що світовим лідером з виробництва біогазу є Китай. Там ще в 2006 році діяло 17 млн. біогазових установок з річним виробництвом 6,5 млрд. куб. м газу, що дозволило замінити 10 млн. т умовного палива і забезпечити 50 млн. чоловік. В даний час ставиться завдання досягти до 2022 року рівня 25 млрд. м³ [4]. Разом з тим досліджень двигунів та транспортних засобів під час їх роботи на біогазі проводилось мало.

Метою дослідження є покращення ефективних показників двигуна під час його роботи на газових паливах, зокрема на біогазі.

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом дослідження є переобладнаний з дизеля газовий двигун з іскровим запалюванням під час його роботи на природному газі та біогазі. Склад біогазу значно залежить від характеру процесу його бродіння. Основними компонентами біогазу є метан (40-75%) та вуглекислий газ (25-55%). Також до складу біогазу у невеликих кількостях входять сірководень H_2S , водень, водяна пара і азот. Рівень домішок в біогазі досягає 50%, які не тільки перешкоджають використанню газу, але й шкодять обладнанню (трубопроводам та газгольдеру). Таким чином, біогаз має значну кількість домішок (особливо CO_2 і N_2), що приводить до зменшення теплоти згоряння біогазу, в порівнянні з природним газом. Але при хорошому очищенні і збагаченні газ, отриманий із біомаси, може мати теплоту згоряння $H_U = 30000 - 35000 \text{ кДж/м}^3$ (біометан). За іншими фізико-хімічними властивостями показники біогазу близькі до природного газу [5]. Біогаз має високе значення октанового числа, тому високоефективний газовий двигун повинен мати високе значення ступеня стиску.

Негативними сторонами біогазу [5] є наявність домішок інших газів в його складі, що робить таке паливо нестабільним, менше значення нижчої теплоти згоряння суміші, а звідси і гірші техніко-економічні показники роботи двигуна у порівнянні з природним газом; менша швидкість горіння у порівнянні з метаном; більш високе значення температури займання у

порівнянні з метаном, а звідси і поганий запуск ДВЗ. Результатом теоретичних досліджень з використанням математичної моделі робочого циклу газового двигуна є залежності ефективних показників двигуна від вмісту метану в біогазі (рис.1).

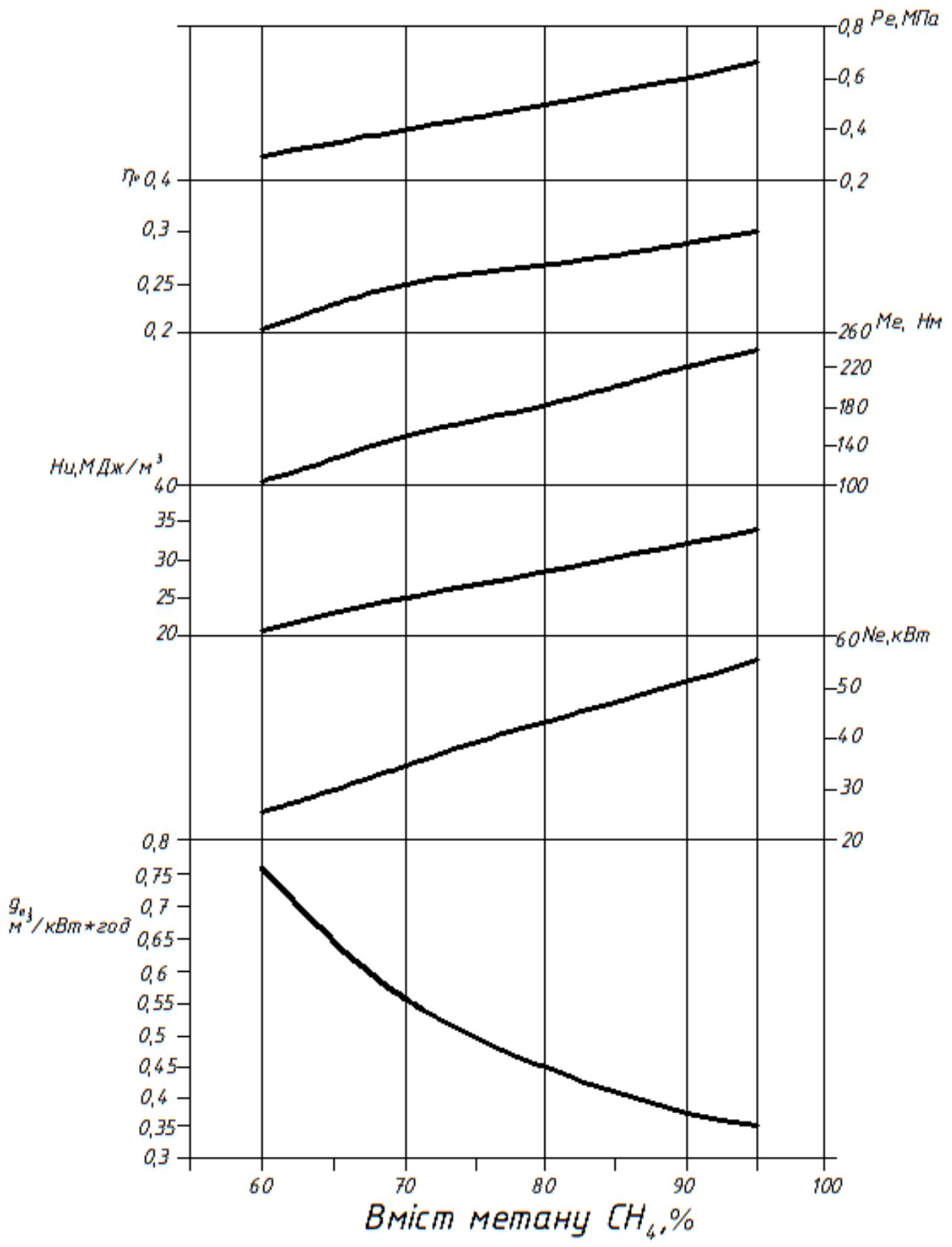


Рисунок 1 – Залежності ефективних показників двигуна Д-243 при його роботі на біогазі з різним вмістом метану

З рисунка 1 можна зробити висновок, що з підвищенням вмісту метану в біогазі за допомогою його очищення з 60 % до 95 % нижча теплота згоряння H_u зростає на 37,3 %, ефективна потужність двигуна N_e на 21,2 %, ефективний крутний момент M_e на 21,2 %, а питома ефективна витрата газу g_e зменшується на 29,4 %.

Висновки. Робота переобладнаних з дизелів газових двигунів є добре дослідженою. Показники таких двигунів під час роботи на природному газі є досить хорошими. Але використання біогазу для живлення мобільних енергетичних засобів досить проблематичне внаслідок низького вмісту метану (60%) і значної кількості баласту, в основному двоокису вуглецю, що викликає зниження потужності двигунів та погіршення масово-габаритних показників мобільної техніки. За допомогою очищення біогазу від вуглекислого газу та інших домішок можна його показники (перш за все нижчу теплоту згоряння) наблизити до показників природного газу, чим значно покращити енергетичні та економічні показники двигуна, який працює на біогазі. В результаті теоретичних досліджень двигуна на математичній моделі встановлено, що з підвищенням вмісту метану в біогазі за допомогою очищення, зростають такі показники, як ефективна потужність, ефективний ККД, ефективний крутний момент, а питома ефективна витрата газу зменшується.

Список літературних джерел

1. Спольник А.И. Топливо из отходов агропромышленного производства / А. И. Спольник и др. // Автотвор. – 2018. – №1. – С. 5–8.
2. Razbani O., Mirzamoharamad N., Assadi M. Literature review and road map for using biogas in internal combustion engines // Third International Conference on Applied Energy. – 16 – 18 May, 2011. – Perugia, Italy.
3. Гелетуха Г.Г. Перспективы производства и использования биометана в Украине / Г.Г. Гелетуха, П.П. Кучерук, Ю.Б. Матвеев // Аналитическая записка БАУ. – 2014. – № 11. – www.uabio.org/activity/uabio-analytics.
4. Друзьянова В.П. Биогазовая технология за рубежом / В.П. Друзьянова, В.В. Горбунова, Р.С. Кузьмина // СтройМного. – 2016. – № 4(5). – С. 1–8.
5. Ратушняк Г.С. Энергобережения в системах биоконверсии. Навчальний посібник / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. – Вінниця: ВНТУ. – 2006. – 83 с.
6. Очистка биогаза от CO2 [Електронний ресурс]: <http://igs-generon.ru/co2-removal.htm>.

Захарчук Віктор Іванович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: victavto@gmail.com

Захарчук Олег Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет, e-mail: zaharchukov205@gmail.com

Школярчук Віталій Олександрович – магістрант кафедри автомобілів і транспортних технологій, Луцький національний технічний університет

Зыбцев Ю. В.

ИЗМЕНЕНИЕ КОНФИГУРАЦИИ КРИВОЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ДВС ПРИ РАЗГОНЕ АВТОМОБИЛЯ

Разработана методика восстановления кривой крутящего момента по параметрам разгона и выбега автомобиля при допущении, что статические сопротивления при разгоне и выбега одинаковы, а динамический радиус равен радиусу качения

При нормировании диагностических параметров, характеризующих работу силового агрегата автомобиля – тяговой силы, ускорения разгона и т.п. – необходимо исходить из возможностей двигателя, характеризуемых кривой крутящего момента на внешней скоростной характеристике (ВСХ). Однако при разгоне вид этой кривой искажается – снижается максимальный крутящий момент, а точка максимума смещается вдоль оси оборотов. Желательно уметь предсказывать эти изменения. При нормировании диагностических параметров, характеризующих работу силового агрегата автомобиля – тяговой силы, ускорения разгона и т.п. – необходимо исходить из возможностей двигателя, характеризуемых кривой крутящего момента на внешней скоростной характеристике (ВСХ). Однако при разгоне вид этой кривой искажается – снижается максимальный крутящий момент, а точка максимума смещается вдоль оси оборотов.

В ХНАДУ была разработана методика исследований, использующая доступные, распространенные и недорогие средства измерений, как в дорожных условиях, так и на стенде Rototest VPA-RX 2WD.

Цель исследования – повышение точности нормирования диагностических параметров.

В работах акад. В. Н. Болтинского указано, что при разгоне максимальное значение крутящего момента (рис.1) получается при меньшей угловой скорости вращения, чем на характеристике, снимаемой при установившихся нагрузках, на $20\text{--}30\text{ с}^{-1}$, т.е. на $100\text{--}200\text{ мин}^{-1}$.

Однако в стендовом эксперименте [2] у автомобиля «Москвич-402» выявлено смещение на 1000 мин^{-1} , от 2750 до 1750 мин^{-1} , а у Volkswagen – на 400 , от 1800 до 2200 мин^{-1} , т.е. в область более высоких оборотов (рис. 1).

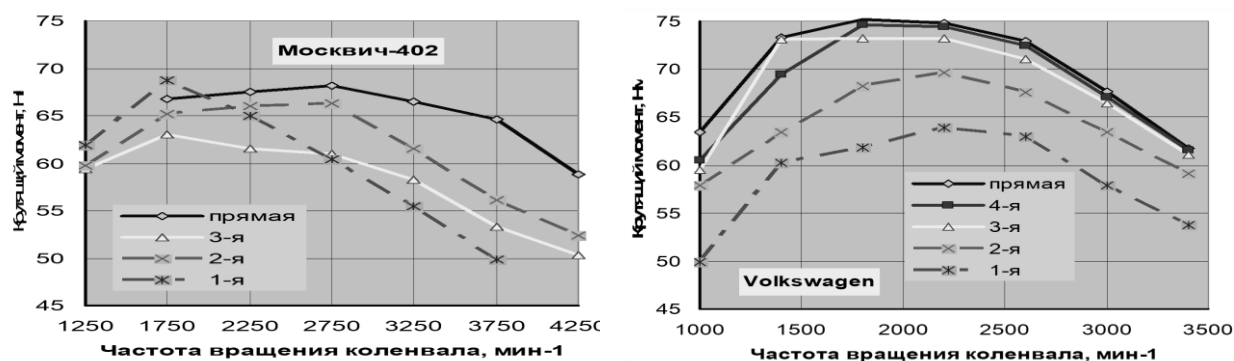


Рисунок 1 – Кривые крутящего момента автомобилей «Москвич-402» (слева) и Volkswagen при разгоне на разных передачах [2] (справа)

Также к большим оборотам смещен максимум (рис.2) у автомобиля VW Passat 1.8 T [3].

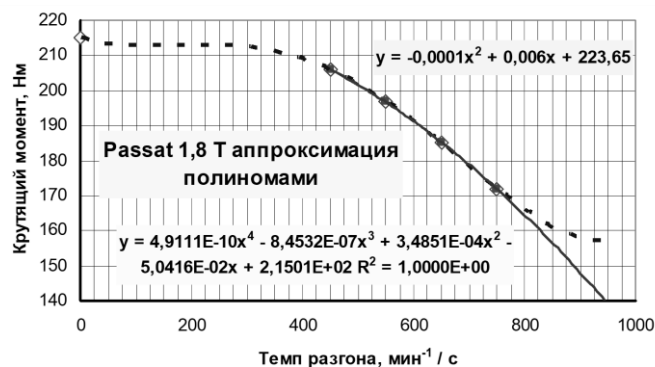
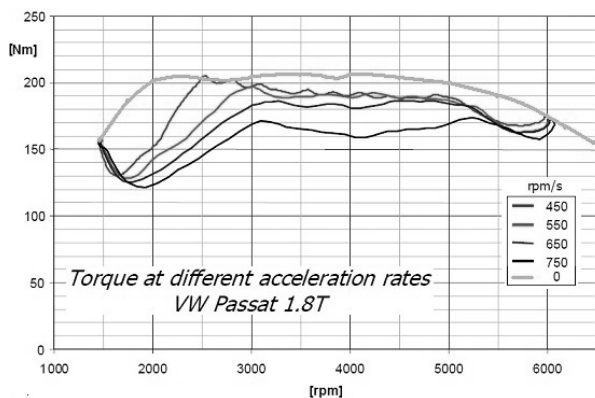


Рисунок 2 – Результаты измерения крутящего момента на ступицах ведущих колес автомобиля VW Passat 1.8 T на стенде Rototest VPA-RX 2WD (слева) и их обработка [3] (справа)

В рассмотренных случаях наблюдается смещение частоты максимального момента как в область низких, так и в область высоких оборотов, причем направление смещения нельзя однозначно привязать к типу двигателя или фирме-изготовителю, хотя стоит отметить, что у всех упомянутых двигателей группы Volkswagen максимумы смещены вправо.

В большинстве случаев максимальный крутящий момент при разгоне снижается. На проверенных автомобилях снижение не выходит за пределы 8 %. Это следует использовать при решении практических задач, например, вычислении времени разгона автомобилей. В зоне низких частот у некоторых двигателей момент падает в 3–6 раз по сравнению с номинальным, полученным в установившихся режимах. Предположительно, степень этого падения зависит от технического состояния двигателя, например, изношенности цилиндро-поршневой группы.

Полученные результаты не дают оснований для выработки практических рекомендаций, однако явно указывают на необходимость дальнейшего изучения вопроса. Нужны более обширные и тщательные исследования, в частности, с учетом возраста двигателя, чтобы исключить влияние технического состояния.

Список литературных источников

1. Шмидт А.Г. Мощностные показатели двигателя на режиме разгона автомобиля / Шмидт А.Г., Новохатный П.Н., Сытин К.Ю. // Автомобильная промышленность: Сб. науч. трудов. - № 7. – Москва, 1977. – с. 18-20.
2. Лурье М.И. Получение разгонной характеристики двигателя путем стендовых испытаний автомобиля / М.И. Лурье // Автомобильная промышленность: Сб. науч. трудов. – Москва, 1958. - № 8. - С.22-25.
3. Расчет нормативов разгона автомобиля на роликовом стенде / В.П. Волков, Э.Х. Рабинович, В.А. Зуев, Д.А. Шалина // Вісник НТУ «ХП» Серія: Автомобіле- та тракторобудування, 2012.– № 64(970) – С. 43-49 – Бібліогр.: 8 назв.
4. Петров В.А. Современная теория качения пневматического колеса и ее практическое приложение // Автомобильная промышленность: Сб. науч. трудов. –Москва, 1993. – №4. – с. 14-18.
5. Кисляков А. Производство силовой установки на базе двигателя ВАЗ 21126 / Александр Кисляков / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.reaa.ru/cgi-bin/yabb/YaBB.plaction=print;num=1301511341>

Зыбцев Юрий Васильевич – старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: dandz0814@gmail.com

Каишканов В. А., к.т.н., доц.; Сульжук А. А.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Виконано аналіз методів діагностування автомобільних генераторів. В результаті якого проведена класифікація та описано їх переваги і недоліки. Визначено найбільш ефективний метод в плані економічності, достовірності, оперативності та високої інформативності

Вступ. Конструкція автомобільних генераторів безперервно удосконалюється, тому наукові роботи, присвячені дослідженню їх функціонування, незважаючи на свою незаперечну значимість, швидко застарівають [1-3].

Несправність генератора може спричинити наслідки різної тяжкості: від виходу з ладу акумуляторної батареї або електронних пристроїв до виникнення дорожньо-транспортної пригоди. У зв'язку з цим виникає необхідність в отриманні оперативної та достовірної інформації про поточний стан автомобільних генераторів. Від надійної роботи автомобільних генераторів залежить ресурс роботи різних елементів електрообладнання і безпеку руху. Отже, забезпечення працездатності автомобільних генераторів в експлуатації є актуальним завданням.

Основна частина. Для оцінки технічного стану вузлів і агрегатів автомобіля розроблено велику кількість методів діагностування, що відрізняються вимірюваними параметрами, принципом вимірювання, способом визначення, застосовуваними засобами та інше [6].

Класифікація сучасних методів діагностування автомобільних генераторів приведена на рисунку 1.

В основу класифікації покладено такі ознаки: вимірювані параметри (структурні, робочих і супутніх процесів); засоби діагностування (зовнішні, вбудовані та бортові); принцип вимірювання (суб'єктивні та інструментальні); спосіб визначення (що вимагають зняття з автомобіля чи ні та розбирання).

Прямі методи (поелементне діагностування, дефектація) мають такі переваги, як точність, наочність, достовірність, можливість застосування досить простої технології вимірювань і нескладного інструменту.

Прямі методи дозволяють визначити структурні параметри, безпосередньо пов'язані з працездатністю генератора. До таких параметрів можна віднести: електричні опори обмоток статора і ротора, міжвиткової і корпусної ізоляції, напівпровідникових діодів; діаметр і биття контактних кілець; висоту щіток; люфт підшипників і т.д. Контрольовані значення цих параметрів наводяться в технологічних інструкціях. До недоліків прямих методів слід віднести необхідність зняття генератора з автомобіля, а також часткового чи повного розбирання генератора і високу трудомісткість.

В основі суб'єктивних (органолептичних) методів лежать способи визначення технічного стану автомобіля за вихідними параметрами динамічних процесів. Однак отримання, аналіз інформації, а також прийняття рішення про технічний стан проводяться за допомогою органів чуття оператора, що має досить високу похибку.

Найбільшого поширення набули такі суб'єктивні методи:

- візуальний;
- прослуховування роботи генератора (аудіальний);
- обмацування генератора (тактильний).

МЕТОДИ І ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ



Рисунок 1 – Класифікація методів діагностування автомобільних генераторів [10]

Візуальний метод дає можливість виявити, наприклад, такі несправності: тріщини і знос приводного ремня, підгоряння, розтріскування і осипання ізоляції обмоток і пазової ізоляції, електроерозію міді проводів.

Прослуховування роботи генератора дозволяє визначити недостатній натяг приводного ремня, оскільки його робота супроводжується характерним свистом.

Методом обмацування генератора можна визначити такі несправності:

- надмірний або недостатній натяг ремня генератора, не обладнаного автоматичним натяжним пристроєм;
- ослаблення кріплення генератора і проводів – за відносним переміщенням деталей;
- міжвиткові та короткі замикання обмоток статора і ротора – за надмірним нагріванням поверхні генератора.

Таким чином, спільними недоліками прямих і суб'єктивних методів діагностування є: низька оперативність, висока трудомісткість, недостатня інформативність. Для усунення цих недоліків розроблені об'єктивні методи діагностування.

Об'єктивні методи дозволяють не розбирати генератор, проводити контроль з меншими витратами праці та оперативно отримувати результати вимірювання. До недоліків таких методів відносяться: складність діагностичного обладнання, значна вартість самого обладнання і контролю, необхідність високої кваліфікації персоналу.

Обумовлені об'єктивними методами діагностичні параметри прийнято розділяти на три групи:

1. Параметри робочих процесів. Для автомобільного генератора ними є сила струму і напруга.
2. Параметри супутніх процесів. Сюди можна віднести створювані в процесі роботи шум, вібрацію, теплову та електромагнітну енергію.
3. Структурні параметри.

Загальна характеристика об'єктивних методів діагностування автомобільних генераторів приведена в роботі [9].

Електромагнітний метод передбачає оцінку напруженості зовнішнього магнітного поля, тобто поля за межами генератора. При виникненні дефектів електричного походження відбувається порушення симетричності магнітного поля. В роботі [11] пропонується оцінювати виникнення дефектів зі зміни гармонійних складових напруженості магнітного поля, які визначаються спеціальними датчиками, розміщеними на корпусі генератора. Недоліком запропонованого методу є складність використовуваного обладнання та його закріплення, а також обробки отриманих результатів. Метод можна застосовувати лише для стаціонарних машин великої потужності, оскільки передбачає безперервний контроль діагностичних параметрів.

Тепловий метод заснований на вимірюванні та аналізі температури на поверхнях генератора. При виникненні таких аварійних ситуацій, як замикання фази статора на корпус, пробой діода випрямляча і міжфазному замиканні відбувається значне виділення тепла в обмотках (випрямлячі) яке збільшує інфрачервоне випромінювання від поверхні генератора. Тепловізори перетворюють інфрачервоне випромінювання в видиме зображення теплового поля для його візуальної і кількісної оцінки. Незважаючи на зручність теплового методу, він застосований лише для невеликого числа дефектів, які легко визначаються іншими способами.

Віброакустичний метод дає можливість визначення джерела вібрації, що виникає від взаємного зіткнення деталей діагностованих агрегатів. Метод знайшов широке застосування при діагностиці стану підшипників стаціонарних електричних машин. Завданням віброакустичного діагностування є усунення перешкод, виділення із загального спектра корисних сигналів і визначення з їх допомогою технічного стану агрегату [13].

Власні вібрації, що виникають в процесі роботи автомобільного генератора, накладаються на вібрації двигуна внутрішнього згоряння, агрегатів трансмісії, вентилятора системи охолодження, кондиціонера і т.д. утворюючи складний простір віброприскорень. Виділити в цьому просторі вібрації генератора є непростим завданням. До того ж цей метод, як і попередній, дозволяє діагностувати лише деякі несправності генератора.

Комп'ютерна діагностика, яка є специфічною саме для транспортних засобів, дозволяє діагностувати лише підвищену і знижену напругу бортової мережі [12]. Причини ж, тобто конкретні несправності, необхідно діагностувати іншими методами. Ще одним недоліком методу є те, що зчитування подібних помилок можливо лише на дилерських станціях технічного обслуговування (СТО).

Оцінка технічного стану, що проводиться за допомогою мультиметра (для вимірювання величини вихідної напруги) і приладу для перевірки натягу приводного ремня дозволяє визначити частину несправностей, які на кінцевій стадії викликають зниження або збільшення напруги. Виявити конкретну причину несправності даним методом, як правило, неможливо. Однак, простота методу і відсутність складного діагностичного обладнання, призвело до широкого його застосування на практиці.

Крім перерахованих вище методів, які не потребують попереднього зняття генератора з автомобіля, широко поширений метод випробування генераторів на спеціалізованих стендах [5], що дозволяє оцінити технічний стан генератора і ряд несправностей, як правило, пов'язаних з відхиленням величини вихідної напруги і сили струму від паспортних значень.

В роботі [10] запропоновано оцінювати технічний стан генераторів шляхом зняття на стенді його струмошвидкісної характеристики (СШХ). Наявність несправностей, навіть ранньої стадії розвитку, приведе до зменшення струму віддачі генератора. Істотним недоліком подібних методів є необхідність зняття генератора з автомобіля і тривалість процесу діагностування.

Осцилографічні методи діагностування припускають визначення форми і параметрів осцилограм вихідної напруги за допомогою осцилографа або пристроїв, що його містять (наприклад, комплексу автомобільної діагностики).

До переваг осцилографічних методів можна віднести оперативність, достатню точність, можливість автоматизації вимірювання діагностичних параметрів.

Результати аналізу існуючих методів діагностування автомобільних генераторів занесено до таблиці 1.

Таблиця 1 – Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів

Найменування методу	Діагностовані параметри	Діагностичні засоби	Переваги	Недоліки
Електромагнітний	Напруженість зовнішнього магнітного поля	Датчики магнітного поля	Можливість визначення несправностей початкової стадії розвитку	Складність інтерпретації результатів діагностування
Тепловий	Температура поверхні генератора, темп нагріву / охолодження	Тепловізор, термоіндикатори	–	Недостатня інформативність
Віброакустичний	Віброприскорення	Датчики прискорення (акселерометри)	-	Складність інтерпретації результатів діагностування
Комп'ютерна діагностика	Коди несправностей	Сканер кодів несправностей	Простота	Неможливість визначення конкретних несправностей
Енергетичний (зняття струмошвидкісної характеристики)	Сила струму і напруга, струмошвидкісна характеристика	Спеціалізований стенд	Можливість визначення несправностей початкової стадії розвитку	Необхідність зняття з автомобіля, низька оперативність
Осцилографічний	Амплітудно-частотна характеристика вихідної напруги	Осцилограф	Оперативність, точність, можливість автоматизації	Недостатня вивченість методу

Висновки. Результати аналізу методів діагностування автомобільних генераторів показали, що найбільш ефективними в плані економічності, достовірності, оперативності та високої інформативності є осцилографічні методи.

Список літературних джерел

1. Аулін В. В. Удосконалення процесу технічного обслуговування автомобілів, використанням сучасних електронних методів діагностики / В.В. Аулін, С.В. Лисенко, Д.С. Панарін. – Вісник інженерної академії України №3-4 : 2013. – 151-157 с.
2. Бороденко Ю.М. Діагностика електрообладнання автомобілів / Ю.М. Бороденко, О.А. Дзюбенко, О.М. Биков: навчальний посібник. – Харків: ХНАДУ, 2014. –300с.

3. Диагностика и техническое обслуживание машин: учебник для студентов высш. учеб.заведений / А.Д. Ананьин, В. М. Михлин, И.И. Габитов и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. –432 с.
4. Загальні принципи діагностування електронних систем керування автомобіля: навч. посіб. і О.Ф. Дашенко, В.Г. Максимов, О Д. Ніцевич [та ін.]; за ред. М.Б. Конитчука. О. : Наука і техніка, 2012. 392 с.
5. Набоких, В.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Набоких. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 240 с.
6. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Изд-во «Майдан», 2014. - 516 с.
7. Пиндус Ю.І. Електричне та електронне обладнання автомобілів: навчальний посібник (частина I) / Ю.І. Пиндус, Р.Р. Заверуха – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – 145 с.
8. Пузаков А.В. Методика диагностирования автомобильных генераторов по параметрам выходного напряжения : дисс. ... канд. техн. наук / А. В. Пузаков. – Оренбург, 2016. – 158 с.
9. Пузаков А.В. Экспресс-метод диагностирования автомобильных генераторов /А.В. Пузаков, М.И. Филатов // Научное обозрение – 2015. – №16. – С. 190-199.
10. Соколов,Л.А. Совершенствование изделий автотракторного электрооборудования по результатам диагностирования дефектов в процессе производства и эксплуатации: дисс. ... канд. техн. наук / Л.А. Соколов. – М., 2010. – 108 с.
11. Тонких В.Г. Метод диагностики асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве на основе анализа параметров их внешнего магнитного поля: дисс. ... канд. техн. наук / В.Г. Тонких. – Барнаул, 2009. – 166 с.
12. Уве Рокош Бортовая диагностика. Перевод с нем. ООО «СтарСПб». – М.: ООО «Издательство «За рулем», 2013. – 224 с.
13. Федотов, А.И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении: учебник для студ. учреждений высш. образования / А.И. Федотов. – М.: Издательский центр «Академия», 2015. – 352 с.
14. Classic Car Automotive Electrical Systems - Part 2: How Generators and Alternators Work. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.secondchancegarage.com/public/91.cfm> (дата звернення 05.03.2020). – Назва з екрана.
15. Alternator and Generator Repair and Diagnosis. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://econofix.com/alt.html> (дата звернення 05.03.2020). – Назва з екрана.

Кашканов Віталій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Сульжук Анатолій Анатолійович – магістрант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: anat.sulzhuk1996@gmail.com

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ПРОХІДНОСТІ СУЧАСНИХ ПОЖЕЖНИХ АВТОЦИСТЕРН

В роботі розглянуто питання підвищення прохідності сучасних пожежних автоцистерн на базі шасі МАЗ в умовах бездоріжжя, які експлуатуються підрозділами аварійно-рятувальних формувань. З цією метою було запропоновано обладнати пожежні автоцистерни системою централізованого регулювання тиску в шинах. Вказане технічне рішення дозволить скоротити час подолання ділянок маршруту зі складними дорожніми умовами та зменшити сумарний час слідування пожежних автоцистерн до місця виклику

Вступ. Небезпечні події та надзвичайні ситуації, які виникають на території країн світу переважно пов'язані з пожежами [1]. З метою ліквідації пожеж залучаються сили та засоби з аварійно-рятувальних формувань (АРФ). На оснащенні підрозділів АРФ для цілей пожежогасіння перебувають різні засоби, зокрема пожежні автоцистерни (АЦ), пожежні насосні станції, рукавні пожежні автомобілі, протипожежна техніка на базі літальних апаратів і суден, а також інші спеціальні та допоміжні пожежні машини. Первинним тактичним пожежно-рятувальним підрозділом вважається пожежно-рятувальне відділення на основному пожежному автомобілі. Найбільш поширеним видом машин серед групи основних пожежних автомобілів є АЦ. У зв'язку із технічно та морально застарілим парком АЦ в підрозділах АРФ впродовж останніх років проводиться переоснащення їх новими зразками. Одними зі зразків нових пожежних машин є АЦ на базі шасі МАЗ-530905. Цими АЦ комплектуються як підрозділи АРФ в містах так і підрозділи АРФ в сільських населених пунктах. В процесі експлуатації було виявлено, що АЦ на базі шасі МАЗ-530905 характеризується низькою прохідністю в умовах бездоріжжя. Під час виникнення пожеж на відкритих територіях (горіння лісів, стерні на полях, сміттєзвалищ та ін.), а також будинків і споруд, які мають не облаштовані під'їзди часто виникають ситуації, коли АЦ не може швидко дістатися до місця проведення оперативних робіт. Названі ситуації супроводжуються зростанням часу вільного розвитку пожежі, що веде до зростання її площі та розміру збитків. Відповідно питання підвищення прохідності АЦ по бездоріжжю є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [2] проведено аналіз способів підвищення прохідності колісних транспортних засобів (КТЗ) під час їх переміщення по снігу. Серед основних способів підвищення прохідності розглядалися: ланцюги проти ковзання, ланцюгові та дискретні розширювачі коліс, встановлення на всі вісі автомобіля здвоєних коліс, застосування гібридного колісно-гусеничного рушія, застосування шин наднизького тиску. Дослідженнями було встановлено, що кожен зі способів, які розглядалися в роботі має свої переваги та недоліки. Загальним недоліком всіх способів є зниження швидкості руху КТЗ. Найбільш ефективним серед них вважається підвищення прохідності КТЗ шляхом застосування шин наднизького тиску. Застосування шин наднизького тиску в конструкції КТЗ також має ряд недоліків, а саме: погіршується стійкість автомобіля на дорозі через зміщення центру ваги вгору, а при пересуванні дорогами з твердим покриттям відбувається швидкий знос шин. Крім цього, при застосуванні шин наднизького тиску вантажопідйомність КТЗ обмежується до 2–3 т [3]. Згідно [3] збільшення числа осей при однаковій вантажопідйомності дозволяє знизити тиск в контактні коліс з ґрунтом, що дозволяє зменшити глибину колії та підвищити прохідність. З метою зменшення тиску на ґрунт та підвищення прохідності можуть також використовуватися шини збільшеного діаметру або широкі абочні шини і зчленована рама.

Прохідність КТЗ залежить також від наявності у конструкції його трансмісії механізму блокування диференціалу. Згідно [4] вмикання названого механізму у більшості конструкцій трансмісій відбувається лише за умови повної зупинки КТЗ, що негативно впливає на прохідність. В цій роботі було запропоновано конструкцію механізму блокування диференціалу, яка дозволяла виконувати його вмикання при рухові КТЗ. Ефективність такого технічного рішення оцінювалося за комплексним фактором прохідності, який враховував зниження продуктивності (за рахунок зменшення середньої швидкості руху і маси вантажу, який перевозиться) і погіршення паливної економічності (через зростання витрати палива) для транспортного засобу з існуючою конструкцією міжосьового диференціалу порівняно із запропонованою. За результатами досліджень було зафіксовано підвищення прохідності КТЗ із новою запропонованою конструкцією міжосьового диференціалу порівняно з існуючою.

В роботі [5] пропонується конструкція швидкознімного протибуксувального пристрою, який монтується на шині. Вказаний пристрій може бути забезпечений ґрунтозацепом (траком) або стрічкою проти ковзання. Монтаж цього пристрою на шини дозволяє підвищити швидкість КТЗ в складних дорожніх умовах на 9–12 %, знизити витрату палива на 5–12 % та підвищити тягово-зчіпні властивості на 15–20 %. На жаль, в роботі відсутні відомості про те, як було проведено оцінку ефекту від використання запропонованої конструкції швидкознімного протибуксувального пристрою, що викликає сумнів у достовірності цих даних. Крім цього, у роботі [5] не було досліджено вплив від використання запропонованого пристрою на тривалість експлуатації шин.

В роботі [6] наведені результати експериментально-теоретичних досліджень опорної прохідності багатовісних КТЗ під час їх переміщення по різних типах дорожнього покриття. З метою проведення досліджень було сконструйовано дослідний зразок багатовісного КТЗ з регульованою ходовою частиною. Конструкція ходової частини дослідного зразка дозволяла змінювати колісну формулу і відношення колісної бази до колії, здійснювати рух з різними радіусами повороту, змінювати тиск в шинах, встановлювати здвоєні колеса і засоби підвищення прохідності, а також широкопрофільні шини та легкі гусениці. В процесі дорожніх випробувань по різних типах дорожнього покриття і при різних варіантах ходової частини дослідного зразка багатовісного КТЗ визначалися сила опору рухові та сила тяги по зчепленню. За результатами досліджень було встановлено, що величина коефіцієнту опору руху і сила тяги по зчепленню практично не залежить від колісної формули і коефіцієнта бази, а натомість суттєво залежать від тиску повітря в шинах. На деформованих ґрунтах під час зниження тиску в шинах з 0,25 до 0,05 МПа відбувається зростання коефіцієнта зчеплення на 10–30 % на дерні, на 10–20 % на піску і на 10 % на снігу. Застосування двоскатного колісного рушія для покращення прохідності не перспективно на КТЗ, які обладнані шинами з регульованим тиском. Зі зміною тиску повітря в шинах для двоскатного варіанта показник прохідності практично не змінюється, тоді як для односкатного варіанта має місце зростання його при зниженні тиску.

З метою підвищення прохідності КТЗ по дорогах з ожеледицею в роботі [7] пропонується пристрій руйнування льоду теплотою відпрацьованих газів двигуна, що реалізується встановленням на вихлопну трубу вузла розподілу відпрацьованих газів в складі патрубків центрального, лівого і правого бортів, усередині яких на спільній вісі закріплені заслінки. Принцип роботи пристрою полягає у тому, що під час руху КТЗ по дорогах з ожеледицею, через розподільчий вузол та гнучкі металорукава на кінцях яких закріплені сопла перед ведучими колесами подається потік розігрітих відпрацьованих газів двигуна, які дозволяють розтопити лід. Використання на практиці запропонованої в цій роботі системи може обмежуватися тим, що виробники КТЗ не дозволяють стороннього втручання в конструкцію системи випуску відпрацьованих газів. Крім цього, вказана система не вирішує проблему загального підвищення прохідності КТЗ при його рухові по непідготовленому дорожньому покриттю.

В роботі [8] з метою підвищення прохідності КТЗ розглядається використання ланцюгів проти ковзання, які одягаються на ведучі колеса. Серед недоліків під час застосування такого

способу підвищення прохідності відмічається зниження швидкості руху КТЗ, а також необхідність проведення попереднього монтажу ланцюгів проти ковзання на ведучі колеса, що супроводжується значними затратами часу (часом до 40 хвилин). В цій роботі також було встановлено, що на прохідність КТЗ впливає такий фактор як рівень підготовки водія та його манера водіння.

Залежно від тиску повітря в шині змінюється площа контакту з опорною поверхнею, що впливає на глибину створюваної колії і, відповідно, це впливає на прохідність КТЗ. Під час зниження тиску в шинах до мінімально допустимого на конкретному типі дорожнього покриття, що може досягатися в окремих моделях КТЗ наявністю централізованої системи регулювання тиску в шинах, відбувається підвищення зчіпних властивостей колеса. Згідно [9] через особливості конструкції КТЗ навантаження нерівномірно розподіляється по його осям, а тому кожне з коліс чинить різний тиск на дорожнє покриття, що необхідно також враховувати при регулюванні тиску в шинах. Відповідно в роботі [9] для цього пропонується використовувати систему децентралізованого регулювання тиску в шинах.

В роботі [10, 11] відмічається, що підвищення прохідності КТЗ, які створюються для потреб сільського та лісового господарства досягається за рахунок застосування колісної формули 6x4, зниження навантаження на ведучі мости до 18–19 т та встановлення здвосних коліс на ведучі мости. З метою підвищення прохідності КТЗ з базовим шасі МАЗ під час експлуатації його в умовах бездоріжжя пропонуються встановлення гідравлічного приводу для передніх керованих коліс. Вказане технічне рішення ускладнює в цілому конструкцію КТЗ, а також веде до зростання його повної маси. Підвищити прохідність КТЗ на дорогах з ожеледицею, а також під час руху по сніговим заметам рекомендується за рахунок встановлення розширювачів коліс, сегментних ланцюгів та ланцюгів проти ковзання.

Таким чином, відомо достатньо багато різних способів підвищення прохідності КТЗ в умовах бездоріжжя. Кожен з цих способів має свої переваги та недоліки і обирається залежно від умов експлуатації та технічних можливостей встановлення на певну модель КТЗ. Відповідно існує проблема, яка полягає у необхідності пошуку шляхів підвищення прохідності АЦ на базі шасі МАЗ з урахуванням особливостей конструкції відповідної моделі та особливостей процесу реагування підрозділів АРФ на виклики.

Метою дослідження є аналіз шляхів підвищення прохідності сучасних АЦ базі шасі МАЗ в умовах бездоріжжя.

Основні результати дослідження. Перш ніж перейти до розгляду можливих шляхів підвищення прохідності сучасних АЦ базі шасі МАЗ необхідно розглянути їх технічні характеристики. На базі шасі МАЗ-530905 побудовано дві пожежні АЦ, які мають схожі технічні характеристики – АЦ-4-60(530905)505М (рис. 1) та АЦ-4-60(530905)515М (рис. 2).

Основними характеристиками цих АЦ є наступні: повна маса – не більше 19000 кг; розподіл повної маси по осях на передню – не більше 8000 кг, а на задню – не більше 11000 кг; колісна формула – 4x4.1 (колеса другої осі односкатні); колісна база – 4400 мм; ведучі мости обладнані механізмом блокування диференціалу; розмір шин – 395/85R20, протектор шини – позашляховий; місткість цистерни для води – 4000 л; місткість пінобаку – 400 л; модель пожежного насосу – ПН-60Б-Р-Р; АЦ обладнані стаціонарним лафетним стволем. Під час експлуатації в підрозділах АРФ АЦ-4-60(530905)505М одним із її основних недоліків виявився габаритний розмір по висоті, який складав – 3640 мм, тому висоту АЦ-4-60(530905)515М було знижено на 240 мм. Вказаний недолік пов'язаний з тим, що нова АЦ на базі МАЗ-530905 не могла через свій габарит по висоті потрапити через в'їзні ворота до гаражу багатьох підрозділів АРФ, а також проїхати, наприклад, під деякими мостами.

Розглянемо можливі шляхи підвищення прохідності АЦ на базі МАЗ-530905, які вже експлуатуються підрозділами АРФ.



Рисунок 1 – Пожежна автоцистерна АЦ-4-60(530905)505М



Рисунок 2 – Пожежна автоцистерна АЦ-4-60(530905)515М

Особовий склад підрозділів АРФ найчастіше пересувається на АЦ по дорогах з твердим покриттям і рідко в умовах бездоріжжя, а тому використання шин наднизького тиску спричинить погіршення керуваності та зниження швидкості руху автомобіля, чого допускати не можна. Встановлення розширювачів коліс, сегментних ланцюгів або ланцюгів проти ковзання може бути проведено або попередньо в гаражі підрозділу АРФ, або під час виїзду безпосередньо перед проходженням ділянки шляху з відсутністю, або погіршеним станом дорожнього покриття. Пересування АЦ по ділянці дороги з твердим покриттям, за умови встановлення цих технічних засобів підвищення прохідності, сприятиме руйнуванню дорожнього покриття і спричинить зниження швидкості руху. Варіант встановлення вказаних раніше технічних засобів в процесі виїзду підрозділу сприятиме значному зростанню часу прямування до місця виклику, що буде пов'язано з часом, затраченим особовим складом на їх монтаж на колеса. Встановлення на задньому ведучому мості спарених коліс стане причиною зростання габариту АЦ по ширині і спричинить зниження її профільної прохідності. Найбільш дієвим заходом, який дозволить підвищити прохідність АЦ, можна вважати обладнання їх централізованою системою регулювання тиску в шинах. Це дозволить підвищити зчпні

властивості колеса з відповідним дорожнім покриттям і, відповідно, опорну прохідність. Указане рішення є достатньо матеріально затратним, але лише воно дозволить не погіршити технічні характеристики АЦ і підвищити швидкість руху в умовах бездоріжжя.

Висновок. Таким чином, основний шлях підвищення прохідності сучасних АЦ на базі МАЗ-530905, враховуючи результати проведеного в роботі аналізу, полягає у обладнанні їх системою централізованого регулювання тиску в шинах. Указане технічне рішення можна пояснити тим, що ці АЦ вже експлуатуються АРФ, а тому інші варіанти підвищення прохідності або не можуть бути застосованими через особливості процесу реагування підрозділів та стануть причиною зростання часу прямування (встановлення шин наднизького тиску, розширювачів коліс, сегментних ланцюгів та ланцюгів проти ковзання), або є більш технічно складними, вартісними і малоефективними.

У подальшому планується провести дослідження з метою формування технічних вимог до конструкції нових АЦ з метою усунення виявлених в процесі експлуатації недоліків існуючих моделей.

Список літературних джерел

1. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S. V., Wagner P. World Fire Statistics // Center of Fire Statistics. 2019. №24. URL: https://www.ctif.org/sites/default/files/2019-04/CTIF_Report24_ERG.pdf (Last accessed: 25.03.2020).
2. Аникин А. А., Донато И. О., Котляренко В. И. Применение некоторых типов средств повышения проходимости при движении колесных машин по снегу. Журнал автомобильных инженеров. 2008. № 3(50). С. 42–43.
3. Плиев И. А., Сайкин А. М., Коршунов Г. В., Архипов А. В. Автотранспортные средства для бездорожья – проблемы и решения. Журнал автомобильных инженеров. 2011. № 5(70). С. 46–47.
4. Исабеков А. С., Свиридов Е. В. Способ повышения проходимости и подвижности транспортных средств специального назначения. Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2014. Т. 1. С. 104–107.
5. Горшков Ю. Г., Старунова И. Н., Калугин А. А. Противобуксовочное устройство для повышения проходимости колесных машин. Вестник Челябинской Государственной агроинженерной академии. 2013. Т. 66. С. 35–41.
6. Барахтанов Л. В., Беляков В. В., Галкин Д. А., Зайцев А. С., Зезюлин Д. В. Экспериментально-теоретические исследования опорной проходимости многоосных колесных машин. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2012. № 3(96).
7. Божок А. М., Дуганець В. І., Майсус В. В., Олексійко С. Л., Пукас В. Л. Підвищення прохідності транспортних засобів з використанням теплоти димових газів двигунів. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2016. Вип. 25. С. 91–98.
8. Гончаров И. Н., Смиловенко О. О. Системный анализ факторов, влияющих на проходимость пожарного аварийно-спасательного автомобиля. Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2019. Т. 3. № 1. С. 46–52.
9. Усиков В. Ю. Децентрализация регулирования давления воздуха в шинах как направление повышения проходимости автомобилей многоцелевого назначения. Национальные приоритеты России. 2014. № 2(12).
10. Бобровник А. И. Повышение проходимости автомобиля МАЗ при эксплуатации в лесном хозяйстве. Изобретатель. 2014. № 6. С. 37–41.
11. Бобровник А. И. Повышение проходимости автомобиля МАЗ сельскохозяйственной модификации. Наука и техника. 2014. № 4. С. 71–82.

Коваленко Роман Іванович – к.т.н., старший викладач кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки, Національний університет цивільного захисту України, e-mail: pandora.kr@ukr.net

Колесников В. А., к.т.н., доц.

НЕКОТОРЫЕ МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ И СПЛАВОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЙ И ЭНЕРГОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ОТРАСЛЕЙ. ЧАСТЬ 2

В работе в краткой форме рассмотрены некоторые аспекты, которые относятся к механической обработке сталей и касаются транспортных и энергомашиностроительных отраслей. Акцентировано внимание на использовании морфологии стружки в качестве информационного критерия, позволяющего учитывать разрушение материала и корректировать технологические процессы

В работе продолжена систематизация материала, касающегося механической обработки материалов [1]. Обработка материалов резанием для большинства отраслей продолжает оставаться актуальной и в настоящее время [2-17]. В частности, в автомобильной отрасли, несмотря на применение новых материалов и технологий [18-21], механическая обработка, широко используется и совершенствуется одновременно с развитием научных представлений в этой области.

Целью работы являлось, сделать краткий анализ достижений в области прикладного материаловедения для механической обработки сталей и сплавов, применяемых в автомобильной и энергомашиностроительных отраслях.

Сейчас в высоко развитых странах происходит переход к четвертой промышленной революции (The Fourth Industrial Revolution), вполне очевидно, что эта тенденция коснется и автомобильной отрасли [22].

Детали автомобиля изготавливают из разных сталей, сплавов и материалов (рис. 1, 2) [23, 24]. Кузовные детали первоначально изготавливают с применением технологий: литья, обработки давлением, сварки и они обладают разными прочностными характеристиками.

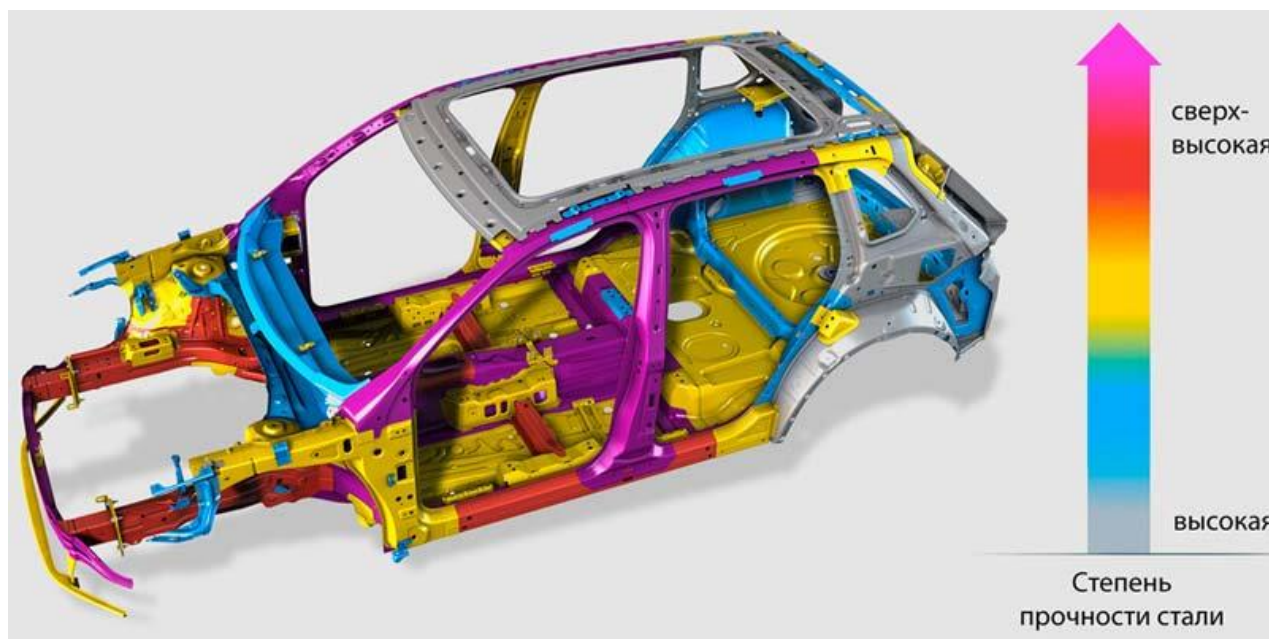


Рисунок 1 – Распределение степени прочности сталей, применяемых в кузове автомобиля [23]



Рисунок 2 – Материалы, используемые при изготовлении кузова седана Audi A8 нового поколения [24]

В автомобиле имеются детали, которые также необходимо подвергать механической обработке, как в процессе изготовления, так и ремонта. Предпочтение отдавалось низкоуглеродистым листовым сталям, однако, они обладают низкой коррозионной стойкостью. На смену им пришли TWIP стали с содержанием марганца до 20%, что позволило увеличить предел прочности до 1300 МПа и выше (для предыдущего вида сталей этот показатель равнялся 210 – 550 МПа), а относительное удлинение до 70%.

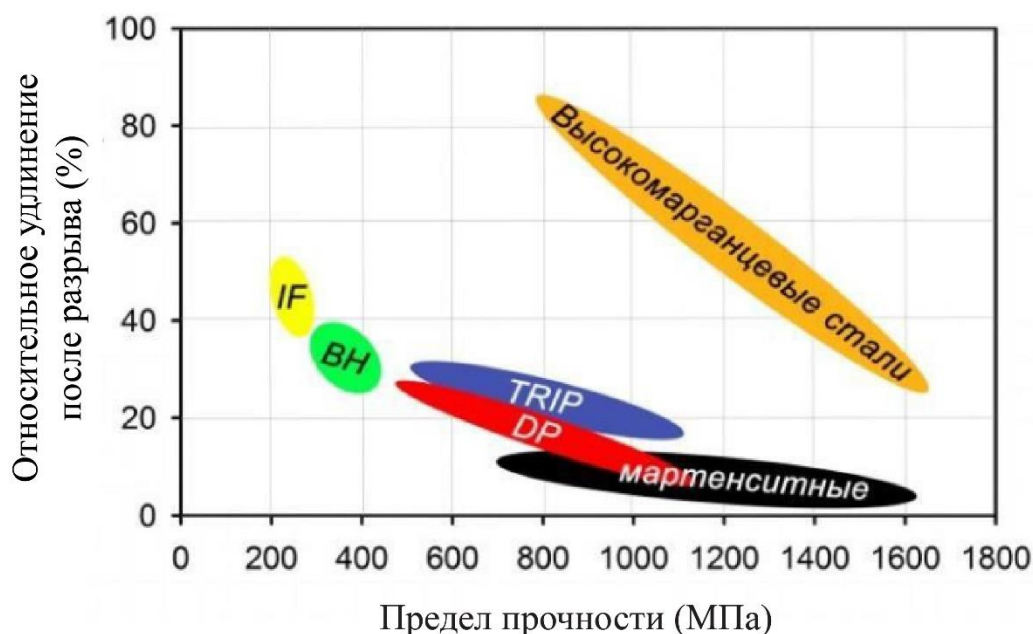


Рисунок 3 – Диаграмма распределения различных конструкционных сталей по соотношению пластичности и прочности (IF – стали, свободные от атомов внедрения, DP – Dual-phase steel: двухфазные феррито-мартенситные или феррито-бейнитные стали); BH – Bake-hardening steels: стали, упрочняемые сушкой лакокрасочного покрытия [25]

Применение новых видов сталей и сплавов, меняет технологические процессы механической обработки. Одним из индикаторов, который позволяет оценить вид, и характер разрушения обрабатываемого материала может выступать морфология стружки.

Одним исследователей, который занялся изучением процессов стружкообразования был профессор И.А. Тиме. Он в 1870 году, начал проводить эксперименты в Луганске. Его классификация стружки, оказалась достаточно удачной и конкретной и сохранилась до настоящего времени. Согласно этой классификации по внешнему виду и внутреннему строению при резании конструкционных сталей стружка бывает следующих типов: сливная, элементная, суставчатая и надлома.

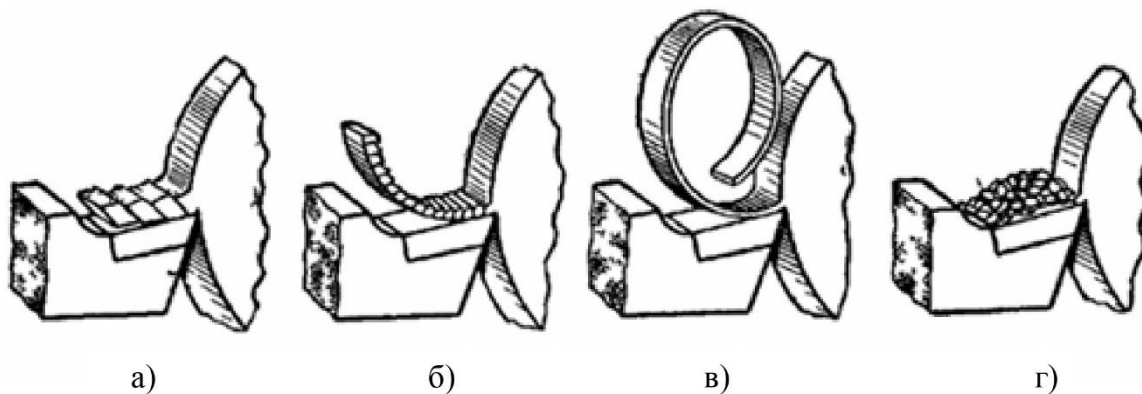


Рисунок 4 – Типы стружек, образующихся при резании металлов: а – сливная; б – элементная; в – суставчатая; г – надлома [26-28]

При обработке резанием превращение срезаемого слоя в стружку является одной из разновидностей процесса пластического деформирования материала, изменение под действием внешних сил формы материала без его разрушения. Срезаемые стружки имеют различные вид и форму которые зависят от химического состава, структурно-фазового строения сплава, режимов резания, геометрии режущего инструмента, использования СОЖ (смазывающей охлаждающей жидкости) во время технологического процесса и пр. Основными факторами, влияющими на форму стружки, являются подача и глубина резания. Глубина резания также влияет на ширину стружки, а, следовательно, и на ее форму. Некоторые обобщения приведены в таблице на рис. 5 [28].



Рисунок 5 – Факторы, влияющие на стружкообразование [28]

Считается [28], что при механической обработке хрупких материалов (бронза, чугун, различные виды сталей и сплавов), образуется стружка в виде отдельных мелких кусочков неправильной формы (рисунок 4, г) такая стружка называется стружкой надлома. При обработке пластичных металлов (некоторые виды сталей, алюминий), отдельные элементы не отделяются друг от друга и стружка сходит с резца в виде ленты, завивающейся в спираль (рисунок 4, в), такая стружка называется сливной. При обработке металлов средней твердости образуется ступенчатая стружка (рисунок 1,б), она состоит из отдельных элементов, соединенных между собой. Внутренняя поверхность такой стружки (обращенная к резцу) гладкая, а внешняя сторона ступенчатая. При обработке металлов средней твердости с очень малой скоростью резания образуется элементная стружка (рисунок 4,а), она состоит из отдельных деформированных элементов на связанных между собой.

Обеспечить образование короткой и легко удаляемой стружки очень важно при высоких режимах резания, когда в единицу времени образуется большой объем стружки и необходимо обеспечить безостановочную работу оборудования и безопасность обслуживающего персонала.

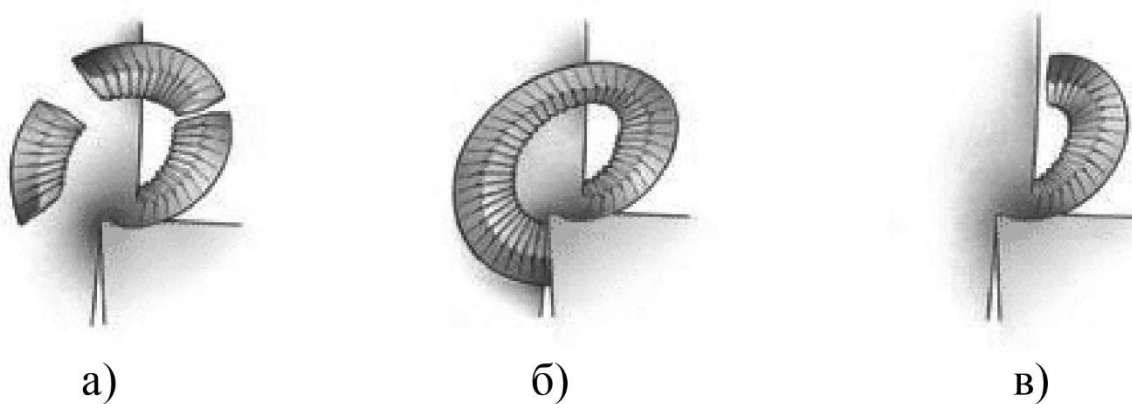


Рисунок 6 – Схемы разрушения стружек [28]

Широко известны четыре основных вида стружколомания [28]:

- стружка ломается в процессе резания, вследствие правильно выбранным для данного обрабатываемого материала геометрии инструмента и параметрам режима резания (а).
- стружка ломается от соприкосновения с задней поверхностью режущей пластины или корпуса резца. Такой метод, хотя и приемлем в ряде случаев, может привести к поломке режущей пластины (б).
- стружка ломается при контакте с обрабатываемой деталью, а это может привести к увеличению шероховатости обрабатываемой поверхности поэтому чаще всего данный способ неприемлем (в).
- стружка ломается о специальный стружколом, который прикреплен на станок или режущий инструмент (д).

Интересен патент [30] по определению оптимальной скорости резания. Это изобретение касается области обработки металлов резанием, при обработке жаропрочных сплавов на никелевой основе для твердосплавного инструмента. По результатам кратковременных экспериментов определяют температуру резания, при которой происходит изменение вида стружки из сливной в элементную (рис. 7). На графике (рис. 8а) зависимости температуры резания от скорости резания по этой температуре назначают (определяют) оптимальную скорость резания. В итоге технический результат заключается в сокращении трудоемкости определения оптимальной скорости резания на основе стандартных кратковременных экспериментов при обработке жаропрочных сплавов на никелевой основе для твердосплавного инструмента.

Одним из основных критериев, позволяющих корректировать технологический процесс является морфология стружки (рис. 7).








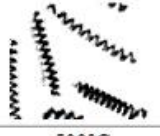


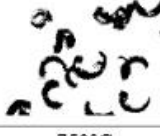
Характеристика стружки	Элементарная 1 завиток	Суставчатая 1 завиток	Суставчатая $l \leq 50$ мм	Сливная спиральная $l \geq 50$ мм
$S=0,52$ мм/об				
Температура резания θ °C	275°С	300°С	360°С	400°С
Характеристика стружки	Сливная спиральная $l \geq 50$ мм	Сливная спиральная $l \geq 50$ мм	Сливная спиральная $l \geq 50$ мм	Сливная ленточная
$S=0,52$ мм/об				
Температура резания θ °C	440°С	450°С	460°С	480°С
Характеристика стружки	Сливная спиральная $l \geq 50$ мм	Суставчатая $l \leq 50$ мм 1-5 завитков	Элементарная 1 завиток	Элементарная 1 завиток
$S=0,52$ мм/об				
Температура резания θ °C	500°С	600°С	670°С	750°С

Рисунок 7 – Изменения видов стружки при обработке стали 12Х2НВФМА, резцом из твердого сплава: $VK8$ $\gamma=10^\circ$, $\alpha=10^\circ$, $\lambda=0^\circ$, $\phi=45^\circ$, в зависимости от температуры резания [30]

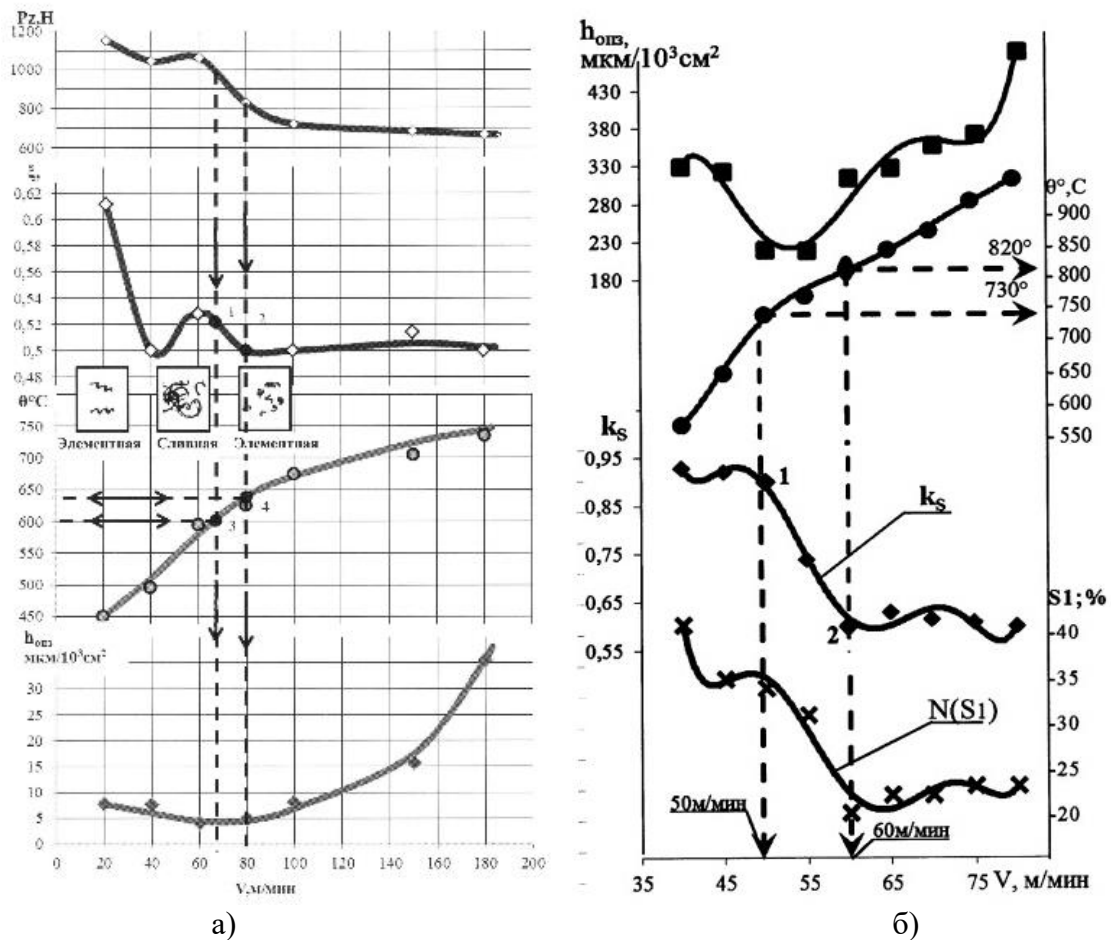


Рисунок 8 – График зависимости температуры резания от скорости резания

Также интересен патент этих же авторов [31] по определению оптимальной скорости резания. По результатам кратковременных испытаний определяют температуру резания, при которой происходит изменение коэффициента «сплошности» стружки. На графике зависимости температуры резания от скорости резания по этой температуре определяют оптимальную скорость резания. Достигается сокращение трудоемкости определения оптимальной скорости резания.

После каждого эксперимента происходит смена режущей пластины и полученную стружку собирают и в лаборатории определяют коэффициент «сплошности» стружки K_s , из отношения площади сплошного слоя стружки к максимальной площади поперечного сечения стружки в этом сечении

$$K_s = \frac{S_2}{S_1}, \quad (1)$$

где S_1 – максимальная площадь поперечного сечения стружки; S_2 – площадь сплошного слоя стружки, как правило, сплошной слой стружки обуславливается четкой зернистостью (фасетками) в отличие от остальной сглаженной поверхности, как показано на рис. 9.

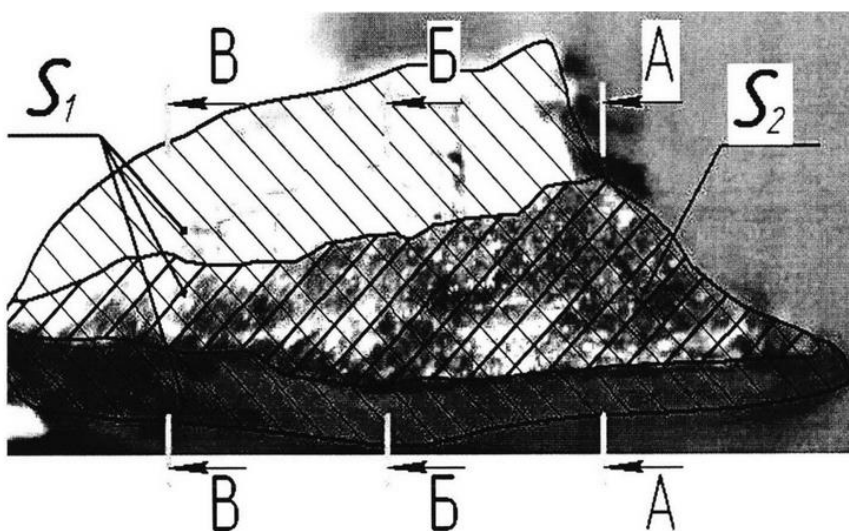


Рисунок 9. Фотография части стружки для дальнейшего исследования [31]

Пользуясь оптическими приборами, производятся фрактограммы разрушения стружки, изображения которых в графической вычислительной программе КОМПАС - 3D V13 делят на общий профиль стружки и профиль сплошного слоя, как показано на рис. 9. По общему контуру и контуру сплошного слоя стружки наносится сплошная линия, далее в этой же программе производится измерение площадей стружки и расчет коэффициента «сплошности».

Полезность фрактограммы определяется той информацией, которая может быть получена при ее изучении. По фрактограмме можно судить об условиях нагружения, влиянии температуры и внешней среды, очаге разрушения и процессе роста трещины до окончательного разрушения.

По результатам эксперимента строится общий графики зависимостей нагрузки на шпиндель, коэффициента «сплошности» K_s и температуры резания θ , относительного износа по задней поверхности $h_{\text{отз}}$ от скорости резания V (рис. 8б).

Анализ данных, полученных при эксперименте, позволил выявить общую закономерность изменения коэффициента «сплошности» стружки в зависимости от температурного диапазона (рис. 10):

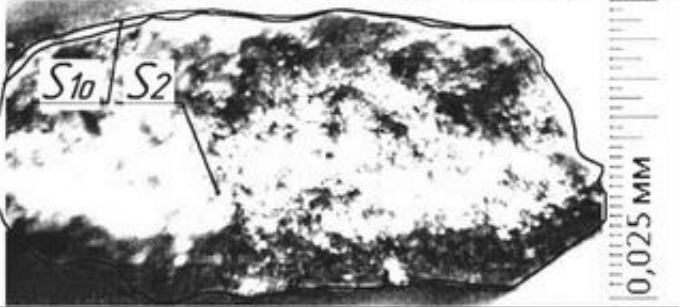
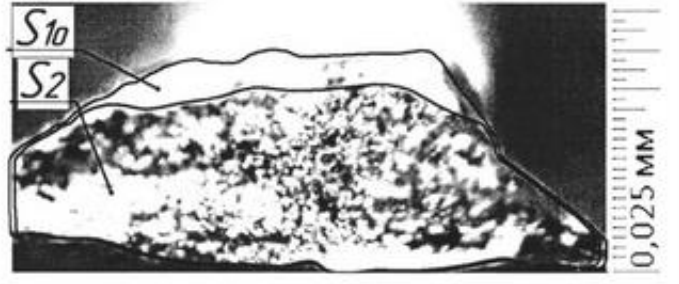

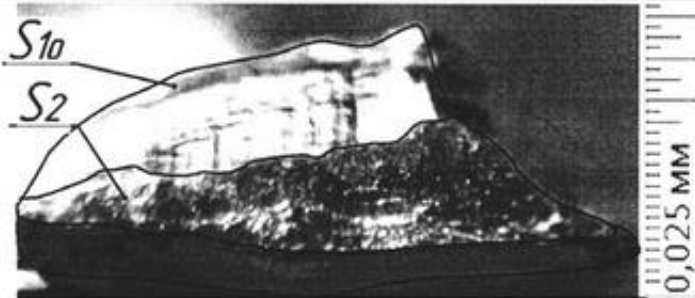
Сталь ЭП33ВД (10X11H23T3MP) Разрушение стружки и вид стружки		Коэффициент сплошности k
	V=5 м/мин; θ= 560°С; Сливная	$S_1=1,1315 \text{ мм}^2$ $S_2=1,1500 \text{ мм}^2$ k=0,98
	V=50 м/мин; θ=760°С; Суставчатая	$S_1=0,6521 \text{ мм}^2$ $S_2=0,7443 \text{ мм}^2$ k=0,87
	V=76 м/мин; θ=860°С; Элементная	$S_1=0,2775 \text{ мм}^2$ $S_2=0,6355 \text{ мм}^2$ k=0,44
	V=148 м/мин; θ=1040°С; Элементная	$S_1=0,2975 \text{ мм}^2$ $S_2=0,7159 \text{ мм}^2$ k=0,41

Рисунок 10 – Изменения коэффициента «сплошности» стружки и видов стружки при обработке стали 10X11H23T3MP, резцом из твердого сплава ВК8: $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\phi = 45^\circ$, в зависимости от температуры резания:

- температурный диапазон от 20°С до 300°С – коэффициент «сплошности» стружки 0,4 – стружка элементная;
- температурный диапазон от 400°С до 500°С – коэффициент «сплошности» стружки 0,8 – стружка суставчатая;
- температурный диапазон от 600°С до 700°С – коэффициент «сплошности» стружки 1 – стружка сливная;

температурный диапазон от 700°C до 800°C – коэффициент «сплошности» стружки 0,8
– стружка суставчатая;
температурный диапазон от 800°C до 900°C - коэффициент «сплошности» стружки 0,4
– стружка элементная.

По результатам точения обрабатываемого материала и измерений температуры резания необходимо стремиться к той температуре, при которой коэффициент «сплошности» стружки меняет свое значение от 1 (точка 1, рис. 8б) резко снижается до 0,5 (точка 2, рис. 10), эта температура резания - в диапазоне от 730°-820°C, а оптимальная скорость резания будет равна скоростному диапазону 50-60 м/мин.

При точении стали 10X11H23T3MP минимум интенсивности износа резца ВК8 наблюдается при температуре резания 730-820°C и скорости резания 50-60 м/мин.

Таким образом, наглядно видно практическое соответствие оптимальной температуры резания температуре, при которой коэффициент «сплошности» стружки меняет свое значение от 1 резко снижается до 0,5 стружка из сливной переходит в элементную.

Автор данной публикации также принимал участие в исследовании обработки резанием стали 10X11H23T3MP (другие обозначения: ЭП33, ЕП33, Х12Н22Т3МР, ЭП33 -ВД, 10X11H23T3MP-ВД) [32]. Из данной стали изготавливают: пружины и детали крепежа с ограниченным сроком работы при температурах до 700 °С, сталь относится к аустенитному классу [33]. Пружины и разные элементы с пружинящими свойствами, применяемые, в основном, в приборо- и машиностроении, изготавливаются из особо прочного полуфабриката — стальной пружинной проволоки. Стали с интерметаллидным упрочнением 10X11H20T3P, 10X11H23T3MP после закалки и старения получают структуру легированного аустенита с включениями дисперсных интерметаллидов (Fe₃Ti, Ni₃Ti, и др.), когерентно связанных с решеткой - твердого раствора. Жаропрочность должна сохраняться до 750...800°C [34].

Стружку получали (рис. 11), отрезая на токарно-винторезном станке модели МК 6141 от заготовки цилиндры диаметром 28 мм, толщиной 4 мм. Резец оснащен твердосплавной пластиной ВК-6, скорость оборотов 315 об/мин, а подача 0,1 мм. Для создания равных условий точения резец затачивали и выставляли одинаковый угол между ним и заготовкой. В ряде экспериментов проводили исследования: при резании на сухо, с водой, смазывающими охлаждающими жидкостями (СОЖ) на нефтяной основе, добавлением рапсового масла, подсолнечного масла [2 - 12].

Параметры микроструктуры стали определяли на микроскопе ЛОМО ЕС МЕТАМ РВ 21. Для получения микрошлифов использовали травление 4% раствором азотной кислоты. Особенности морфологии стружки изучали на микроскопе ZEISS Stemi 2000C. Оба микроскопы оснащены камерой SIGETA International Color Digital Camera MCMOS 5100 5.1 MP.1.

На рис. 11 приведена фотография стружки стали 10X11H23T3MP (скорость оборотов: 315 об/мин, а подача 0,1 мм). В качестве охлаждающей жидкости подавали воду. Цифрами обозначено: 1 – наиболее длинная стружка; 2 – фрагмент стружки, 3 – цилиндрический фрагмент на котором видна поверхность после механической обработки. На поверхности присутствуют «приваренные» частички, которые образовались вследствие повышенных температур и деформаций. В процессе механической обработки может сформироваться сплошная – сливная стружка, а также часть стружки (как это показано на рисунке) может отделиться по разным причинам (например, благодаря взаимодействию заготовки и стружколома). Также, если будет проводиться ремонтные работы с деталями из подобной стали, то вследствие деградации или старения материала, стружка будет иметь другой вид.

На рис. 12а поверхность резания после механической обработки. Цифрами разные зоны повреждаемости: *I* - зона с сильно деформированной поверхностью из которой отделилась часть материала. *II* - зона в которой присутствует углубленная «борона» возможно это след материала крупной стружки. *III* - зона с наплывами и наростами, возможно результат интенсивных деформационных и термических процессов (повышенных температур).

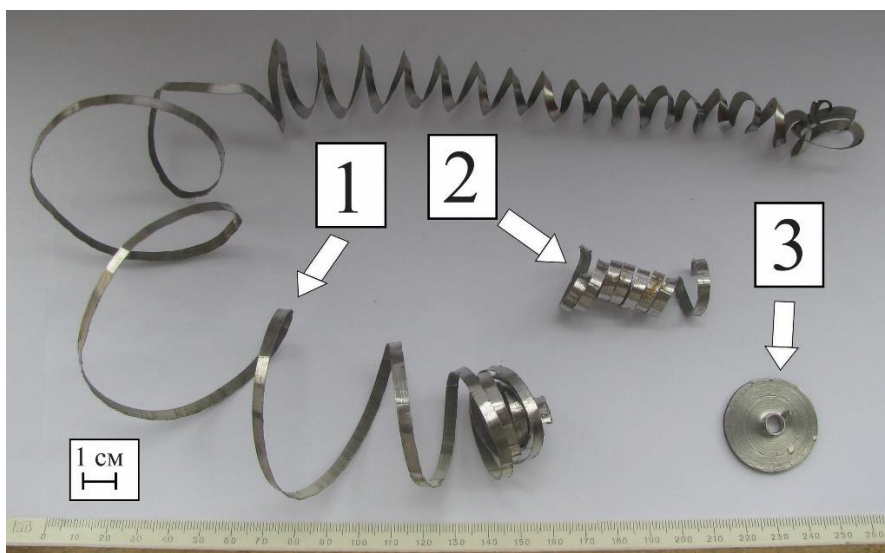


Рисунок 11 – Внешний вид стружки стали 10X11H23T3MP (скорость оборотов 315 об/мин, подача 0,1 мм). В качестве охлаждающей жидкости подавали воду

На рис. 12б приведена визуализация 3D поверхности после механической обработки. Изображение повернуто также, как и поверхность резания на рис. 12а.

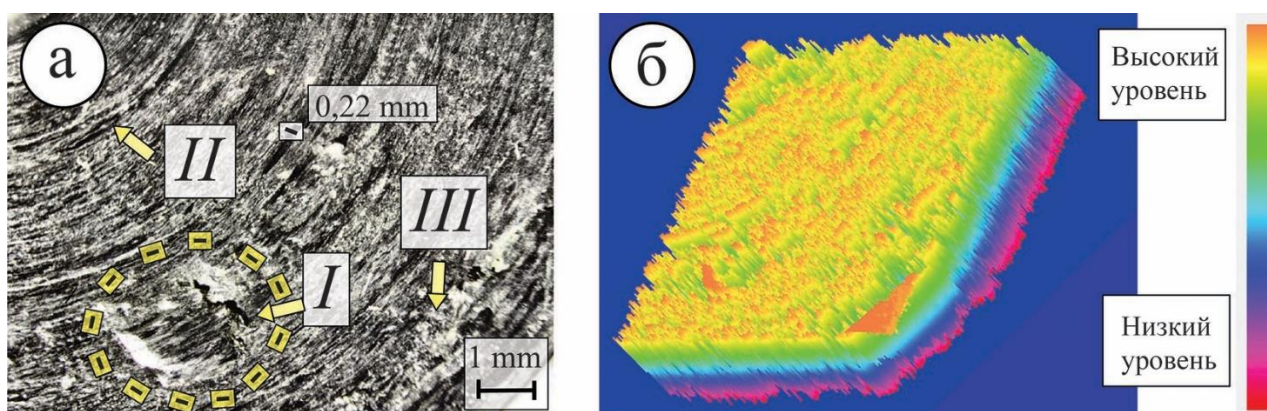


Рисунок 12 – Поверхность резания – а. 3Д реконструкция и визуализация поверхности резания, реализованная с помощью компьютерной программы (где: исходная длина волны — 336; длина волны излучения — 482; далее в зависимости от перемещения по шкале соотношения для цветов изменяются) – б

В настоящее время многие детали, к которым предъявляют повышенные требования по жаростойкости, изготавливаются из труднообрабатываемых сплавов, обладающих повышенными вязкопластическими свойствами. Механическая обработка данных деталей вызывает ряд трудностей при назначении технологических режимов обработки и подбора геометрии режущей части инструмента. Поэтому для дальнейшей оптимизации будут по мере возможности применяться методы компьютерного моделирования как это показано в работах [35, 36, 37].

Выводы. Акцентируется внимание на некоторых аспектах, связанных с механической обработкой сталей и сплавов применяемых в автомобильной отрасли и энергомашиностроении. Приведены некоторые виды классификации стружки, а также некоторые примеры применения морфологии стружки для оптимизации технологических процессов. Приведены фотографии стружки стали 10X11H23T3MP (ЭП33), которая имеет широкое применение в энергомашиностроении.

Список літературних джерел

1. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83. Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Valerii_Kolesnikov/publication/332466875_Kolesnikov_VA_Nekotorye-materialovedcheskie-aspekty-pri-mehanicесkоj-obrabotke-stalej-i-splavov-dla-transportnoj-otrasli-Cast-1-Materiali-VII-i-Miznarodnoi-naukovo-tehnicnoi-internet-konferencii-Proble-links/5cb71be8a6fdce1/Kolesnikov-VA-Nekotorye-materialovedcheskie-aspekty-pri-mehanicесkоj-obrabotke-stalej-i-splavov-dla-transportnoj-otrasli-Cast-1-Materiali-VII-i-Miznarodnoi-naukovo-tehnicnoi-internet-konferencii.pdf Режим доступу: <http://dspace.luguniv.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3790/1/175.%20Kolesnikov%20P.%2072%20-%2083.pdf>
2. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/19815/materialy2016-67-73.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
3. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) С10М 173/00, С10М 133/06 (2006.01), С10М 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016. Бюл.№9. - 4 с. Режим доступу: <http://uapatents.com/6-106988-koncentrat-zmashhuvalno-okholodzhuyucho-ridini-dlya-mekhanichno-obrobki-metaliv.html>.
4. Balitskii A., Nawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-cieczy-smarujaco-chlodzacych.html>.
5. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тези доповідей 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331413198_Doslidzenna_vplivu_zmasuvalno-oholodzuvalnih_ridin_na_obrobluvanist_visokomicnih_metaliv_O_Balickij_M_Gavriluk_V_Kolesnikov_Tez_dop_5-oi_Miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Teoria_ta_praktika_ra
6. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2018". 5 - 6 червня 2018 р., м. Львів. С. 328 - 331. Режим доступу: http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2018/Chapter_04/328_Kolesnikov.pdf.
7. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Nawrilyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84953347662&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm=>
8. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В. Екологічно чиста змащувально-охолоджувальна рідина для механічної обробки сталі: тези доповідей 12-го Міжнар. симп.

- українських інженерів-механіків у Львові м. Львів, 28-29 травня 2015 р. Львів, 2015. С. 80-81. Режим доступу: http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/4345/1/Tezy_ISUMEL-12.pdf
9. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkola Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176. URL: http://www.mechanik.media.pl/pliki/do_pobrania/artykuly/22/21_168_176.pdf.
10. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Mechanik. – 2015. – N 8-9.–S.722 (168-176).DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.424. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/efektywnosc-olejow-roslinnych-jako-cieczy-smarujaco-chlodzacych-w-obrobce-skrawaniem-stali-wirnikowych.html>.
11. Еліаш Я. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В., Балицька В. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія “Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів” / За загальною редакцією С. Бойченка – Центр учбової літератури. Київ, 2017. – С. 418 - 422. Режим доступу: http://researchworker.ucoz.ru/load/ekologichno_chisti_zmashhuvalno_okholodzhujuchi_ridini_na_bazi_roslinnikh_olij/1-1-0-165.
12. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7. Режим доступу: URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069729621&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=#references>
13. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607. Режим доступу: <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>
14. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27. [10.1109/ELIT.2019.8892275](https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892275)
15. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив модифікування сталі 38ХНЗМФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. *Фізико - хімічна механіка матеріалів*. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/337922571_Balickij_OI_Kolesnikov_V_O_Gavriluk_M_R_Vpliv_modifikuvanna_stali_38HN3MFA_na_strukturno-fazovij_stan_ta_produkty_rizanna_za_zmini_tehnologicnih_umov_Fiziko_-_himicna_mehanika_materialiv_-_2019_-_No_6
16. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019” , 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. - С. 206 – 208. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333903605_Kolesnikov_VO_Doslidzenna_mehanicnoi_obrobki_austenitnoi_visokoazotnoi_stali_Materiali_I_miznarodnoi_nauko-ovo-tehnicnoi_konferencii_Perspektivi_rozvitku_masinobuduvanna_ta_transportu_-_2019_13_-_15_tra
17. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132. Режим доступу: http://kolesnikov.ucoz.com/load/koncepcija_provedennja_diaagnostiki_tekhnichnikh_sistem_za_analizom_produkativ_znoshuvannja_ta_rizannja/1-1-0-30.
18. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р Вплив змащувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // *Фізико-хімічна*

механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331877029_Fiziko-himicna_mehanika_materialiv-2018-No_5-Physicochemical_Mechanics_of_Materials_UDK_621.

19. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57. Режим доступу: <http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/1886>.

20. Balitskii Alexander, Valerii Kolesnikov Hydrogen effects on the formation of nickel based superalloys cutting and wear products // 22nd European Conference on Fracture - ECF22 August 26th to 31st, 2018. Belgrade, Serbia. Сербия. Белград. Режим доступа: https://easychair.org/conferences/conference_info.cgi?a=17335182;track=197446.

21. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.

22. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. С. 90 - 94. Режим доступу: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/22082>.

23. Устройство автомобиля. Режим доступа: https://amastercar.ru/articles/body_of_car_3.shtml.

24. Станислав Панин. Сталь, алюминий или карбон: что лучше для кузова. Журнал. За рулём. 8 июня 2017 года. Режим доступа: <https://www.zr.ru/content/articles/906828-ideya-fiks>.

25. Калининко Александр Андреевич. Влияние холодной прокатки и последующей термической обработки на структуру и механические свойства TWIP-стали. Белгород, 2018. – 103 с. (Науч. рук. д. ф.-м. н., Беяков А.Н.). URL: <https://nauchkor.ru/uploads/documents/5c1a5bcc7966e104f6f854e5.pdf>

26. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. – М.: Машиностроение, 2012. –304 с.

27. Werkstoffprüfung von Metallen. Von einem Autorenkollektiv Federführung, Dr. Karl Nitzsche. Veb Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie. Leipzig. 1963. Испытания металлов. Сборник статей под редакцией К. Ницше. Перевод с немецкого Е.В. Лайнер и др. - М.: Металлургия, 1967. - 452 с.

28. Стружкообразование при резании. Режим доступа: http://texinfo.inf.ua/razdeli/texn_obr/stati/strugkoobrazovanie.html.

29. Основы теории резания материалов: учебник / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др.; под общ. ред. Н.П. Мазура. – 2-е изд., переработанное и дополненное – Харьков : НТУ «ХПИ». 2013. – 534 с.

30. Патент РФ №2535839 Российская Федерация, МПК В23В1/00. Способ определения оптимальной скорости резания / Артамонов Е.В., Васильев Д.В.; заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет (RU). - №2013113474/02; заявл. 26.03.2013; опубл. 20.10.2014 Бюл.№ 35. Режим доступа: <http://www.freepatent.ru/patents/2535839>

31. Патент РФ № 2658559 Российская Федерация, МПК В23В1/00. Способ определения оптимальной скорости резания / Артамонов Е.В., Чернышов М.О., Васильев Д.В.; заявитель и патентообладатель Тюменский государственный нефтегазовый университет (RU). -№ 0002658559 /02; опубл. 21.06.2018. Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/265/2658559.html>.

32. Колесніков В. Дослідження механічної обробки аустенітної високонікелевої сталі (ЕП33, 10Х11Н23ТЗМР) // Матеріали.14-й Міжн. симпозіум українських інженерів-механіків

у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 157 - 159. Kolesnikov V. Study of the tooling of austenitic high-nickel steel (EHP33, 10H11N23T3MR) // Proc. of the 14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 157 - 159. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333547237_Kolesnikov_V_Doslidzenna_mehanicnoi_obrobki_austenitnoi_visokonikelevoi_stali_EP33_10H11N23T3MR_Materiali14-j_Mizn_simpozium_ukrainskii_inzeneriv-mehani_kiv_u_Lvovi_Materiali_-_Lviv_23-24_travna_2019_-.

33. Сталь жаропрочная 10X11H23T3MP. Режим доступа: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stj/10X11H23T3MR.

34. Выбор материалов и методов упрочнения деталей транспортного машиностроения: учеб. пособие / О.В. Чудина, Г.В. Гладова. – М.: МАДИ, 2015. – 120 с. Режим доступа: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16E375.pdf>.

35. Исследование обрабатываемости жаропрочной стали 10X11H23T3MP–ВД для деталей газотурбинных двигателей /О. С. Сурков, А. И. Кондратьев, В. П. Алексеев // Вестник СГАУ. – 2014. – №5(47). – С. 106 – 112. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-obrabatyvaemosti-zharoprochnoy-stali-10h11n23tzmr-vd-dlya-detaley-gazoturbinyh-dvigateley/viewer>

36. Метод формирования условий максимальной обрабатываемости жаропрочных материалов путем высокотемпературного охрупчивания при резании : учебное пособие / Е. В. Артамонов [и др.]. – Тюмень : ТИУ, 2016. – 181 с. ISBN 978-5-9961-1286-9. Режим доступа: <http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/data/2017/11/08/16564.pdf>.

37. Ступницький В.В. Використання САФ-системи як основи формування функціонально-орієнтованих технологій машинобудівного виробництва // Вісник НУ “Львівська політехніка” “Оптимізація виробничих процесів і технічний контроль в машинобудуванні і приладобудуванні”, 2012, No 746, с. 40 - 45.

Колесников Валерий Александрович – к.т.н., н.с. отдела прочности материалов и конструкций в водородсодержащих средах Физико-механического института им. Г. В. Карпенко Национальной академии наук Украины; доцент кафедры технологий производства и профессионального образования ГУ "Луганский национальный университет им. Тараса Шевченко", г. Старобельск, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЧАСТИНА 1. ЛЕГКОВІ ВОДНЕВІ АВТОМОБІЛІ

В роботі в стислій формі наведені деякі данні, що стосуються сьогоденного стану легкових автомобілів, що працюють на водневому паливі

В даній роботі продовжені напрацювання, що стосуються огляду автомобілів, що працюють на водневому паливі, а також досліджень пов'язаних з водневою стійкістю матеріалів [1-42]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування водневих та споріднених технологій, що пов'язані з автомобільною галуззю.

Перша згадка про «воднемобіль» відноситься до 1807 року, коли француз Франсуа Ісаак де Ріваз (фр. François Isaac de Rivaz) запатентував саморушній візок з ручним приводом клапаном, що дозволяв дозувати водень і повітря [43].

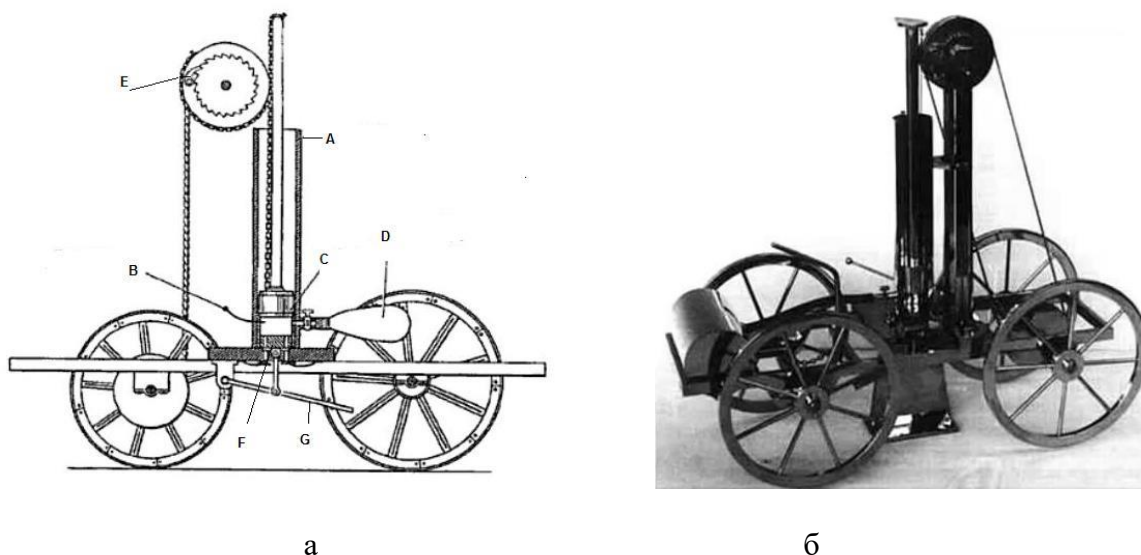


Рисунок 1 – Автомобільний екіпаж де Ріваза (1807) [44-47]

Двигун автомобільного екіпажу де Ріваза працював на водні, мав шатунне-поршневу систему роботи й іскрове запалювання, як у сучасних ДВЗ. Циліндр приводився в рух детонацією суміші водню і кисню електричною іскрою. Іскра подавалася в ручну коли поршень повністю опускався. Даний примітивний двигун мав дуже низький ККД і не був комерційно успішним [46].

Паливний елемент створює електрику, перетворюючи енергію, що виділяється, коли позитивно заряджені іони водню реагують з киснем. Цей принцип був вперше продемонстрований понад 200 років тому в 1801 році [48].

Паливні елементи були відкриті британцем Уільямом Робертом Гроув в 1839 році [43]. Цей випускник Оксфорда показав, що процес електролізу – розщеплення води на водень і кисень під дією електричного струму – є оборотним. Іншими словами, водень і кисень можуть бути з'єднані хімічним шляхом з утворенням електричних зарядів. Побудоване Гроувом обладнання було досить простим: два електроди розміщувалися в камері, в яку подавалися під

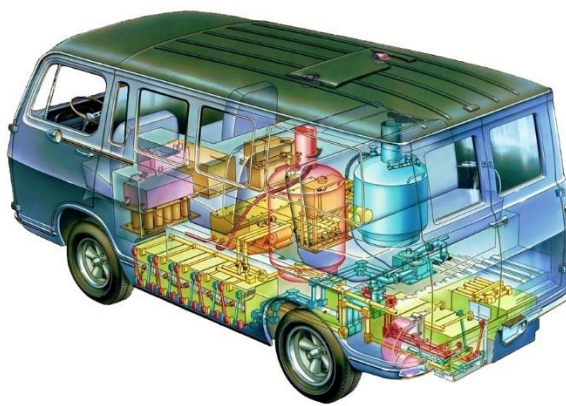
тиском обмежені порції чистого водню і кисню. В силу невеликих обсягів газу, а також завдяки хімічним властивостям вугільних електродів в камері відбувався не вибух, а повільна реакція з виділенням тепла, води й, найголовніше, з утворенням різниці потенціалів між електродами [49].

На початку 1960-х років паливні елементи були застосовані до практичної роботи, їх почали використовувати супутники НАСА (NASA).

Робота над Електрованом (GM Electrovan) (рис. 2) розпочалася в січні 1966 року і була завершена вчасно для демонстрації на шоу "Сила прогресу" (Progress of Power show) в жовтні. Команда з 200 робітників працювала в три зміни на добу, щоб вкластись в термін (дедлайн) [48].



а



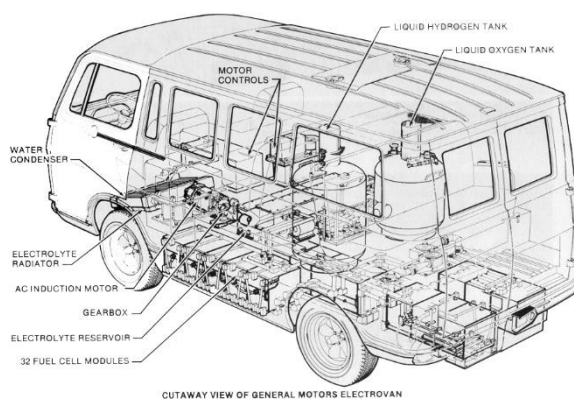
б

Рисунок 2 – GM Electrovan Concept 1966 [48, 50, 51]

Хоча струнка і сексуальна спортивна машина, можливо, була би більш привабливою базою для системи паливних елементів, команді довелося використовувати фургон просто тому, що пакет був настільки величезний, що зайняв весь вантажний простір фургона (рис. 2 б). Керував проектом доктор Craig Marks (рис. 3) [52].



а



б

Рисунок 3 – GM Electrovan Concept 1966 [52]

Він був першим автомобілем на водневих паливних елементах. Паливну установку розробила компанія Union Carbide, вона була заснована на застосуванні рідкого водню і кисню для вироблення електрики, яке і призводило в рух колеса. У середині фургона розташовувалися

дві великі місткості (ємності), одна для кисню й одна для водню. Автомобіль розвинув досить не погану швидкість в 63 - 70 миль на годину. Запас ходу становив приблизно 120 миль. Після ряду випробувань і презентацій серед журналістів, а так само тривалому процесу експлуатації на території заводів General Motors, компанія прийшла до висновку про недоцільність масового виробництва через відсутність інфраструктури та високу ціну проєкт [52].

У 1979 році компанія BMW випустила перший автомобіль (рис. 4), який цілком успішно їздив на водні, який випускав з вихлопної труби водяну пару. В епоху посилення боротьби зі шкідливими вихлопами машина була сприйнята як виклик консервативному автомобільному ринку. Слідом за BMW в екологічну сторону потягнулися й інші виробники. До кінця століття кожна автокомпанія, що себе поважає, мала в запаснику хоча б один концепт-кар, який працює на водневому паливі [53, 54].



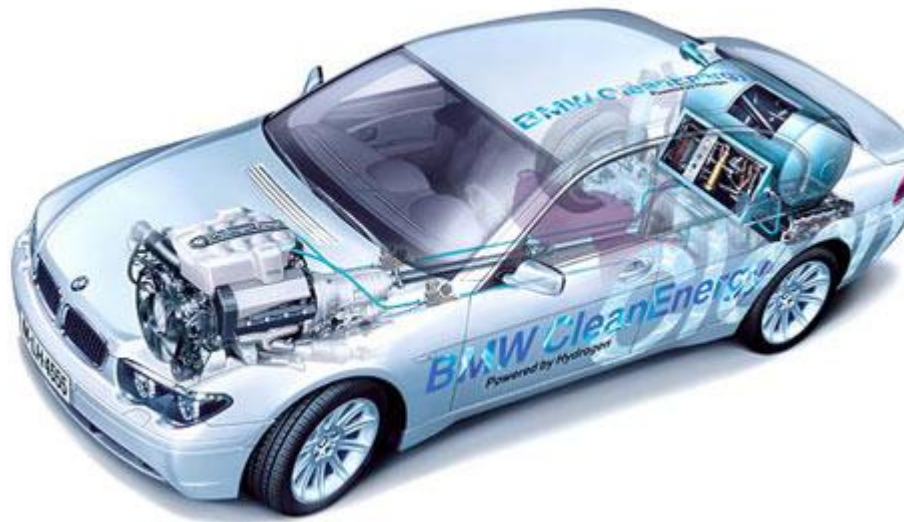
Рисунок 4 – Автомобіль на водні BMW 520h [54]

У 1984 році компанія BMW представила експериментальний седан BMW 745i з двигуном, що працює на водні. З того часу компанія неодноразово демонструвала оригінальні конструкції з використанням водню. У 1997 році компанія BMW почала дослідження в області створення водневих паливних елементів (fuel cell). У 2006 році компанія налагодила малосерійний випуск седана BMW Hydrogen 7 [55].



Рисунок 5 – BMW Hydrogen 7 [56]

BMW Hydrogen 7 став одним з самих передових автомобілів, тому коштував приблизно півтора мільйона доларів [57].



Рисцнок 6 – BMW Hydrogen 7 [57]

В процесі розробки Hydrogen 7 були поєднані воднева технологія і характерні для моделей баварської марки динамічність, плавність роботи й люксове оснащення. Потужність інноваційного 12-циліндрового силового агрегату, який працює як на водні, так і на звичайному бензині, становила 191 кВт/260 к.с. при 5100 об/хв і крутному моменті 390 Нм при 4300 об/хв [56].

Седан розганявся до 100 км/год за 9,5 сек. Максимальна швидкість машини складала 230 км/г і обмежувалася електронікою. Завдяки системі управління роботою мотора його потужність залишалася однаковою незалежно від виду споживаного палива. При цьому, за інформацією BMW, на 100 км в середньому витрачалось всього 3,6 кг рідкого водню (в BMW відзначають, що це еквівалентно 13,3 л традиційного палива), в той час як при русі автомобіля на бензині на 100 км споживається 13,6 л палива. Hydrogen 7 оснащувався шестисхідчастою автоматичною трансмісією з приводом на задні колеса. Довжина BMW Hydrogen становить 5179 мм при ширині 1902 мм і висоті 1489 мм [56].



Рисунок 7 – 12-циліндровий двигун BMW Hydrogen 7 об'ємом 6 літрів [58]

Водень зберігався в рідкій формі при температурі не вище -253°C . Бак для зберігання водню двошаровий. Між шарами в вакуумі розташовані 70 шарів спеціальної піни. BMW спільно з South German Technical Inspection Authority (TÜV) провели серію випробувальних тестів для системи зберігання водню. Тести розробляла Magna Steyr (дочірнє підприємство Magna International). В ході випробувань водневий бак руйнували під високим тиском, нагрівали на відкритому вогні до температури 1000°C протягом 70 хвилин, деформували твердими й важкими предметами.

До травня 2007 року BMW зробила 100 автомобілів Hydrogen 7. З них 70 продані в лізинг в Європі, а 25 - в США. Всього автомобілі BMW Hydrogen 7 до березня 2008 року проїхали в усьому світі понад 2 мільйонів км. 31 березня 2008 BMW представила монопаливну версію BMW Hydrogen 7, що працює тільки на водні [59].

Toyota Mirai вперше був представлений публіці в листопаді 2013 року на Токійському автосалоні [60]. Це водневий гібридний автомобіль на паливних елементах. 16 листопада 2014 року президент компанії Toyota Акіо Тойода офіційно оголосив, що автомобіль буде називатися Toyota Mirai. Автомобіль заснований на концепт-карі Toyota FCV [60]. Продажі в Японії стартували 15 грудня 2014 за ціною 6 700 000 японських ієн (близько 57 500 доларів США), а в США і Європі в четвертому кварталі 2015 року [60, 62].



Рисунок 8 – Toyota Mirai [63]

Обсяг продажів Toyota Mirai в США склав 1 700 автомобілів у 2018 році й 1 502 автомобілі у 2019 році [62]. У жовтні 2019 року компанія Toyota представила друге покоління Toyota Mirai 2021 модельного року [64]. Технічні характеристики: модель кузова - ZBA-JPD10-CEDSS. Мінімальний дорожній просвіт - 130 мм. У базовій комплектації йдуть легкосплавні диски R17, а розмір шин 215/55. Мінімальний радіус повороту - 5,7 м.

Серцем автомобіля є гібридна установка на водневих паливних елементах під назвою FC stack, модель установки - FCA110. В результаті хімічної реакції взаємодії водню і кисню виробляється електроенергія. Реакція відбувається без процесу горіння. Максимальний ККД перетворення водню в електричний струм складає 83%. Для порівняння 1,3-літровий бензиновий двигун VVT-iE компанії Toyota, який був розроблений на початку 2014 року має максимальний ККД 38%, що зараз є найвищим показником у світі серед автомобільних ДВЗ. На практиці ж, середньостатистичний двигун компанії Toyota має ККД 23% [65].



Рисунок 9 – Toyota Mirai fuel cell sedan [64]

Максимальна потужність установки становить 114 кіловатів. Вторинна батарея — це нікель-метал-гідридний акумулятор з максимальною вихідною потужністю 21 кіловат. В акумуляторі зберігається енергія від рекуперативного гальмування. У разі, коли автомобілю необхідна максимальна потужність, наприклад при різких прискореннях, на допомогу електромотору приходять енергія вторинного акумулятора. На автомобіль встановлюється синхронний електродвигун змінного струму, розроблений компанією Toyota. Даний двигун працює як генератор при гальмуванні, регенеруючи енергію у вторинний акумулятор. Максимальна потужність електродвигуна становить 113 кіловатів (154 л. С.). Електричний струм, що виробляється на паливних елементах проходить через підвищувальний перетворювач, в якому постійний струм перетворюється в змінний, а напруга збільшується до 650 вольтів [64].

Блок управління живленням складається з інвертора, який перетворює постійний струм в змінний. Блок живлення здійснює точний контроль над вихідною потужністю паливних елементів в залежності від стилю водіння. Під днищем автомобіля розташовуються 2 резервуари для зберігання водню під тиском 70 МПа. Один балон знаходиться в передній частині автомобіля, його ємність (місткість) 60,0 літрів, а другий балон місткістю 62,4 літра знаходиться ззаду. Всього у два балони вміщається до 5 кілограмів водню. Максимальна дальність поїздки на одній заправці становить 650 кілометрів в режимі JC08 (японський метод вимірювання витрати палива). Час повної заправки двох балонів становить 3 хвилини. Максимальна швидкість 175 км/г [64].

У Франкфурті (2019 р.) дебютував BMW X5 і Hydrogen Next - концепція, яка демонструє можливості впровадження технології паливних елементів, що працюють на водні. У 2022 році компанія має намір запуснути дрібносерійне виробництво таких автомобілів, а масовий випуск почнеться не раніше, ніж у 2025 році [66, 67].



Рисунок 10 – BMW X5 і Hydrogen Next [66, 67]

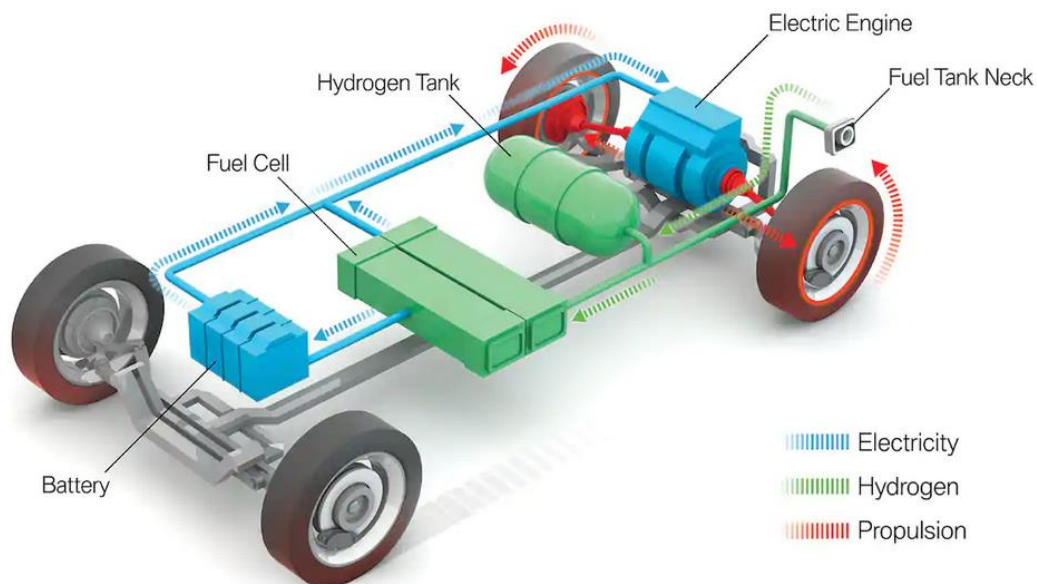


Рисунок 11 – Компонівка «водневого» автомобіля [67]

В області приводної системи з використанням технології водневих паливних елементів BMW співпрацює з Toyota. Компанії підписали відповідну угоду про партнерство ще у 2016 році [66].

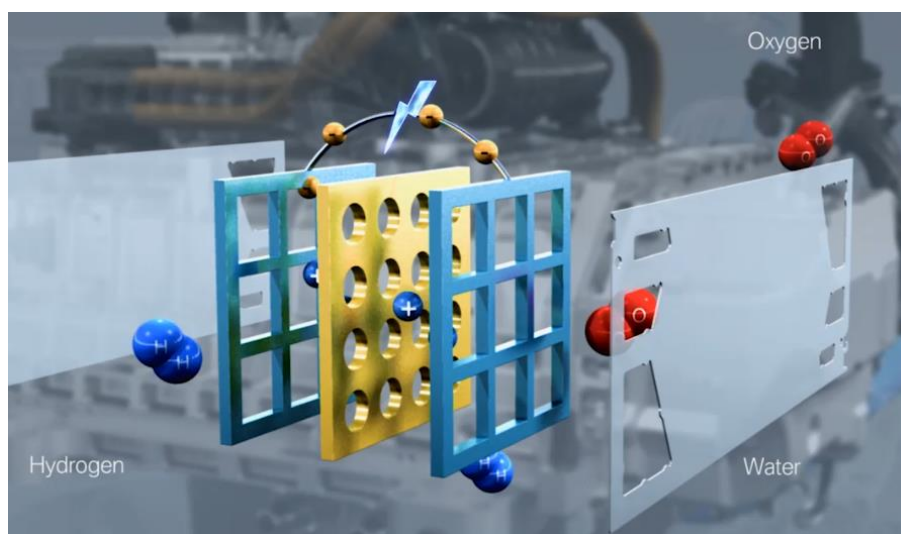


Рисунок 12 – Схема роботи водневого паливного елемента [67]

У січні 2017 року BMW Group і Toyota об'єдналися з 11 провідними енергетичними, транспортними й промисловими компаніями для запуску глобальної ініціативи, що отримала назву «Воднева рада». Її метою стало «створення єдиного бачення енергетичної революції» і її просування. Сьогодні до складу ради входять приблизно 60 компаній [66].

Китайські компанії до 2023 року планують вкластись у водневу галузь понад 17 млрд доларів. Уряд хоче, щоб за 10 років дорогами Піднебесної їздив 1 млн водневих авто. Основні підприємства, що працюють у цьому напрямку, — Anhui Mingtian Hydrogen Energy Technology Co., Shanghai Shenli Technology Co, Sunrise Power Co. та Guangdong Nation-Synergy Hydrogen Power Technology [68].

Компанія Grove Hydrogen Automotive Co Ltd вперше продемонструвала новий розкішний автомобіль з водневими паливними елементами на презентації в своїй штаб-квартирі в китайській Кремнієвій долині в Ухані (кит. упр. 武汉, пиньинь: Wūhàn) [69].



Рисунок 13 – Водневий хетчбек з запасом ходу більше 1000 км від Grove Hydrogen Automotive [69]

Серійно випускати автомобілі під маркою Grove китайці мають намір вже з 2020 року. Свою назву бренд отримав на честь англійського фізика Вільяма Роберта Гроува (про нього мова йшла на початку публікації), винахідника гальванічного елемента.

Представлений хетчбек обладнаний силовою установкою на водневих паливних елементах і здатний на одному баку проїжджати понад 1000 кілометрів (водневий Honda Clarity Fuel Cell проїжджає 590, а Toyota Mirai - 502 кілометри). Кузов автомобіля зроблений з вуглепластику, а всі чотири двері розчиняються вгору і в бік [69].

Проект машини на паливних елементах з'явився у китайських розробників у вересні 2016 року. Їх первістком став спортивний Activity Vehicle, який продемонстрував на Шанхайському автосалоні у квітні 2019 року неперевершений запас ходу на одній заправці. Уже в найближчі кілька років компанія має намір випустити цілий ряд моделей на своїй інноваційній технологічній платформі [69, 70].



Рисунок 14 – Китайський водневий автомобіль [70]

Grove Hydrogen вийшла з тіні на Шанхайському автошоу, де представила три моделі водневих автомобілів. Це стандартна для початківців китайських стартапів лінійка: два кросовера, що відрізняються розмірами і купе [70]. Також є спортивний варіант Granite зі зміненим дизайном кузова [71].

Заправка водневого бака займає всього лише три хвилини, а при їзді з вихлопної труби виходить екологічно безпечна водяна пара. Багато хто може подумати, що Grove Obsidian схожий на пересувну водневу бомбу, але це помилкова думка. Паливний бак спроектований так, щоб витримувати будь-які аварії. Якщо в ньому утворюється отвір, водень випливає з нього в стислому рідкому вигляді, згоряє за півтори хвилини і розігріває кузов максимум до 47 градусів Цельсія [71].

А з 2021 року Grove сподівається вивести на дороги країни близько 10 000 своїх автомобілів. Уже названа приблизна ціна старшої моделі кросовера — близько \$ 112 тис., що можна порівняти з Tesla Model X.

Керівництво Grove сподівається, що до моменту появи їх автомобілів на дорогах проблеми з числом заправних станцій не буде. Відомо, що уряд підтримує плани державних і приватних компаній щодо розгортання мереж водневих заправок. Якщо програми реалізують, то в Шанхаї до 2025 року буде близько 50 станцій [70].

Компанія Mingtian Hydrogen, назва якої перекладається як «Водень завтрашнього дня», планує інвестувати 363 млн доларів у створення промислового парку в провінції Аньхой. Серійне виробництво водневих паливних елементів тут має розпочатися наступного року. До 2022 року щорічно буде випускатися 100 тис. комплектів, а до 2028 року - 300 тис. [71].

Концерн Mercedes-Benz також випустив власний водневий електрокар [72, 73]. Максимальна швидкість становить 160 км/год.



Рисунок 15 – Водневий електрокар від Mercedes-Benz [72]

Mercedes-Benz GLC F-CELL - унікальний гібрид «плагінів», окрім електрики, він також може працювати на чистому водні. Позашляховик — це повністю електричний автомобіль, придатний для повсякденного використання, який не викидає CO₂ під час роботи. Взаємодія між акумулятором і паливом, довгий діапазон і короткі терміни заправки роблять GLC F-CELL автомобілем, який може похвалитися високою повсякденною практичністю. Дві цистерни з вуглецевого волокна у підлозі автомобіля вміщують 4,4 кг водню. Завдяки глобалізованій стандартизованій технології на 700 барів резервуар водню можна поповнити протягом всього трьох хвилин — так швидко, як заведено, коли заправляють автомобіль з двигуном, що працює на бензині чи дизелі. При споживанні водню близько 1 кг/100 км GLC F-CELL досягає приблизно 430 кілометрів за циклом NEDC; в гібридному режимі він додатково забезпечує до 51 км від повністю зарядженого акумулятора. Водночас, потужність складає 155 кВт та допомагає забезпечити високу динаміку руху [72, 73].

Висновки. В роботі стисло розглянуті деякі шляхи становлення легкових водневих автомобілів. На думку фахівців, водень є дуже перспективним енергоносієм, оскільки його кількість в природі практично необмежено. Крім того, оскільки він є компонентом води й більшості органічних сполук, його використання не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Список літературних джерел

1. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. // Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels. Водневе окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів Problems of corrosion and corrosion protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
2. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17 - 29.
3. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008.-s.91-102. [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c\\$1&qt=IN_PAGE](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c$1&qt=IN_PAGE).
4. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ściernie i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16. Режим доступу: <http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0033-0023>.
5. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórow w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-ciecz-smarujaco-chlodzacych.html>.
6. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.
7. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607. Режим доступу: <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>
8. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27. [10.1109/ELIT.2019.8892275](https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892275)
9. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008. - s.91 - 102. Режим доступу: [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c\\$1&qt=IN_PAGE](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0038-0070?q=d66d0751-9b63-4779-9c28-965444762b2c$1&qt=IN_PAGE).
10. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2.– С.170 - 175.
11. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводораживания // Тези Всеукраїнської конференції молодих вчених "Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології" (СММТ-2008). – Київ. 2008. С. 73. Режим доступу: <http://www.smmt2008.nas.gov.ua/ScientificProgram/12/Pages/posters1.aspx>.
12. Колесников В.А., Калинин. А.В. Водородный фактор износа в узлах трения

автомобилей // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009. – С. 111 – 115.

13. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.

14. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen manganese steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.

15. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьвмісних середовищ на зношування вузлів тертя навантажених механізмів / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С.254 – 257.

16. Колесніков В.О., Дев'яткін Ю. С., Дев'яткін Д. С. Комп'ютерне моделювання сплавів з урахуванням впливу водню / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С. 258 – 261.

17. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фізико -хімічна механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

18. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводороживания // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання , 2009. – № 5.

19. Колесников В.А., Балицкий А.И., Хмель Я. Особенности морфологии продуктов износа высокоазотистых сталей до наводороживания и после, в условиях сухого трения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 6(136). – Частина 2. – С.185 - 192.

20. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OL PAN, 2010, 10A, 271 - 275 p. Режим доступа: <http://www.pan-ol.lublin.pl/wydawnictwa/TMot10a/Kolesnikov.pdf>.

21. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № у 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.

22. Колесников В.А. Влияние водородсодержащих сред на эксплуатационную стойкость оборудования пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, 3-4 листопада 2010 року в СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 20 - 21.

23. Манченко М.В., Колесников В.А. Новые сплавы для пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, (3-4 листопада 2010 р. СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 27 - 28.

24. Триботехнические свойства азотистых марганцевых сталей в условиях трения качения при добавлении в зону контакта порошков (GaSe) [x]In[1-x] [Текст] / А. А. Балицкий, В. А. Колесников, О. Б. Вус // Металлофизика и новейшие технологии. - 2010. - Т. 32, N 5. - С. 685 - 695.

25. Колесников В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

26. Колесников В.А., Балицкий А.И. Повышение водородной стойкости

холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СЛУ.- 2011. – С. 81 – 87.

27. Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я. Вплив водню на експлуатаційні властивості сталевих деталей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодар. – С. 14 - 16.

28. Курылев В.О., Тупельняк О.Л. Колесников В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 104 - 107.

29. Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А. Влияние водорода на эксплуатационные свойства деталей из металлических сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 108 - 111.

30. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.

31. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32 - 37.

32. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О. Сучасні уявлення про водневе матеріалознавство та водень // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 32 - 38.

33. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646.

34. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

35. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 369 - 371.

36. Бихдрикер А.С., Калинин А.В, Колесников В.А. Магнитометрическая система взвешивания автопоездов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 371 - 375.

37. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

38. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 92 - 100 с.

39. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 - 223.

40. Балицький О.І., Барна Р.А., Іваськевич Л.М., Колесніков В.О. Тріщиностійкість та довговічність нікель- кобальтових сплавів у водні // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-

технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 24 – 26.

41. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.

42. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83.

43. Щербак Г.М. Автомобили на водородных топливных элементах на примере Toyota Mirai. Режим доступа: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/27910/Avtomobili_na_vodorodnyh_toplivnyh_elementah_na_primere_Toyota_Mirai.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

44. Риваз, Франсуа Исаак де. Вікіпедія. Свободная энциклопедия. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%B7,%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%81%D1%83%D0%B0%D0%98%D1%81%D0%B0%D0%B0%D0%BA%D0%B4%D0%B5>.

45. Автор: François Isaac de Rivaz 1752–1828) -1804 patent in the Republic of Valais, Общественное достояние. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=28>.

46. Первый двигатель внутреннего сгорания. Режим доступа: https://pikabu.ru/story/pervyy_dvigatel_vnutrennego_sgoraniya_6177462.

47. The History of the Automobile - The Internal Combustion Engine and Early Gas-Powered Cars. Режим доступа: <https://www.thoughtco.com/who-invented-the-car-4059932>.

48. GM's Electrovan hydrogen fuel cell vehicle turns 50. Режим доступа: <https://www.motor1.com/news/100867/first-hydrogen-fcv-gm>.

49. Андрей Борзенко. Топливные элементы для мобильных устройств. Режим доступа: <https://www.computer-museum.ru/technlgy/fuelcell.htm>.

50. GM Electrovan Concept 1966. Режим доступа: https://www.autowp.ru/gm/c_electrovan_concept/pictures/bnt7z3.

51. Автомобили на водородном топливе: создание, развитие, перспективы. Режим доступа: <https://ev-avto.ru/vodorodnye/avtomobili-na-vodorodnom-toplive-sozdanie-razvitie-perspektivy>.

52. Экология по Американски – Проект GM Electrovan. Режим доступа: <https://www.drive2.ru/c/915998>.

53. Водородные автомобили. Режим доступа: <http://900igr.net/prezentatsii/khimija/Vodorod/017-Vodorodnye-avtomobili.html>.

54. First Details on the BMW i Hydrogen NEXT Fuel Cell Vehicle BMW is keeping the faith in fuel cell technology, with an assist from Toyota. Режим доступа: <https://www.designnews.com/batteryenergy-storage/first-details-on-bmw-i-hydrogen-next-fuel-cell-vehicle/20529667362735>.

55. BMW 5-Series Gran Turismo стала водородной. Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/news/novinka/bmw-5-series-gran-turismo-stala-vodorodnoy-48324.html>.

56. Водородный BMW Hydrogen 7 готов к серийному производству... Режим доступа: <https://www.autonews.ru/news/5825a3c89a79474743127d57>.

57. BMW Hydrogen 7 – автомобиль будущего. Режим доступа: <https://autopoisk24.net/bmw/bmw-hydrogen-7-avtomobil-budushchego>.

58. Автор: Claus Ableiter - собственная работа, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3541727>.

59. BMW Hydrogen 7. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/BMW_Hydrogen_7.

60. Toyota Mirai — серийный автомобиль на водороде. Режим доступа: <https://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle/>

61. Toyota Shows Off Fuel-Cell Automobile. Режим доступа:

https://www.nytimes.com/2013/11/21/business/international/toyota-unveils-fuel-cell-concept-automobile.html?_r=0.

62. Toyota Mirai Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai.

63. Автор: Turbo-туу-з - собственная работа, CC BY-SA 4.0. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=38391539>.

64. Toyota Ushers in the Future with Launch of 'Mirai' Fuel Cell Sedan. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/4198334>.

65. Toyota Develops Engines with Improved Thermal, Fuel Efficiency. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/mail/1693527>.

66. У BMW появился X5, который работает на водороде. Режим доступа: <https://motor.ru/news/bmw-x5-i-hydrogen-next-10-09-2019.htm>.

67. Hydrogen fuel cell cars: everything you need to know. Режим доступа: <https://www.bmw.com/en/innovation/how-hydrogen-fuel-cell-cars-work.html>.

68. Вадим Єрченко. Китай вкладе 17 млрд \$ у створення автомобілів на водні. Режим доступа: <https://tokar.ua/read/34700>.

69. Перший китайський автомобіль на водні Grove отримав запас ходу 1000 км. Режим доступа: <https://building-tech.org/pervyj-kitajskij-avtomobil-na-vodorode-grove-poluchil-zapas-hoda-1000-km>.

70. Grove Hydrogen показала сразу три водородных автомобиля. Режим доступа: <https://hightech.plus/2019/04/22/grove-hydrogen-pokazala-srazu-tri-vodorodnih-avtomobilya>.

71. Водородное будущее Китая. Режим доступа: <https://stimul.online/news/vodorodnoe-budushchee-kitaya/>.

72. Вадим Єрченко. Mercedes-Benz выпустила первый у світі водневий електрокар. Режим доступа: <https://tokar.ua/read/29205>.

73. Mercedes-Benz GLC F-CELL: Market launch of the world's first electric vehicle featuring fuel cell and plug-in hybrid technology. Режим доступа: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Mercedes-Benz-GLC-F-CELL-Market-launch-of-the-worlds-first-electric-vehicle-featuring-fuel-cell-and-plug-in-hybrid-technology.xhtml?oid=41813012>.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ВОДНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ. ЧАСТИНА 2. ВАНТАЖНІ ВОДНЕВІ АВТОМОБІЛІ

В роботі в стислій формі наведені деякі данні, що стосуються сьогоденного стану вантажних автомобілів, що працюють на водневому паливі.

В даній роботі продовжені напрацювання, що стосуються огляду автомобілів, що працюють на водневому паливі, а також досліджень пов'язаних з водневою стійкістю матеріалів [1-42]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування водневих та споріднених технологій, що пов'язані з автомобільною галуззю.

Автомобілебудівна корпорація Toyota у 2013 році почала активно просувати водневі технології, які поширились з серійного автомобіля Toyota Mirai [43-47]. Також корпорація Toyota разом із дочерню компанією Hino домовилась про спільну розробку вантажівки, яка буде їздити на водні [48].

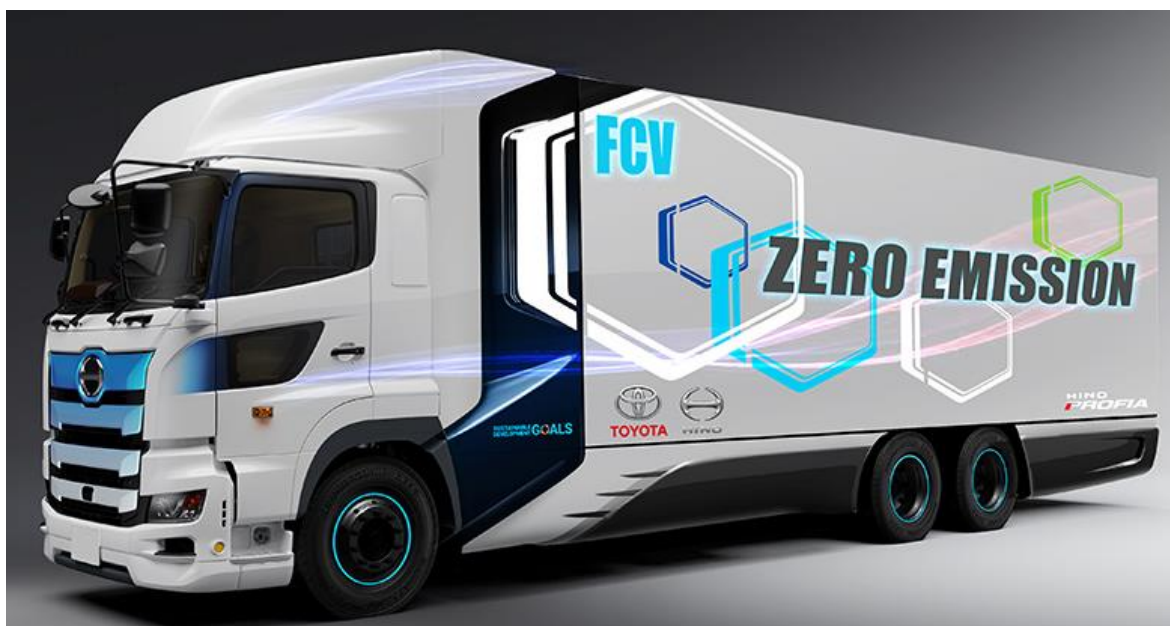


Рисунок 1 – Heavy-Duty Fuel Cell Truck [48]

У вантажівці будуть використані ті ж паливні елементи, що і в легковому авто компанії – Mirai [43- 47, 50]. Але паливних елементів і баків для водню у вантажівки буде більше.

Крім паливних елементів, вантажівка буде оснащена електричним двигуном, літій-іонним акумуляторним блоком і резервуаром для зберігання водню великої місткості. Очікується, що однієї заправки вантажівки вистачить приблизно на 600 км шляху.

У Toyota вважають, що для вантажівок, які щодня проїжджають кілька сотень кілометрів, електричний двигун і акумулятори підходять не кращим чином. А водень дозволить досить швидко заправляти такі машини, що гарантує велику автономність [49].

Попередню версію цієї вантажівки Toyota представила в 2017 році. Вона мала запас ходу 320 км. У поліпшеному варіанті цей показник вдалося збільшити майже до 500 км. Потужність двигуна - 670 к.с., а максимальний обертовий момент - 1800 Н*м.



Рисунок 2 – Beta Truck від японського автовиробника [49]

Також Toyota повідомила, що у неї буде спеціально доопрацьоване шасі, яке забезпечить «оптимальне упакування» для паливних елементів і відповідних компонентів. Конструкція Nino Profia також отримає «всебічне зниження ваги» для забезпечення достатньої вантажопідйомності [50].

Над створенням вантажівок також працюють в Nikola Motor Company, що знаходиться в Фініксі, штат Арізона (США). 18-колісна гібридна вантажівка Nikola Motor Company на водневих паливних елементах має потужність в 1000 кінських сил. У неї встановлений паливний бак з вуглецевого волокна. Запас ходу без підзарядки становить приблизно 1200 км, а маса вантажівки – 9 тонн. Представники автоконцерну підкреслюють, що для створення електровантажівки з такими ж потужністю і запасом ходу буде потрібно літій-іонний акумулятор, який збільшить його масу приблизно на 2,2 тону [51].

Пивоварна компанія Anheuser-Busch InBev планує в найближчому майбутньому відмовитися від вантажівок з двигуном внутрішнього згорання і вже замовила у Nikola Motor Company 800 гібридних фур. Виробник пива Budweiser візьме гібридні вантажівки в оренду на 7 років. Вартість оренди одного тягача (враховуючи паливо) складе до \$ 1 млн. Якщо автоконцерну Мілтона вдасться вчасно поставити вантажівки, Anheuser-Busch InBev буде використовувати їх для перевезення пива Budweiser із Західного узбережжя в дистрибуційні центри, розташовані за сотні кілометрів звідти. Якщо виробник поставить пивоварній компанії 800 тягачів, вантажоперевізники начебто U.S. Xpress також оформлять передзамовлення на суму в \$ 10 млрд [51].



Рисунок 3 – Вантажівки від Nikola Motor Company [51]

Водень може стати хорошою паливною альтернативою для вантажівок, які обслуговують порти США. Сьогодні екологи фіксують все більший рівень забруднення повітря в районі портів зокрема близько таких великих, як Лос-Анджелес і Лонг-Біч. Ці порти обслуговуються в цілому 16 000 вантажівок, і, за прогнозами, за найближчі 10 років це число подвоїться. Водневі ж технології дозволять пережити це подвоєння з меншою шкодою для навколишнього середовища [49].

Корейський конгломерат Hyundai Group інвестував \$ 6,7 млрд в розробку автомобілів на водневих паливних елементах. У липні виробник дизельних двигунів Cummins поглинув компанію Hydrogenics, яка займається виготовленням паливних елементів. У 2020 році гіганти автомобільної промисловості General Motors і Honda відкриють в Мічигані завод для масового виробництва паливних елементів, в будівництво якого вони інвестували \$ 85 млн. Японський автогігант Toyota відкрив в американському місті Лонг-Біч завод, на якому з коров'ячого гною будуть виробляти водневе паливо для вантажівок, розроблених спільно з автомобілебудівною компанією Kenworth [51].

До 2028 року планується розширити мережу заправних станцій і побудувати 700 заправок для гібридних вантажівок по всій території США. Також планується, що вартість виробництва кілограма стисненого газоподібного водню буде знижена до \$ 2,5 (цей обсяг еквівалентний 3,7 літрам дизельного палива) [51].

Влада провінції Хебей, яка знаходиться на сході Китаю, затвердили 43 водневих проєктів по виробництву паливних елементів, обладнання та запуску АЗС на суму 8,75 млрд юанів (\$ 1,23 млрд) [52, 53].

Уряд Хебей також заявив, що буде підтримувати сталеплавильний центр Tangshan і Nandan для запуску пілотних проєктів по споживанню водню. HBIS Group, другий за величиною виробник сталі в Китаї, в листопаді минулого року підписав Меморандум про взаєморозуміння (MoU) з італійської гірничодобувної сервісною компанією Tenova Group, щоб побудувати перший в світі демонстраційний проєкт з водневої металургії з виробничою потужністю 1,2 млн тонн.

HBIS планує створити в Ханьдань проєкт з виробництва 3 тонн водню з коксового газу і 380 тонн скрапленого природного газу шляхом рясного процесу охолодження в день. А також запустити чотири станції заправки воднем. У Хебеї також планують створити п'ять ліній з виробництва водневих паливних елементів і два проєкти з виробництва автомобілів на водневому паливі [52].

Через 30 років у більшості регіонів світу водень буде вироблятися за допомогою сонячної й вітрової електроенергії та коштуватиме \$0,8 – 1,6 за кілограм. Такий прогноз зробила дослідницька компанія BloombergNEF, про це йдеться у її доповіді «Перспективи водневої економіки» (Hydrogen Economy Outlook) [54, 55].

Названа вартість «зеленого» водню приблизно відповідає нинішнім цінам на природний газ в енергетичному еквіваленті (\$6-12 за млн БТЕ). Вартість може бути ще нижчою у країнах зі значним потенціалом використання поновлюваних джерел енергії.

У джерелі [56] інформується, що більше третини електрики в світі надходить з поновлюваних джерел і це новий рекордний показник. За даними аналітиків, 72% всіх введених в експлуатацію в 2019 році джерел енергії були поновлюваними. Велика частина цього зростання припала на Азію – 54% приросту потужності відновлюваних джерел енергії. При цьому в Європі та США за цей період відкрилося більше електростанцій, що працюють на викопному паливі, ніж відкрилося.

Враховуючи вартість зберігання і транспортної інфраструктури, вартість відновлюваного водню з доставляння у Китай, Індію і Західну Європу може впасти приблизно до \$2/кг (\$15/млн БТЕ) у 2030 році та \$1/кг (\$7,4/млн БТЕ) у 2050 році.

Bloomberg NEF зазначає, що падіння цін дозволить «зеленому» водню забезпечувати до 2050 року 24% світових потреб в енергії й скоротити глобальні викиди від викопного палива у промисловості на третину.

«Необхідна велика політична підтримка і 150 мільярдів доларів субсидій до 2030 року, щоб стимулювати розширення ринку, — зазначають аналітики BloombergNEF. – Розширити застосування водню також допоможе введення вуглецевого податку, а також колосальне будівництво об'єктів відновлюваної енергетики».

Так, для сталеливарної промисловості вуглецевий податок повинен скласти \$50 за тону CO₂, для виробництва цементу — \$60, для хімікатів, у тому числі аміаку, потрібно \$78, а для використання водню у якості палива для суден — 145 доларів.

На додачу, для забезпечення зеленим воднем 24% глобальних потреб в електроенергії необхідно щороку виробляти 60000 ТВт*год сонячно-вітрової електроенергії (без ГЕС). При цьому 31320 ТВт*год електроенергії буде направлятися безпосередньо на живлення електродімерів.

Сьогодні вироблення ВДЕ становить 3000 ТВт*год, а все виробництво електрики на Землі не перевищує 30000 ТВт*год.

«Зберігання водню у великих кількостях буде одним з найбільш серйозних викликів для майбутньої водневої економіки, — зазначають у BloombergNEF. - Кількість недорогих великомасштабних варіантів, таких як соляні каверни, обмежена, а вартість використання альтернативних технологій зберігання часто може перевищувати вартість виробництва самого водню».

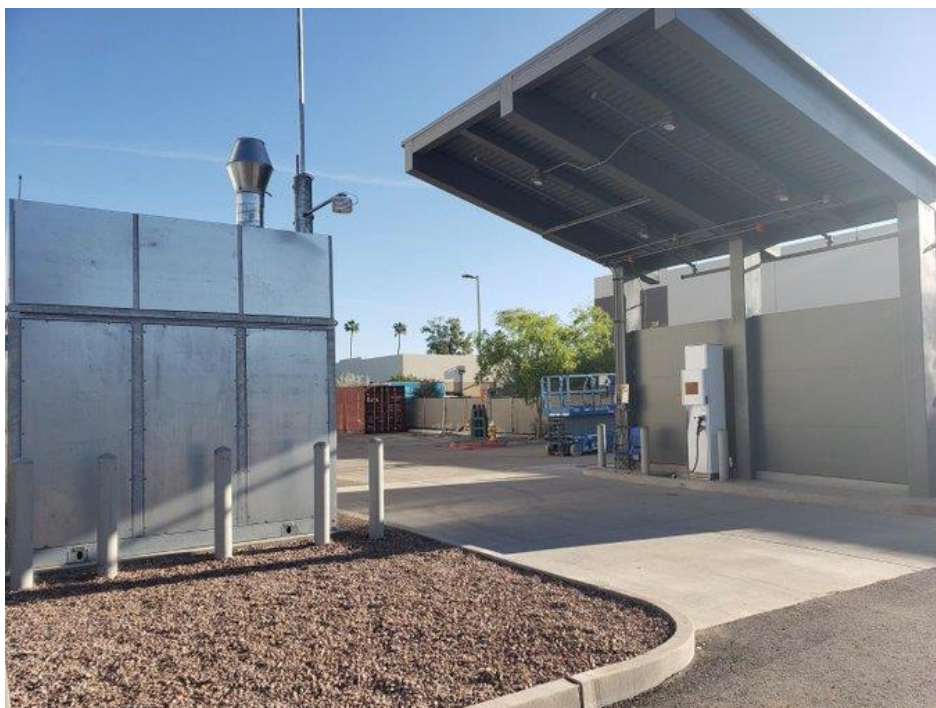


Рисунок 4 – Воднева заправна станція, де використовується й сонячна енергія [51]

В цілому, за оцінкою BNEF, до 2050 року буде потрібно понад 11 трильйонів доларів США інвестицій для створення інфраструктури, необхідної для забезпечення воднем 24% кінцевого споживання енергії у 2050 році [54].

На думку фахівців, водень є дуже перспективним енергоносієм, оскільки його кількість в природі практично необмежено. Крім того, оскільки він є компонентом води й більшості органічних сполук, його використання не завдає шкоди навколишньому середовищу. Сонячні, вітрові та гідроенергетичні установки повинні замінити енергію з природних невідновлюваних ресурсів.

Висновки. В роботі стисло розглянуті деякі шляхи становлення вантажних водневих автомобілів. Застосування водневих технологій є дуже перспективним напрямком для великих транспортних засобів – таких як вантажівки, кораблі, поїзди та ін.

Список літературних джерел

1. Balitskii A., Ivaskevich L., Kostyuk I., Kochmanski P., Kolesnikov V., Ostaf V. // Hydrogen embrittlement of welded joints of Cr–Mn austenitic steels. Водневе окрихчення зварних з'єднань Cr–Mn аустенітних сталей // Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів Problems of corrosion and corrosion protection of materials Physicochemical mechanics of materials.– Special issue. - N 5, vol.1, 2006. – P. 233-235.
2. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 1. Construction of a generalized model of surface layer friction of graphitized steel and cast-iron objects // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.17 - 29.
3. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008.-s.91-102.
4. Balitskii A., Chmiel J., Kawiak P., Ripey I., Kolesnikov W. Odporność na zużycie ściernie i niszczenie wodorowe austenitycznych stopów Fe-Mn-Cr // Problemy eksploatacji.-4 (67)/2007.-s.7-16.
5. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliaz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
6. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Eliaz, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.
7. O.A. Balitskii , V.O. Kolesnikov , A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607.
8. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27. [10.1109/ELIT.2019.8892275](https://doi.org/10.1109/ELIT.2019.8892275)
9. Balitskii A., Kolesnikov V., Chmiel J. The influence of microstructure and hydrogen – containing environments on the intensity of cast iron and steel damage by sliding friction. Part 2. The generalized scheme of the steels and grey-iron behaviour during sliding friction // Problemy eksploatacji.- 3 (70)/2008. - s.91 - 102.
10. Колесников В.А. Развитие новых компьютерных технологий в Германии // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008. – № 6(124). Частина 2.– С.170 - 175.
11. Колесников В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводораживания // Тези Всеукраїнської конференції молодих вчених "Сучасне матеріалознавство: матеріали та технології" (СММТ-2008). – К.: 2008. С. 73.
12. Колесников В.А., Калинин. А.В. Водородный фактор износа в узлах трения автомобилей // Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. – Краснодар, 2009. – С. 111 – 115.
13. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2009. – № 11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.
14. Balyts'kyi O.I., Kolesnikov V.O. Investigation of wear products of high nitrogen

manganes steels // Materials Science (Springer). – 2009, vol. 45, N 4.- P.576 - 581.

15. Колесніков В.О., Калінін О. В., Манченко М. В. Вплив воденьвмісних середовищ на зношування вузлів тертя навантажених механізмів / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С.254 – 257.

16. Колесніков В.О., Дев'яткін Ю. С., Дев'яткін Д. С. Комп'ютерне моделювання сплавів з урахуванням впливу водню / XXI відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН – 2009 // Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України. – Львів. – 2009. – С. 258 – 261.

17. Балицький О.І., Колесніков В.О. Дослідження продуктів зношування високоазотних марганцевих сталей // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2009, 45. – № 4. – С. 93 – 99.

18. Колесніков В.А. Исследование триботехнических свойств высокоазотистых марганцевых сталей после наводороживания // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Електронне наукове фахове видання, 2009. – № 5.

19. Колесніков В.А., Балицький А.И., Хмель Я. Особенности морфологии продуктов износа высокоазотистых сталей до наводороживания и после, в условиях сухого трения // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – № 6(136). – Частина 2. – С.185 - 192.

20. Kolesnikov V.O. Investigation of the wear products of high-nitrogen steel after hydrogenation // Komisji Motoryzacji i Energetyki Rolnictwa XA/2010. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture – OLPAN, 2010, 10A, 271 - 275 p.

21. Балицький О.І., Душар І.Я., Колесніков В.О., Мельніков С.Д. Водневостійка сталь. Патент 47554 на корисну модель № України, МПК С22С 38/50. Заявка № u 2009 08857; Заявлено 25.08.2009. Опубліковано 10.02.2010. Бюл. № 3, 2010 - 4 с.

22. Колесніков В.А. Влияние водородсодержащих сред на эксплуатационную стойкость оборудования пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, 3-4 листопада 2010 року в СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 20 - 21.

23. Манченко М.В., Колесніков В.А. Новые сплавы для пищевых и перерабатывающих производств // Збірник тез наукових доповідей міжнародної науково-практичної конференції наукової молоді і студентів “Сучасні проблеми розвитку легкої і харчової промисловості”, (3-4 листопада 2010 р. СХУ ім. В. Даля). - Луганськ: вид-во СХУ ім. В. Даля, 2010. – С. 27 - 28.

24. Триботехнические свойства азотистых марганцевых сталей в условиях трения качения при добавлении в зону контакта порошков (GaSe) [x]In[1-x] [Текст] / А. А. Балицкий, В. А. Колесников, О. Б. Вус // Металлофизика и новейшие технологии. - 2010. - Т. 32, N 5. - С. 685 - 695.

25. Колесніков В.А. Краткий обзор новых достижений в области водородного материаловедения. Современные представления об атоме водорода // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(156) Частина 2. – с. 192 - 199.

26. Колесніков В.А., Балицький А.И. Повышение водородной стойкости холоднодеформированных высокоазотистых сталей – как резерв ресурсосбережения материалов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні: Зб. наук. праць. – Луганськ: Видавництво СХУ.- 2011. – С. 81 – 87.

27. Балицький О. І., Колесніков В.О., Хмель Я. Вплив водню на експлуатаційні властивості сталевих деталей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р. м. Краснодон. – С. 14 - 16.

28. Курылев В.О., Тупельняк О.Л. Колесніков В.А. Возможности использования водорода как топлива для автомобилей // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної

конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 104 - 107.

29. Коровин Я.В., Савченко Е.О., Колесников В.А. Влияние водорода на эксплуатационные свойства деталей из металлических сплавов // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 травня 2011 р., м. Краснодар. – С. 108 - 111.

30. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження зносотривкості високоазотних сталей за умов сухого тертя ковзання // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2012, 48. – № 5. – С. 78 – 82.

31. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я. Дослідження руйнування ненаводнених та наводнених сплавів в умовах тертя кочення // Проблеми тертя та зношування № 58, 2012. С. 32 - 37.

32. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О. Сучасні уявлення про водневе матеріалознавство та водень // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 32 - 38.

33. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction // O. I. Balyts'kyi, V. O. Kolesnikov, and J. Eliaz // Materials Science, Vol. 48, No. 5, March, 2013 P. 642 – 646.

34. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

35. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 369 - 371.

36. Бихдрикер А.С., Калинин А.В., Колесников В.А. Магнитометрическая система взвешивания автопоездов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 371 - 375.

37. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фізико -хімічна механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.

38. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 92 - 100 с.

39. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 - 223.

40. Балицький О.І., Барна Р.А., Іваськевич Л.М., Колесніков В.О. Тріщиностійкість та довговічність нікель- кобальтових сплавів у водні // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРИ ЛТД. — 2018. — С. 24 – 26.

41. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.

42. Колесников В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного

транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83.

43. Toyota Mirai — серийный автомобиль на водороде. Режим доступа: <https://www.sciencedebate2008.com/toyota-mirai-hydrogen-fuel-cell-vehicle//>

44. Toyota Shows Off Fuel-Cell Automobile. Режим доступа: https://www.nytimes.com/2013/11/21/business/international/toyota-unveils-fuel-cell-concept-automobile.html?_r=0.

45. Toyota Mirai Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Toyota_Mirai.

46. Toyota Ushers in the Future with Launch of 'Mirai' Fuel Cell Sedan. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/4198334>.

47. Toyota Develops Engines with Improved Thermal, Fuel Efficiency. Режим доступа: <https://global.toyota/en/detail/mail/1693527>.

48. Toyota создаст грузовик на водороде. Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/news/3184363/toyota_sozdast_gruzovik_na_vodorode.

49. Toyota представила 36 тонный грузовик Beta Truck на водородном топливе и запасом хода на 500 км. Режим доступа: <https://building-tech.org/toyota-predstavila-36-tonnyj-gruzovik-beta-truck-na-vodorodnom-toplive-i-zapasom-hoda-na-500-km>.

50. Toyota and Hino to Jointly Develop Heavy-Duty Fuel Cell Truck. Режим доступа: <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/32024083.html/>

51. Аллен Онсмен. Как мормон-самоучка заработал \$1 млрд на водородных грузовиках // Forbes Contributor / Режим доступа: <https://www.forbes.ru/milliardery/383073-kak-mormon-samouchka-zarabotal-1-mlrd-na-vodorodnyh-gruzovikah>.

52. Китай выделит \$1,2 миллиарда на проекты по производству водорода. Режим доступа: https://biz.censor.net.ua/news/3187166/kitayi_vydelit_12_milliarda_na_proekty_po_proizvodstvu_vodoroda.

53. China's Hebei approves \$1.2 bln hydrogen production and consumption projects. Режим доступа: <https://www.nasdaq.com/articles/chinas-hebei-approves-%241.2-bln-hydrogen-production-and-consumption-projects-2020-04-03>.

54. Зелений водень може зрівнятися у ціні з природним газом до 2050 року. Режим доступа: https://glavcom.ua/new_energy/news/zeleniy-voden-mozhe-zrivnyatis-u-cini-z-prirodnim-gazom-do-2050-roku-671696.html.

55. 'Hydrogen Economy' Offers Promising Path to Decarbonization. Режим доступа: <https://about.bnef.com/blog/hydrogen-economy-offers-promising-path-to-decarbonization>.

56. Новый рекорд: мир получает более трети всей электроэнергии из возобновляемых источников. Режим доступа: https://telegraf.com.ua/ekologiya/5426807-novyy-rekord-mir-poluchaet-bolee-treti-vsey-elektroenergii-iz-vozobnovlyаемых-istochnikov.html?fbclid=IwAR1eQeOCVM29SGMQ5susSyyWtj9_7WJwbmaOdMhMJXCdKMfXIENOpfXX2ms.

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Шуліка С. О.; Гаврилюк М. Р., к.т.н., н.с.

МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ. ЧАСТИНА 1. ДЕЯКІ ПОРАДИ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ

В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, щодо застосування змащувальних рідин для транспортної та енергомашинобудівних галузей

Змащувально-охолоджувальні рідини (ЗОР) – складні багатокомпонентні системи, призначені в основному для змащування та охолодження металообробних інструментів і деталей, сприяють зниженню зносу інструментів і підвищенню точності оброблених деталей. В процесі обробки матеріалів ЗОР також вимивають абразивний пил і стружку, захищають оброблені деталі, інструмент та устаткування від корозії, покращують санітарно-гігієнічні умови праці.

Аналіз літературних та інтернет джерел показав, що зараз на сучасному етапі удосконалення та розробка ЗОР мають тенденцію на підвищення їх «екологічності» з використанням добавок рослинного походження (наприклад, ріпакову або соняшникову олію) [1 – 11].

Попередні напрацювання дозволили нам запропонувати застосовувати для цієї мети ЗОР, що виготовлені на базі вітчизняної сировини [12 - 23].

В Україні існує подвійний термінологічний підхід для визначення одного й того ж терміна: в українській класифікації товарів зовнішньоекономічної діяльності вживають термін «масло моторне», а у чинних Державних стандартах України використовують термін «олива моторна», що призводить до неправильного трактування виду товару, а також до непорозумінь під час митного оформлення та експертизи товарів у митних цілях [24].

Мастильна олива – олива, що використовується для зменшення тертя між рухомими поверхнями та у залежності від способу отримання і області застосування [25]:

Моторна олива – мастильна олива для поршневих двигунів внутрішнього згорання та інших двигунів.[25].

Трансмійна олива – олива для механічних трансмісій [25], яку отримують найчастіше на основі екстрактів від селективного очищення залишкових нафтових олив з додаванням дистильованих олив і присадок (протизносних, протизадирних тощо), котрі переважно містять фосфор, хлор, сірку, дисульфід молібдену.

Індустріальна олива – олива для верстатів та механізмів промислового устаткування [25]. До цього виду олив відносяться дистильовані нафтові оливи малої та середньої кінематичної в'язкості, що використовуються як мастильні матеріали, переважно у вузлах тертя верстатного та енергетичного обладнання, а також як основа при створенні гідравлічних рідин, пластичних та технологічних мастил.

Трансформаторна олива, або трансформаторне масло [26] – мінеральне масло (олива) високої чистоти і малої в'язкості, що отримується шляхом очищення фракцій нафти. Застосовується для заливання силових і вимірювальних трансформаторів, дугогасного реакторного обладнання, а також масляних вимикачів.

Класифікація ЗОР.

Залежно від складу розрізняють три групи ЗОР:

- **Чисті мінеральні оливи** або оливи з протизносними й протизадирними присадками жирів, органічних сполук сірки, хлору, фосфору; часто до них додають також антикорозійні, антиокислювальні і протипінні присадки в кількості 5-50 %.

• **Водні емульсії мінеральних олів**, які одержують на місці використання розбавленням водою емульсолів, що складаються з 40-80 % мінеральної оливи та 20-60 % емульгаторів, зв'язуючих речовин, інгібіторів корозії, антіспінювачів, бактерицидів.

• **Водні розчини** поверхнево-активних речовин і низькомолекулярних полімерів, які, аналогічно емульсолам, одержують з концентратів, що містять 40-60 % поверхнево-активних речовин, полімерів, інгібіторів корозії, протиспінювачів, бактерицидів і 40-60 % води.

Концентрація робочих емульсій і розчинів ЗОР залежить від умов застосування і звичайно становить 2-10 %. ЗОР одержують змішуванням базової основи з водою у відповідних співвідношеннях.

Застосування ЗОР. Застосовують ЗОР при обробці металів тиском, механічній обробці металів, пластмаси й металокераміки. У кожному окремому випадку вибір ЗОР вибирають за виглядом і режимом обробки, складом і властивостями інструментального й оброблюваного матеріалів, вимогами до якості обробленої поверхні, способом подачі рідини та ін. Оливні ЗОР, завдяки їх високим змащувальним властивостям, широко застосовують при важких режимах обробки (низькі швидкості, великі глибини різання); водні ЗОР враховуючи їх охолоджувальні властивості використовують в основному для високошвидкісної обробки.

За останній час зросла зацікавленість споживачів та науковців практичного застосування рослинних олій, як базових мастил та присадок до ЗОР і мінеральних олів. Для вирішення цих проблем застосовують такі способи, такі як підбір добавок, хімічна модифікація рослинних олій та генетична модифікація насіння рослин [27 - 33].

Тригліцеридна структура рослинних олій дозволяє забезпечувати якісне граничне змащування, (сильна міжмолекулярна взаємодія стійка до температурних змін), але нерафіновані олії мають слабку окислювальну стабільність у порівнянні з мінеральними оливами [34 - 36].

В процесі гідролізу олій в присутності лугів утворюються солі жирних кислот – мила, які відомі, як інгібітори корозії сталей в нейтральних середовищах [37], утворення нерозчинних солей у твердій воді та низька розчинність ускладнюють їх використання.

В роботах [38, 39] припускають, що під час адсорбції солей жирних кислот із водного розчину полярна група взаємодіє із поверхнею металу, а вуглеводневий ланцюг направлений в розчин. Згідно даних [40] утворенню щільно упакованих, добре орієнтованих шарів сприяє дисперсійна взаємодія між неполярними частинами молекули, яка викликає зміни їх упаковки в ході полімолекулярної адсорбції.

Визначено тип поверхневої плівки, а також розміри та форму молекул кислот: лауринової, пальмітинової, міристинової за ізотермами поверхневого тиску [41 - 43]. Збільшення поверхневого тиску при стисканні плівки створює суцільний мономолекулярний шар, в якому молекули щільно прилягають одна до одної. Дослідження показали, що речовини з однаковою функціональною групою, незалежно від довжини радикалу, мають однакові значення площі, на якій розміщений 1 моль речовини. Так, для жирних кислот площа, яку займає одна молекула дорівнює 0,205 нм². Тому, якщо на молекулу ПАР припадає значно більша площа, тоді її вуглеводневий радикал, як правило, лежить на поверхні. Ленгмюр вперше встановив факт вертикального орієнтування вуглеводневих радикалів в суцільному мономолекулярному шарі, що дозволяє розрахувати товщину поверхневої плівки [44].

В роботах [45, 46] досліджено адсорбцію солей ненасичених жирних кислот на поверхні алюмінію. Так, при тривалому зберіганні зразка алюмінію на повітрі збільшення кількості натрію олеату, незворотно зв'язаного з металом, зумовлено розривом подвійних зв'язків та полімеризацією. Проте пізніше, під час дослідження адсорбції низки солей ненасичених жирних кислот методом ІЧ-спектроскопії на оксиді алюмінію не було виявлено полімеризації адсорбованого шару, на що вказує наявність в спектрі поглинання смуг при 3030 і 3080 см⁻¹, характерних для подвійних зв'язків солей високомолекулярних кислот [45] Автори [41] показали особливості адсорбції олеату натрію із водних розчинів на поверхні окисленого заліза та висловили припущення, що перший моношар олеату натрію на пасивному залізі

являється комплексною сполукою, що утворюється при взаємодії карбоксильної групи із поверхнею металу.

Захисний ефект використання інгібіторів на основі модифікованої рослинної олії пояснюється формуванням на поверхні металу наноструктурної плівки з моно- або полімолекулярною будовою. Для підтвердження захисного ефекту інгібіторів на основі модифікованої рослинної олії автори [42, 43, 47, 48] дослідили адсорбцію інгібіторів на поверхні металу, з'ясували склад і товщину захисного шару, механізм його утворення та розробили модель наноструктурної плівки на поверхні металу. Речовини, які містять Нітроген, Оксиген, Сульфур, спряжені подвійні зв'язки та ароматичні кільця формують на поверхні металу адсорбційні шари, що і зумовлює їх інгібіторні властивості.

Рослинні олії є поновлюваною сировиною, яка розкладаються мікроорганізмами, і крім того, володіє високими в'язкістю та температурою спалаху, що корелюється з дуже низьким тиском парів та низькою леткістю. Україна має високий «аграрний потенціал» з вирощування соняшника та ріпака, що дозволяє виготовляти екологічно чисті змащувальні рідини. Мастила, крім змащувальної дії, захищають матеріал деталей машин та механізмів від корозії.

Нами [17, 23] встановлено, що застосування ЗОР, що містить соняшникову олію, під час точіння сталі 38ХНЗМФА знижує шорсткість поверхні у 8..9 разів у порівнянні з обробкою на сухо. Також якість поверхні - якісніша, ніж при обробці з ЗОР на нафтовій основі у 1,5 рази.

ЗОР знаходять застосування в різних галузях промисловості, наприклад, при виробництві прокатки листового матеріалу [49], змащення форм для виготовлення залізобетонних конструкцій, тротуарної плитки, виробів з піно- та газобетону, будівельної техніки, кранів [50].



Рисунок 1 – Приклад використання та застосування змащувально-охолоджуючої рідини на водяній основі, при обробці алюмінієвої заготовки на фрезерній станції з ЧПУ [52]

Мастильний матеріал (англ. lubricant) – матеріал, який підводять (наносять) до (на) поверхні тертя для зменшення сили тертя та зношування, що своєю чергою забезпечує збільшення навантажувальної спроможності механізмів.

За фізичним станом мастильні матеріали розподіляють на тверді, пластичні, рідинні та газові. Для змащення найчастіше використовуються рідинні (оливи) та пластичні (мастила) мастильні матеріали.

Тверді мастильні матеріали розподіляються на:

- тверді неорганічні мастильні матеріали: графіт, дисульфід молібдену, диселенід молібдену, тальк, слюда, нітрид бору, алмазний нано-пил тощо;

- тверді органічні мастильні матеріали: тверді оливи, мила, віск, пігменти, сажі та ін.;
- м'які метали – олово, цинк, свинець, індій, барій;
- полімерні мастильні матеріали – поліетилен, поліаміди, фторопласт тощо;
- хімічні та гальвано-хімічні покриття – фосфатні, сульфідні, оксидні.

Пластичні (консистентні) мастильні матеріали.

Пластичні мастильні матеріали або мастила – синтетичні або нафтові мастила з додаванням багатофункційних присадок та загусника, у ролі якого використовуються мила вищих сортів жирних кислот, тверді вуглеводні (парафіни, церезини), термостійкі загусники (сажа та силікагель), неорганічні загусники (аеросил, модифіковані глини). Приклади мастил: солідол, літол, вазелін тощо.



Рисунок 2 – Автомобільне мастило для підшипників «ступиць» коліс [54]

Пластичні мастильні матеріали застосовують у таких випадках:

- для важконавантажених підшипників ковзання, що працюють при невеликих швидкостях в умовах граничного тертя з частими реверсами чи у повторно-короткочасному режимі;
- коли мастильний матеріал крім основного призначення використовується як «защільник» для захисту поверхні від потрапляння забруднювачів із навколишнього середовища;
- для створення захисної масляної плівки на поверхні тертя при тривалих зупинках;
- у вузлах тертя, доступ до яких утруднений або які можуть працювати тривалий час без поповнення мастилом;
- за потреби одночасного використання мастильного матеріалу для консервації та змащування механізму.

Основні характеристики, що слід враховувати при використанні пластичних мастильних матеріалів:

- в'язкість;
- границя міцності на зсув;
- температура крапання;
- пенетрація.

В'язкість пластичних мастильних матеріалів, на відміну від оливо, залежить не лише від температури, але і від швидкості деформування. Значення в'язкості пластичного мастильного матеріалу, визначене при заданій швидкості деформування та температурі, є сталим і мають назву «ефективна в'язкість».

Границя міцності на зсув – мінімальне напруження зсуву, яке викликає перехід мастила до його в'язкого плинучого стану. Границя міцності на зсув характеризує здатність мастила утримуватись на рухомих деталях, витікати й витискатись із незагерметизованих вузлів тертя.

Температура крапання – температура падіння першої краплі пластичного нафтопродукту, який нагрівають у капсулі спеціального термометра. Зазвичай пластичні мастила застосовують за температур на 15...20 °С нижчих від температури крапання.

Пенетрація – показник, що характеризується глибиною проникнення стандартного конуса (голки) у нафтопродукт. Число пенетрації характеризує ступінь застигання пластичного мастильного матеріалу, який за ГОСТ 5346-78 визначається глибиною занурення у мастильний матеріал стандартного конуса пенетрометра за 5 с при температурі 25 °С та загальному навантаженні 150 г і виражається у десятих частках міліметра.

Індекс пенетрації – показник, який характеризує ступінь колоїдності тіла або відхилення його стану від чисто в'язкісного, та визначається за формулою [55].

Закордонні пластичні мастильні матеріали характеризуються ступенем застигання (консистенції) за класифікацією NLGI (англ. National Lubrication Grease Institute, США) від 000 (рідке консистентне мастило) до ступеня 6 (надзвичайно густе). Переважно для промислового застосування беруться мастила ступеня від 000 до 2.

Мастильні оливи або рідинні мастильні матеріали. Мастильні оливи у більшості є очищеними нафтовими оливами із спеціальними присадками, що дозволяють збільшити термін їхнього використання у 2...4 рази. Оливи без присадок застосовують для мащення малонавантажених високошвидкісних вузлів машин. Останнім часом у зв'язку з підвищенням екологічних вимог, зокрема до продуктів нафтоперероблення та нафтохімії, спостерігається світова тенденція виготовляти пластичні й рідинні мастильні матеріали на основі рослинних олій: соєвої, соняшnikової, ріпакової, пальмової, генетично модифікованої соняшnikової та деяких інших.

Основними характеристиками, що слід враховувати і які є спільними для всіх рідких мастильних матеріалів є:

- в'язкість;
- температура застигання;
- температура спалаху;
- кислотне число.

В'язкість – одна з найважливіших характеристик мастильного матеріалу, що значною мірою обумовлює силу тертя між рухомими поверхнями, на які нанесено мастильний матеріал. Так як в'язкість є обернено пропорційною до температури (у діапазоні від -30 до +150 °С змінюється у тисячі разів) для стабілізації в'язкісно-температурних властивостей мастильних олій до їх складу додають спеціальні в'язкісні присадки, котрі відносно мало підвищують в'язкість базової оливи за низьких температур, але значно збільшують в'язкість при підвищених температурах. Значення в'язкості мастильного матеріалу завжди вказується для конкретного значення температури, зазвичай, це 40 °С.

Температура застигання – температура, за якої нафтопродукт втрачає рухомість (найнижча температура, при якій олива розпливається під впливом сили тяжіння). Поняття температури застигання використовується для визначення прокачуваності оливи трубопроводами та можливості змащення вузлів тертя, що працюють за понижених температур. Температура застигання має бути на 5...7 °С нижчою від температури, при якій олива повинна прокачуватись.

Температура спалаху – мінімальна температура, за якої в умовах спеціальних випробувань нафтопродукту над його поверхнею утворюється пара, здатна спалахнути від вогню без виникнення стійкого горіння. Температуру спалаху потрібно враховувати при подачі оливи до вузлів тертя, що працюють за підвищених температур. Температуру спалаху визначають у відкритому або закритому тиглі.

Кислотне число – кількість міліграмів гідроксиду калію (KOH), витраченого на нейтралізацію вільних кислот, що містяться в 1 г нафтопродукту. При старінні оливи кислотне

число зростає і часто саме воно є основним критерієм для заміни оливи у циркуляційних мастильних системах.



а)



б)

Рисунок 3 – Трансмісійна олива для автоматичних трансмісій (англ. Automatic transmission fluid, ATF) [56] – а. Мінеральне масло для двигуна – б [57].

Підбір рідких мастильних матеріалів для конкретних умов роботи обумовлюється такими характеристиками:

- індекс в'язкості – оцінка зміни в'язкості мастильного матеріалу залежно від зміни температури;
- окиснюваність – оцінка здатності оливи вступати у хімічну реакцію з киснем. Стійкість до окиснювання є показником стабільності тієї чи іншої оливи;
- екстремальний тиск (EP) – міра міцності масляної плівки, використовується для характеристики мастильних матеріалів сильно навантажених поверхонь тертя;
- заїдання (англ. stick-slip) – оцінка здатності мастильного матеріалу запобігати стрибкам та нестійкому рухові тертьових поверхонь.

За призначенням та областю використання мастильні оливи поділяються на:

- моторні;
- трансмісійні;
- індустриальні;
- гідравлічні.

Термін служби мастильної оливи залежить від швидкості накопичення у ній шкідливих домішок та її старіння. Суть старіння полягає у тому, що в процесі експлуатації відбувається хімічна взаємодія оливи з киснем повітря з утворенням шламу та розчинних кислот. Олива підлягає заміні, якщо виявлене підвищення її кінематичної в'язкості є більшим ніж на 30 %; зростання значення кислотного числа до 3 мг КОН на 1 г оливи; вміст води понад 0,2 %; вміст механічних домішок неабразивного характеру (шлам, домішки пластичних мастил) понад 0,1 %.

Газуваті мастильні матеріали можна поділити на дві групи:

- мастильні гази; це аргон, пара гасу, галогеніти та сірчисті сполуки (хлорметан і дихлорометан), суміш сірководню із сірковуглецем тощо,
- мастильні аерозолі, які за видом розпиленого мастильного матеріалу, своєю чергою, поділяють ще на дві підгрупи:
 - тумани, тобто аерозолі, у яких дисперсною фазою є рідинний мастильний матеріал,
 - дими, у яких дисперсною фазою є твердий мастильний матеріал.

Мінеральні моторні масла: характеристики і особливості. Кожен відповідальний водій знає, що моторне масло грає першорядну роль і має великий вплив на двигун. Силовий агрегат складається з великої кількості деталей, які в процесі роботи двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) піддаються серйозним навантаженням, причому як механічним, так і

температурним. Що стосується масла, мастильна рідина формує на сполучених поверхнях захисну плівку, дозволяючи уникнути сухого тертя і прискореного зносу. Також мастило виконує миючу функцію, а ще охолоджує поверхні деталей в зоні тертя.

Практичне застосування та поради при застосуванні мастил для автомобільної галузі.

Вибір моторного масла досить широкий. Масла поділяють на мінеральні, напівсинтетичні та синтетичні.

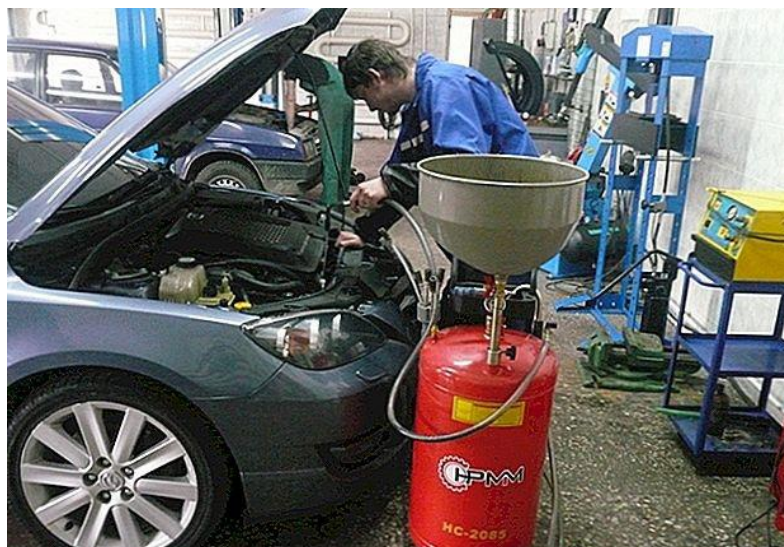


Рисунок 4 – Заливання масла в автомобіль на СТО [57]

Розглянемо докладніше, що таке мінеральне масло для двигуна, характеристики й відмінності даного продукту від інших аналогів. Найкращим маслом для двигуна буде мастило, яке підходить для конкретного ДВЗ з урахуванням всіх допусків і рекомендацій виробника автомобіля. Такі рекомендації окремо прописані в керівництві по експлуатації. Важливо розуміти, що будь-яке моторне масло являє собою базову масляну основу, в яку додається пакет присадок для забезпечення необхідних експлуатаційних властивостей і характеристик. Основа може бути як мінеральною, так і синтетичною. «Напівсинтетика» фактично є сумішшю мінеральних і синтетичних основ в певній пропорції. Незалежно від того, яка основа була використана, моторне масло, перш за все, має добре прокачуватися по системі змащення під час холодного пуску, а також масляна плівка повинна залишатися стабільною в умовах високих навантажень і температур. Також масло має захищати деталі не тільки від зносу, а й від корозії, мати здатність мити двигун зсередини й не втрачати заявлені властивості протягом усього терміну служби.

Плюси та мінуси мінерального масла для двигуна. Особливістю мінерального масла, є те, що, мінеральну основу отримують з нафти шляхом перегонки й очищення. Дана технологія виготовлення моторного масла є найпростішою, в результаті чого мінеральне масло відрізняється найбільш доступною ціною в порівнянні з «напівсинтетикою», гідрокрекінгом або синтетичними мастилами.

Мінеральні нафтові масла формують стійку масляну плівку, яка відрізняється достатньою стабільністю. Також слід виділити здатність делікатно очищати деталі двигуна від різних відкладень і забруднень. Мінеральне масло, як і будь-яке інше, містить у своєму складі пакет активних присадок, які покращують протизносні й миючі властивості мастила, захищають двигун від корозії, нейтралізують побічні продукти згоряння палива і т.д.

Головним недоліком мінерального масла є значна зміна в'язкості в умовах знижених температур. В зимовий період мастило стає в'язке і погано прокачується в момент холодного пуску ДВЗ. В результаті двигун стає важко завести, бо стартеру «важко» прокрутити колінчастий вал в «загуслому» мастилі. Також після запуску в'язке мастило не надходить до

деталей в повному обсязі, що стає причиною «масляного голодування» і сильного зносу силового агрегату.

Крім того, після виходу мотора на робочі температури присадки, додані в мінеральну основу, швидко вигоряють і спрацьовуються. Отже, термін служби мінеральних масел помітно менше, ніж у «синтетики» й «напівсинтетики», таке мастило потрібно міняти частіше.

Синтетика і гідрокрекінг. Синтетичні масла виготовляються за спеціальною і досить складною технологією. У випадку з гідрокрекінгом масла часто позиціонуються як синтетичні, однак це не зовсім так. Гідрокрекінгове масло також виготовлено з нафти, проте проходить складну переробку, що дозволяє спочатку натуральну основу максимально наблизити до синтетичної на молекулярному рівні.

Якщо ж говорити про чисту «синтетику», то це продукт високотехнологічного синтезу базового масла з газу етилену. В результаті синтетичні масла значною мірою мають кращі характеристики у порівнянні з базовими мінеральними мастилами, а також перевершують гідрокрекінгові продукти.

Основний їх недолік це – висока вартість виробництва. В результаті таку основу використовують в лінійці преміальних моторних масл. Таке мастило не сильно залежить від температури: на морозі зберігається плинність, при нагріванні таке мастило не вигорає. Також поліпшені антифрикційні властивості та збільшений термін служби й менша схильність до окислення і старіння.

Поради та рекомендації. З урахуванням наведеної вище інформації може здатися, що оптимальним варіантом є виключно синтетична основа. Зверніть увагу, у багатьох випадках навіть для сучасних двигунів немає ніякої необхідності заливати повністю синтетичне моторне масло. Більш того, для деяких ДВЗ таке мастило і зовсім не підходить.

Необхідність використовувати чисту синтетику виникає тільки тоді, коли:

- Малов'язке масло наказує сам виробник силового агрегату;
- двигун експлуатується в умовах гранично низьких температур;
- мотор постійно відчуває сильні навантаження, працює в режимах високих обертів і

т.д.

Для інших випадків, якщо в зимовий період температура не опускається нижче -30 градусів за Цельсієм, цілком можна заливати гідрокрекінг, при зниженні температури не нижче -20 підійде напівсинтетика, до -15 також можна використовувати якісну мінеральну.

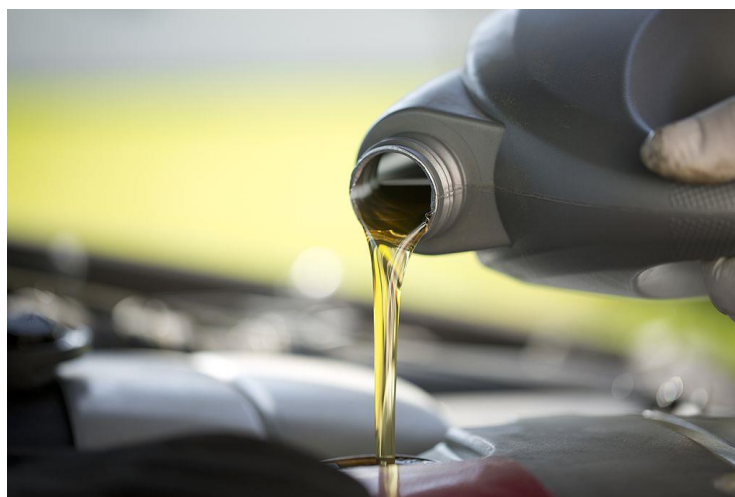


Рисунок 5 – Заливання моторної оливи у двигун внутрішнього згорання [58]

Якщо двигун уже має «певний знос», а пробіг становить близько 120-150 тис. км, замість "рідкої" синтетики або гідрокрекінгу в літній період або з урахуванням "м'якої" зими багато хто використовує «напівсинтетику» або навіть мінеральну основу [57].

Перш за все, якщо двигун зношений, підвищена плинність синтетичного масла нерідко призводить до того, що сальники і прокладки починають текти. Також малов'язкі масла формують стабільну, але тонку масляну плівку. Мотор на такому маслі може сильніше зношуватися, шумно працювати або навіть стукати.

Тиск в системі мастила також може виявитися низьким, виникає «масляне голодування», а далі поломка ДВЗ. З цієї причини мінеральне масло для двигунів з пробігом або «напівсинтетика» краще. Також можна додати, що синтетика більш «агресивно» чистить двигун, змиваючи відкладення з деталей. В результаті підвищується ризик забити брудом масляні канали. Мінеральні масла «миють» мотор повільніше і роблять це поетапно, затримуючи в собі змиті відкладення, які потім виводяться з двигуна при заміні масла. Як видно, для багатьох моторів цілком підходить якісне напівсинтетичне або мінеральне масло. Більш того, багато водіїв відзначають, що навіть з заводу деякі автовиробники досить часто заливають в двигун мінеральне, а не дороге синтетичне масло.

Наприклад, така ситуація спостерігається з японськими автомобілями, які експлуатуються також на території Японії. Технологічні і досить форсовані японські двигуни цілком нормально працюють на мінеральному і напівсинтетичному маслах, так як клімат цієї країни (відсутність морозних зим) дозволяє використовувати такі мастильні матеріали в ДВЗ зі збереженням планового ресурсу силової установки.

В Україні до питання підбору масла потрібно підходити диференційовано, тобто враховувати індивідуальні особливості експлуатації ТЗ (робити поправку на інтервали заміни масла, ступінь зниження температури в зимовий період, якість палива і т.д.). В США, Європі або Японії синтетичне масло, в середньому, можна змінювати кожні 20 або навіть 25 тис. км. Дешева мінеральна олива цілком здатна витримати до 10 тис. км.

При цьому важливо розуміти, що в Україні паливо низької якості часто погіршує властивості будь-яке масла набагато раніше заявленого терміну, причому як мінерального, так і якісну синтетичного. Це означає, що дороге синтетичне мастило в наших умовах все одно буде потрібно злити максимум через 13-15 тис. км. Мінеральне масло бажано замінити через 5-6 тис., «напівсинтетику» через 7-8 тис. км, масло на основі «гідрокрекінгу» насилу дотягує до 10 тис [57].

Тому, якщо в двигуні виробником допускається використання мінерального масла, то воно може виявитися самим раціональним вибором по співвідношенню ціни і якості. Тому головне, вчасно міняти таке мастило. Також зазначимо, що при покупці мастильних матеріалів для двигуна, трансмісії та інших вузлів, необхідно остерігатися підробок.

Більше про практичне застосування мастил, у тому числі, в енергомашинобудуванні можна в наступних джерелах [59 - 69].

Висновки. Розглянута термінологія, що стосується змащувальних охолоджувальних рідин, мастил, олів та олій, узагальненні та наведені деякі поради щодо їх застосування. Акцентовано увагу на необхідності своєчасній заміні мастил під час експлуатації вузлів машин та механізмів. Також слід додати, що крім змащувальної дії мастила можуть захищати матеріал деталі від корозії. В Україні вирощують значну кількість соняшника, ріпака та виготовляють із них олії, що дозволяє виготовляти екологічно чисті змащувальні рідини.

Список літературних джерел

1. Machining with minimum quantity lubrication: A step towards green manufacturing / Vikas Upadhyay, P. K. Jain, N. K. Mehta / January 2013. International Journal of Machining and Machinability of Materials 13(4):349 – 371. DOI: 10.1504/IJMMM.2013.054277.
2. Coolant and Lubrication in Machining / January 2014 Ramesh Kumar Singh, Vivek Bajpai, Vivek Bajpai ./ Handbook of Manufacturing Engineering and Technology. DOI: 10.1007/978-1-4471-4976-7_7-1.
3. Technical, Economic and Environmental Review of the Lubrication/Cooling Systems Used in Machining Processes / Diego Carou, Eva María Rubio, Benedicto Bet / November 2017 Procedia Engineering 184. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.04.075. License CC BY-NC-ND 4.0.

4. Chemical modification of vegetable oils for the production of biolubricants using trimethylolpropane: A review / F.J.Owuna and other / Egyptian Journal of Petroleum / Available online 30 November 2019 / P. 1 – 8. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2019.11.004>.
5. Vaibhav Koushik A.V, Narendra Shetty. S & Ramprasad.C. Vegetable Oil-Based Metal Working Fluids. A Review. International Journal on Theoretical and Applied Research in Mechanical Engineering (IJTARME). V. 1, № 1, 2012 P. 95–101
6. S.A. Lawal, I.A. Choudary, Y. Nukman. Application of vegetable oil-based metal working fluids in machining ferrous metals. A review. International Journal Of Machine Tools & Manufacture. 2012. № 52 P. 1–12.
7. Insight into the role of amines in Metal Working Fluids/ A. Lotierzo, V. Pifferi, S. Ardizzone, P. Pasqualin, G. Cappelletti. Corrosion Science. 2016, V. 110. P. 192 – 199.
8. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids / Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos. Environmental Science & Technology. 2006. V. 40 № 24. P. 7930–7937 DOI: 10.1021/es061418I.
9. M.A. Maleque, H.H. Masjuki, S.M. Sapuan. Vegetable- based biodegradable lubricating oil additives. //Industrial Lubrication and Tribology. 2003 V. 55. № 3. P.137–143.
10. Sustainable Lubrication Methods for the Machining of Titanium Alloys: An Overview // Enrique García-Martínez, Valentín Miguel, Alberto Martínez-Martínez, María Carmen Manjabacas, Juana Coello // Materials 2019, 12(23), 3852; <https://doi.org/10.3390/ma12233852>. (Special Issue of the Manufacturing Engineering Society 2019 (SIMES-2019)). Режим доступу: <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/23/3852/htm>.
11. Ponnekanti Nagendramma and Savita Kaul Development of eco-friendly/biodegradable lubricants: An overview. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2012. № 16. P. 764–774.
12. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73.
13. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.
14. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych / A. Balitskii, V. Hawrilyuk, J. Elias, W. Balitska, W. Kolesnikow. *Mechanik*. 2015. № 8-9. S. 722/168-176.
15. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "КОРОЗІЯ-2018". 5 - 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 - 331.
16. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В. Екологічно чиста змащувально-охолоджувальна рідина для механічної обробки сталі: тези доп. 12-го Міжнар. симп. українських інженерів-механіків у Львові м. Львів, 28-29 травня 2015 р. Львів, 2015. С. 80-81.
17. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.
18. Balitskii A., Kolesnikov V. Hydrogen Effects on the Formation of Nickel Based Superalloys Cutting and Wear Products. *Loading and environment effects on structural integrity: 22nd European Conference on Fracture (ECF22): Book of abstracts of Int. Conf., 26–31 August 2018. Belgrade (Serbia): Published by the Society for Structural Integrity and Life, DIVK, 2018. P. 182.*
19. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних сталей / О. Балицький, В. Колесніков, М. Гаврилюк, Я. Еліаш. Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних

- конструкцій: матеріали 5-ої Міжнародна науково-технічна конференція, м. Львів, 27-28 жовтня 2016 р. Львів, 2016. С. 17-18.
20. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій / Я. Еліаш, О. Балицький, М.Гаврилюк, В.Колесніков, В.Балицька. Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів. Київ, 2017. С. 418-422.
21. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки сталей: пат. 106988 України: МПК С10М 173/00, С10М 133/06, С10М 129/56; заявл. 21.12. 15; опубл. 10.05. 16. Бюл. № 9. 4 с.
22. Balitskii A., Hawrilyuk M., Eliasz J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452.
23. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р. Вплив модифікування сталі 38ХНЗМФА на структурно-фазовий стан та продукти різання за зміни технологічних умов. Фізико - хімічна механіка матеріалів. 2019. Т.55, № 6. С. 125 - 130.
24. М. Ю. Барна. Особливості класифікації масел моторних у митних цілях / Науковий вісник НЛТУ України Збірник науково-технічних праць. — Львів : РВВ НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.10. — 344 с. ISSN 1994-7836.
25. . ДСТУ 3437-96 Нафтопродукти. Терміни та визначення. Чинний від 01.07.1997. — К. : Держстандарт України, 1996. — 100 с.
26. ГКД 34.43.101-97 Приймання, застосування та експлуатація трансформаторних масел Методичні вказівки.
27. Seung-Hyun Yoo, Young-Wun Kim, Kunwoo Chung, Seung-Yeop Baik, Joon-Seop Kim. Synthesis and corrosion inhibition behavior of imidazoline derivatives based on vegetable oil. Corrosion Science. V. 59. 2012. P. 42–54.
28. Doll, K.M., Sharma, B.K. Emulsification of Chemically Modified Vegetable Oils for Lubricant Use. Journal of Surfactants and Detergents. 2011. V. 14. №. 1. P 131–138. DOI: 10.1007/s11743-010-1203-x.
29. Y.M. Shashidhara and S.R. Jayaram. Vegetable oils as a potential cutting fluid. An evolution. Tribology International 2010. № 43. P. 1073-108.
30. Кириченко В.И., Бойченко С.В. Химмотологические аспекты получения экологически безопасных компонентов топлив и смазочных материалов из возобновляемого сырья: монографія. “Проблеми хімотології. Теорія та практика раціонального використання традиційних та альтернативних паливно-мастильних матеріалів”: матеріали V міжнародної науково-технічної конференції. Київ, 6-10 жовтня 2014 р. Національний авіаційний університет. Київ: НАУ, 2014. С. 291–300.
31. Менумеров Э.Р., Якубов Ч.Ф., Аметов И.Э. О возможности повышения эксплуатационных характеристик СОТС на основе растительных масел. Вестник Хмельницкого национального университета. 2006. № 6. С. 44–48.
32. Поп Г.С., Бодачівська Л.Ю., Вечерік Р.Л. Поверхнево-активні речовини та композиційні системи на основі рослинних олій і фосфатидів. Хім. пром-сть України. 2008. Т. 86, № 3. С. 33–37.
33. Wilfried J. Bartz. Lubricants and the environment. Tribology International. 1998. V. 31, N 1-3. P. 35–47.
34. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. М.: Пищевая промышленность, 1974. 442 с.
35. Nabel A. Negm, Galal H. Sayed, Manal G. Mohamed, Mahmoud Bekheit Eco-Friendly Vegetable Oil-Based Metalworking Fluid (MWFs) from Modification of Glycolyzed Products of Polyurethane. Journal of Surfactants and Detergents. 2016. V. 19. № 3. P. 455–466. DOI: 10.1007/s11743-016-1806-y.

36. Dharma R. Kodali. High performance ester lubricants from natural oils. *Industrial Lubrication and Tribology*, 2002. V. 54 № 4. P. 165–170.
37. Кириченко Л.М., Кириченко В.І., Свідерський В.П. Нові мастильно-охолоджуючі засоби для механічної обробки металів: проблеми одержання і застосування. *Вісник Технол. ун-ту Поділля*. 2001. Т. 1. № 3. С. 95.
38. Розенфельд И.Л., Лоскутов А.И., Алексеев В.Н. Адсорбция олеата натрия и воды на окисленной поверхности алюминия. *Изв. АН СССР. Сер. Химическая*. 1982. № 2. С.54–259.
39. Ребиндер П.А., Фукс Г.И. *Успехи коллоидной химии*. М.: Наука, 1973. 100 с.
40. Исследования адсорбции ряда ненасыщенных жирных кислот на окиси алюминия методом ИК-спектроскопии / Р.А. Булгакова, М.Н. Полтева, В.П. Персианцева, Н.П. Соколова. *Коллоид.журн.* 1985. Т. 47. № 4. С. 782–786.
41. Адсорбция олеата натрия и влияние её на растворение алюминия, железа и их сплавов в нейтральной среде / И.Л. Розенфельд, А.И. Лоскутов, Ю.И. Кузнецов и др. *Защита металлов*. 1981. Т. 17. № 6. С. 699–706.
42. Савченко О.М. Розробка інгібіторів корозії сталей на основі модифікованих рослинних олій: дис... канд. техн. наук: 05.17.14 / ЧНТУ. Чернігів, 2006. 205 с.
43. Квашук Ю.В. Розробка екологічно безпечних інгібіторів корозії для захисту обладнання харчових виробництв: дис... канд. техн. наук: 05.17.14/ЧНТУ. Чернігів, 2014.190с
44. Langmuir I. The Chapes of group molecules forming the surface of lighids. *Roc. of National Academy of Sciences. Washington*, 1917. V. 3. № 44. P. 251.
45. Исследования адсорбции ряда ненасыщенных жирных кислот на окиси алюминия методом ИК-спектроскопии / Р.А. Булгакова, М.Н. Полтева, В.П. Персианцева, Н.П. Соколова. *Коллоид.журн.* 1985. Т. 47. № 4. С. 782–786.
46. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids / Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos. *Environmental Science & Technology*. 2006. V. 40 № 24. P. 7930–7937 DOI: 10.1021/es061418I.
47. Характер адсорбции на стали ингибиторов на основе растительного сырья / О.И. Сизая, О.Н. Савченко, А.А. Королев, В.Г. Ушаков. *Физикохимия поверхности и защита материалов*. 2008. Т. 44, № 3. С. 267–271.
48. Наноструктурні процеси при інгібіторному захисті сталі модифікованою рослинною олією / О.І. Сиза, О.М. Савченко, О.Д. Сміян., Л.М. Капітанчук. *Фізика і хімія твердого тіла*. 2006. Т. 7. № 1. С. 180–186.
49. Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала: учебное пособие / В. Н. Кокорин, Ю. А. Титов. –Ульяновск : УлГТУ, 2004. – 55 с. Режим доступа: http://venec.ulstu.ru/lib/v7/kokorin2005_2.pdf.
50. Производство, оптово-розничная продажа техмасел и смазочно-охлаждающих жидкостей. Режим доступа: https://oilcool.ru/article/emulsol_sostav_kharakteristiki_primenenie_raskhod.
51. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Змащувально-охолоджувальні рідини. Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Змащувально-охолоджувальні_рідини.
52. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Автор: Glenn McKechnie - Photograph taken by Glenn McKechnie, CC BY-SA 2.0. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=294427>.
53. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Мастильний матеріал. Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Мастильний_матеріал
54. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Автор: Surv1v411st - Власна робота, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=48320840>.
55. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Індекс пенетрації. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F>.
56. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Трансмісійна олива для автоматичних трансмісій (англ. Automatic transmission fluid, ATF). Автор: Автор: Hans Naase - Власна робота, CC BY-SA

4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=49498416>.

57. Мінеральні моторні масла: характеристики і особливості. Режим доступу: <https://uk.mirarh.ru/mineralni-motorni-masla-kharakteris>.

58. Вікіпедія. Вільна енциклопедія. Режим доступу: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SIGAUS_aceite.jpg#/media/Файл:SIGAUS_aceite.jpg

59. Смазки для автомобілей. Режим доступу: <https://kingavto.com.ua/catalog/smazki>.

60. Анатолий Шейпак. История науки и техники. Энергомашиностроение. М: Прометей, 2017 г. С. 290. ISBN: 978-5-906879-26-4.

61. Кузнецов, Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей. – М.: Транспорт, 2001. – 535 с. – ISBN 5-02-002593-3.

62. USA: Approved Engine Oils for the Latest Engines. Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20071015175730/http://whnet.com/4x4/oil.html>.

63. Пять важных жидкостей в автомобиле. Режим доступу: <https://autorambler.ru/razborka/pyat-vidov-zhidkostey-kotorye-nuzhno-proveryat-v-avtomobile.htm>.

64. Технические жидкости: проверка и интервалы замены. Режим доступу: https://lukoil-shop.ru/articles/tekhnicheskie_zhidkosti_proverka_i_intervaly_zameny.

65. Ефим Розкин. 6 мест в автомобиле, которые нужно обязательно смазать перед зимой. . Режим доступу: <https://www.avtovzglyad.ru/sovety/ekspluataciya/2019-10-02-6-mest-v-avtomobile-kotorye-nuzhno-objazatelno-smazat-pered-zimoj/>.

66. В. В. Волгин. Энциклопедия автобизнеса. Секреты дилеров. – М.: Издательство «Ось 89», 2009. - 832 с. ISBN: 978-5-98534-996-2.

67. Зарубежные масла, смазки, присадки, технические жидкости. / Резников В.Д., Шестаковская Т.В., Довгопол Е.Е., Чепурова М.Б. Издательство: Техинформ. 2005. – 280 с.

68. Зарубин В.П., Сычев С.А. Возможность использования передвижной мастерской для проведения технического обслуживания и ремонта пожарной техники / Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново, 2017. – С. 240-243.

69. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Частина 1./ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 353с. Режим доступу: http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn1.pdf

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Шуліка Сергій Олександрович – студент, що навчається за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

Гаврилюк Марія Романівна – к.т.н., науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Колесніков В. О., к.т.н., доц.; Шуліка С. О.; Гаврилюк М. Р., к.т.н., н.с.

МАСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ ТА ЕНЕРГОМАШИНОБУДУВАННЯ. ЧАСТИНА 2. ПРИКЛАДИ ВИПРОБУВАНЬ

В роботі в стислій формі наведені деякі відомості, що стосуються класифікації та застосування мастильних рідин для транспортної галузі. Наведені приклади випробування моторних мастил на в'язкість та заморожування.

В роботі продовжено огляд мастил та масел. За результатами аналізу літературних та інтернет джерел пропонується класифікацію та позначення мастил [1 – 3].

Дослідження властивостей та застосування ЗОР, виготовлених на базі вітчизняної сировини приведені в [4 - 24].

Згідно міжнародної класифікації та позначення мастил, що запропонована Американський національний інститут пластичних мастил (National Lubricating Grease Institute (США)). Перший параметр, яким оперує однойменна класифікація, це «консистенція змащення» (простіше кажучи, ступінь її густоти).

Існує дев'ять категорій від 000 до 6 (див. табл. 1):

Таблиця 1 – Міжнародні класифікації та позначення мастил. National Lubricating Grease Institute (USA)

Клас NLGI	Число (0,1 мм) пенетрації	Консистенція	Область застосування
000	445-475	дуже рідка	закриті зубчасті передачі
00	400-430	рідка	
0	355-385	напіврідка	центральні мастильні системи
1	310-340	дуже м'яка	
2	265-295	м'яка	кулькові / роликові підшипники
3	220-250	напівтверда	високошвидкісні підшипники
4	175-205	тверда	
5	130-160	дуже тверда	відкриті зубчасті передачі
6	85-115	надтверда	

- категорії 000 і 00 є напіврідкими мастилами, що використовуються, як альтернатива олів в механізмах і централізованих системах змащення з малим перерізом каналів (наприклад, у двигунах сучасних вантажівок)

- 0 і 1 категорії для застосування в головних централізованих системах змащення (наприклад промислове обладнання, вантажні автомобілі)

- категорії 2 і 3 використовуються в основному для змащення підшипників (зауважимо, що категорія 2 найбільш поширена серед пластичних мастил для легкового транспорту)

- категорії 4 і 6 представляють виключно густі мастила і використовуються рідко.

Згідно з міжнародною класифікацією ISO, мастила позначаються поруч буквами і цифрами. Німецький стандарт DIN 51502, яким керуються виробники більшості європейських

країн, встановив позначення пластичних мастил шляхом застосування класифікації NLGI і спеціальних літерних позначень.

Стандарт DIN 51502 класифікує пластичні мастила за призначенням, типом базового масла, набору присадок, що входять до складу мастила, діапазону робочих температур і стійкості до вимивання.

Приклад маркування пластичного мастила KP2K-30 за DIN 51502:

K - Код призначення мастила (табл. 2);

P – Код базового масла і присадок (табл. 2);

2 – Клас консистенції за класифікацією NLGI;

K – Код верхньої температури застосування і стійкість до вимивання (табл. 3);

-30 – Значення найбільш низької температури застосування в °С.

Розшифровка характеристики:

Пластична мастило, призначене для змащування підшипників ковзання і кочення (K), що містить «протизносні» та «протизадирні» присадки (P), вироблене на базі мінерального базового масла (код синтетичного масла, наприклад HC = вуглеводневої, відсутній). Максимальна температура застосування +120°C (K). Нижня межа температурного діапазону застосування – мінус 30°C (-30).

Таблиця 2 – Призначення пластичних мастил

Код	Призначення
K	Для підшипників кочення і ковзання, площин ковзання
G	Для закритих передач
OG	Для відкритих передач
M	Для підшипників ковзання і ущільнень

Таблиця 3 – Синтетичні базові масла і присадки

Код	Синтетичні базові масла
E	Поліефірне базове масло
FK	Фторвуглеводне базове масло
HC	Синтетичне вуглеводневе базове масло
PH	Базове масло на основі ефірів фосфорної кислоти
Продовження таблиці на наступній сторінці	
PG	Полігліколеве базове масло
SI	Силіконове базове масло
X	Інші типи базових масел
Код	Присадки
P	Протизадирні присадки EP
F	Тверді наповнювачі (графіт, дисульфід молібдену і т.п.)

Таблиця 4 – Верхні межі температури застосування і водостійкість

Код	Верхня межа робочої температури, °С	Стійкість до вимивання водою температури (° С) за DIN 51807
C	+60	0 або 1 при 40 °С
D	+60	2 або 3 при 40 °С
E	+80	0 або 1 при 40 °С
F	+80	2 або 3 при 40 °С
G	+100	0 або 1 при 90 °С
H	+100	2 або 3 при 90 °С
K	+120	0 або 1 при 90 °С
M	+120	2 або 3 при 90 °С
N	+140	Обговорюється додатково
P	+160	Обговорюється додатково
R	+180	Обговорюється додатково
S	+200	Обговорюється додатково
T	+220	Обговорюється додатково
U	Вище +220	Обговорюється додатково

Класифікація автомобільних масел по SAE. Класифікація масел по SAE це 5 типів літнього мастила, які нумеруються цифрами (20, 30, 40, 50, 60), 6 типів зимових мастил, де буква W означає «зима» 0W, 5W, 10W, 15W, 20W, 25W). Всесезонні масла позначають двозначним кодом, наприклад, 10W40. При цьому перше число вказує на мінімальні значення динамічної в'язкості мастила при негативних температурах і гарантує стартові властивості (щоб зрозуміти при якій мінімальній температурі масло не втрачає свої властивості необхідно відняти з числа 35), друге число демонструє діапазон кінематичної в'язкості при 100 С та динамічної в'язкості при 150 °С.

Класифікація автомобільних моторних масел по API. Вибір масла повинен виходити не тільки з в'язкості, а й враховувати експлуатаційні характеристики моторного масла (термін служби автомобіля, тип і особливості двигуна та інше) для чого існує класифікація масел по API. Ця класифікація моторних масел передбачає поділ автомобілів на два типи: S (Service Station) – бензинові двигуни й C (Commercial) – дизельні двигуни. Друга літера (A, B, C, D, E, F, G, H, J, L, M) визначає рівень експлуатаційних властивостей. Найкращими сьогодні є моторні масла для легкових автомобілів з маркуванням SM, саме вони, як показує експертиза, найкраще підходять для сучасних потужних двигунів, що працюють у складних умовах.

Експертиза моторних масел, каже, що моторні масла класу SC підходять для автомобілів 1964 - 1967 р.р. випуску, SD – для авто 1968 – 1971 р.р. випуску, SE – 1972 – 1979 , SF – для автомобілів до 1988 р. SG – 1989 - 1993 р.р. Для дизельного палива також існують масла, використовувані тільки в старих автомобілях CB – дизельне масло для автомобілів 1949 – 1960 р.р., CC – з 1960 р., CD – з 1955 р. (CD + масло дизельне для японських автомобілів). Саме останнє з'явилася маркування дизельних мастил - CI- 4, створене в 2002 р., замінює попередні покоління CD, CE, CF- 4, CG- 4, і GH- 4.

Класифікація масел по ACEA. Ще одна вірогідна класифікація автомобільних масел - ACEA. Вважайте можливим вибрати моторне масло, що знаходиться із типом сучасного руху. Таким чином, класифікуються A1, A2, A3 під дією для бензинових двигунів; класи B1,

B2, B3, B4 - для дизельних легких двигунів; класи E1, E2, E3, E4 - для дизельних двигунів важливого транспорту. Чим вища цифра, тим часом потрібно вимагати до масел (скорочення для класів A1 і B1).

Потрібно відзначити, що власна класифікація автомобільних моторних масел є у виробництві виробників, і нерідко вона намагається перенести і створити багато параметрів, але, по суті, існує достатньо маркетингового ходу. Так, оригінальна і провідна марка додала компанію Mobil: Mobil 1 New Life (0W - 40) – моторне масло для автомобілів із закупівлями від 0 до 100 тис. км, Mobil 1 Peak Life (5W - 50) – для автомобілів із пробігом від 100 тис. км, Mobil 1 Extended Life (10W- 60) - для автомобілів із пробігом від 150 тис. км. ESPFormula (5W-30) – для дизельних двигунів.

Випробування моторних масел на в'язкість після заморожування. За зимову в'язкість відповідає перша цифра з буквою W. Але як виявилось на практиці навіть перша цифра 5W на практиці відрізняються. Автори [25 – 27] порівнювали в'язкість масел на холоді, щоб визначити яке стійкіше до замерзання.

Для визначення в'язкості треба взяти пробірки в які закладають кульки, що будуть з різною швидкістю опускатись вниз (рис. 1 а). Кульку виймали з підшипника (рис. 1 б). Якщо масло більш рідке то кулька тоне скоріше.



а



б

Рисунок 1 – Експеримент по визначенню в'язкості масла – а. Розбирання підшипника – б [26]

Номери досліджуваних масел (всі масла W30, крім Idemitsu W20) :

- 1 – Motul;
- 2 – G-Energy;
- 3 – Castrol Magtec;
- 4 – Mobil1;
- 5 – Total Quartz;
- 6 – Genesis Armotech;
- 7 – Genesis Claritech;
- 8 – Shell Helix Ultra;
- 9 – Castrol Edge;
- 10 – Idemitsu (zebro) SN OW-20.

Розливання масел здійснюють через лійку в пробірку за номерами (рис. 2б), в кожен пробірку додають кульку (рис. 3), герметизують пробірки (рис. 4б) та закріплюють колодки (рис. 5а). Фіксують результати експерименту (рис. 5б).



а

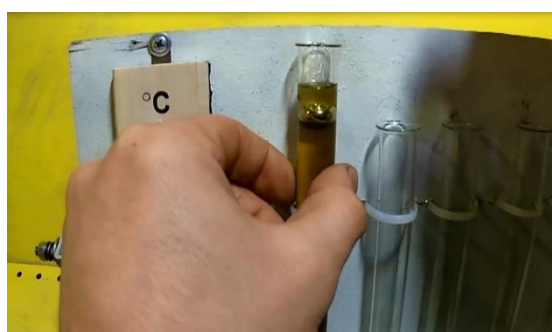


б

Рисунок 2 – Стенд для проведення експериментів – а. Розливання масла – б [26]



а



б

Рисунок 3 – Додавання кульки в пробірку [26]



а

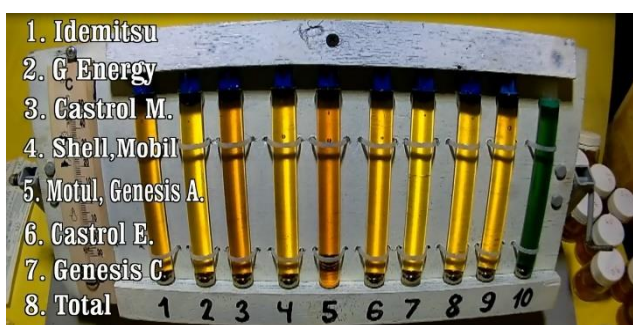


б

Рисунок 4 – Заливання масла – а. Герметизація пробірок – б [26]



а



б

Рисунок 5 – Закріплення колодки – а. Результати першого експерименту – б [26]

Результати першого експерименту (розподіл за місцями): 1- Idemitsu (zebro) SN OW-20; 2 - G-Energy; 3 - Castrol Magtec; 4 - Shell Helix Ultra; Mobil1; 5 - Motul; Genesis Armotech; 6 - Castrol Edge; 7 – Genesis Claritech; 8 - Total Quartz.

Далі стенд із пробірками виставили на мороз та витримали 2 години. Температура досягала мінус 22 °С (рис. 6, 7).

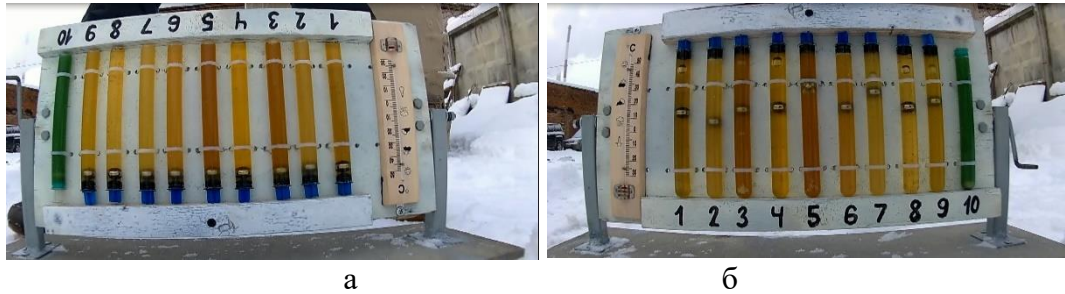


Рисунок 6 – Тримання 2 годин на морозі – а. Після перегортання стенду - б [26]



Рисунок 7 – Результати експерименту [26]

Різниця в порівнянні майже немає, що в теплі, що на холоді. Але Motul виявився більш стабільним і перескочив з 4 на 3 місце.

Визначення в'язкості масла за робочих температур 100 °С. В'язкість масла за робочих температур 100 °С параметр, що визначає працездатність у двигуні. Принцип дії приладу (реометра (рис. 8)) заснований на опорі обертання деталі в маслі з відомими геометричними параметрами. Старіння масла є великою проблемою. Масло старіє і втрачає свої властивості, що змазують, так що вузли починають працювати повільніше і підвищується знос. Мاستило втрачає масло внаслідок випарних процесів, воно висихає і твердне.



Рисунок 8 – Прилад реометр [27]

Для проведення експериментів необхідно застосовувати термостат (рис. 9), який підтримує значення температури в широкому діапазоні від мінус 40 до 200 °С. В'язкість моторних масел опосередковано вказує на товщину масляної плівки у різних парах тертя.



Рисунок 9 – Термостат [27]

Для проведення експерименту масло витримували при температурі 200 С певні проміжки часу (рис. 10). В справжніх двигунах під час експлуатації змінюються властивості масла, тому якщо проводити експерименти зі товарним маслом, то результати будуть не достовірні.

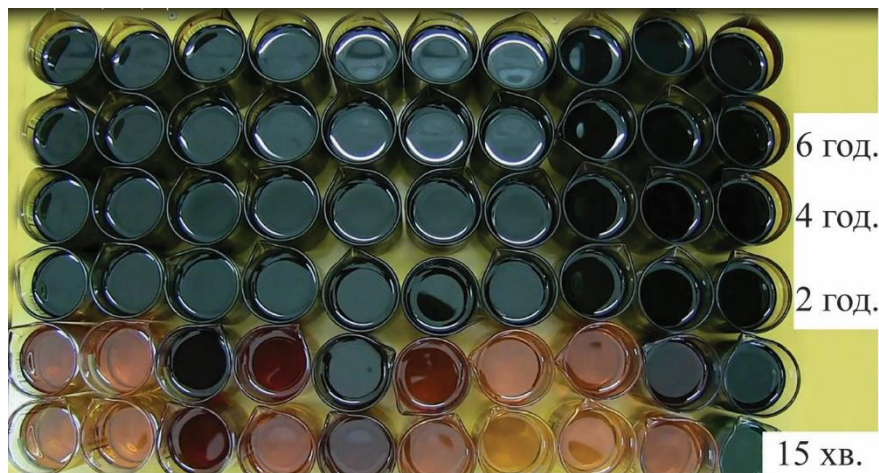


Рисунок 10 – Витримання масел за певний час [27]

	MOTUL ECOLITE	LUKOIL GENESIS CLARITECH	SHELL HELIX ULTRA	LUKOIL GENESIS ARMORTECH	TOTAL QUARTS	Газпром- нефть G-ENERGY	CASTROL EDGE	CASTROL MAGNATEC	MOBIL 1
В'язкість свіжого масла за 100 °С, мм ² /с	11.5	11.6	12.0	10.0	10.6	10.1	11.5	9.5	11.9
Масло застаріле за температурою 250, °С, %									
15 хв.	0	+2.7	0	0	+2.3	0	+3.8	-4	+1.5
2 год.	-2,7	0	-6.2	-3.8	-3.5	-4.3	+3.8	+2.6	-6.3
4 год.	0	-3.8	-3.1	-5	-3.5	-6.8	0	-7.9	-9
6 год.	0	0	-2.0	-3.8	-2.4	-4.9	-4.3	-6.6	-13.2
Оцінка за 5 - бальною шкалою	5	5	4	4	4	3	2	2	1

Рисунок 11 – Результати експериментів [27]

На останньому місці виявився Mobil1 який показав саму значну зміну в'язкості. В'язкість масла Motul майже не змінилась під час проведення експериментів. За ним йде Lucoil Genesis Claritech. Третє – місце Shell Helix Ultra. Четверте – Genesis Claritech; П'яте місце – Total Quartz його в'язкість спочатку підвищилась, а потім почала падати (масло стало більш рідким). G-Energy на шостому місці, його в'язкість теж впала. Сьоме місце – Castrol Edge, а восьме – Castrol Magtec.

З властивостями масел, що застосовуються в транспортній галузі та енергомашинобудуванні можна ознайомитись в наступних джерелах [28-39].

Висновки. Наведено класифікацію та маркування масел (в т.ч для автомобілів). Показано приклад випробування моторних масел за показником - в'язкість при мінусовій температурі. Потрібно відзначити, що масло використовується для збільшення терміну служби і надійності механічного вузла тертя. Мастила потрібно вибирати відштовхуючись від умов, в яких вони будуть працювати, враховуючи їх стійкість до старіння. Таким чином, можна підвищити надійність і ефективність роботи змащуваних механізмів

Список літературних джерел

1. Класифікація пластичних мастил. Режим доступу: <http://forsage.rv.ua/lubricants.htm>
2. Класифікація пластичних мастил NLGI. Режим доступу: <http://uaz-upi.com/klasifikatsiya-plastichnikh-mastil-nlgi>.
3. Яке моторне мастило вибрати для вашого авто? Режим доступу: https://rikauto.com.ua/ua/news_full/1002.
4. Балицький О.І., Колесніков В.О., Еліаш Я., М.Р. Гаврилюк Особливості руйнування наводнених високо азотних марганцевих сталей в умовах тертя кочення // Фіз.-хім. механіка матеріалів. – 2014, Том 50. – № 4. – С. 110 – 116.
5. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84953347662&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=1&citeCnt=1&searchTerm=>
6. Балицький О.І., М.Р. Гаврилюк, Колесніков В.О., Екологічно чиста змащувально-охолоджуюча рідина для механічної обробки сталі (Ecologically clean lubricant-cooling liquid for steel machining) 12-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 28-29 травня, 2015 року. - С. 80 – 81.
7. Alexander Balitskii, Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W, Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Obrobka skrawaniem – 9.- Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Edwarda Miko // IX Szkola Obrobki Skrawaniem, Sandomierz Kielce, 2015. – S. 168-176. Режим доступу: http://www.mechanik.media.pl/pliki/do_pobrania/artykuly/22/21_168_176.pdf.
8. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Efektywnosc olejow roslinnych jako cieczy smarujaco-chlodzacych w obrobce skrawaniem stali wirnikowych // Mechanik. – 2015. – N 8-9.–S.722 (168-176).DOI: 10.17814/mechanik.2015.8-9.424. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/efektywnosc-olejow-roslinnych-jako-cieczy-smarujaco-chlodzacych-w-obrobce-skrawaniem-stali-wirnikowych.html>.
9. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19815>. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
10. Балицький О.І., Гаврилюк М.Р., Дев'яткін Р.М., Колесніков В.О., Федусів І.Р. Концентрат змащувально-охолоджуючої рідини для механічної обробки металів. Патент на

корисну модель № 106988 України, МПК (2016.01) C10M 173/00, C10M 133/06 (2006.01), C10M 129/56 (2006.01). Заявка № u 2015 12667; Заявлено 21.12.2015. Опубліковано 10.05.2016. Бюл. №9.- 4 с.

11. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Obrobka skrawaniem – 10. – Obrobka skrawaniem podstawa rozwoju metrologii / Pod redakcja Jana Burka // X Szkoła Obrobki Skrawaniem, Rzeszow-Lancut, 2016. – S. 447-452. Режим доступу: <http://www.mechanik.media.pl/artykuly/oddziaływanie-wodoru-na-kształtowanie-i-odprowadzenie-wiorow-w-obrobce-skrawaniem-stali-wysokostopowych-z-uzyciem-ekologicznych-cieczy-smarujaco-chlodzacych.html>

12. Balitskii A., Hawrilyuk M., Elias J., Balitska W., Kolesnikow W. Oddziaływanie wodoru na kształtowanie i odprowadzenie wiórów w obróbce skrawaniem stali wysokostopowych z użyciem ekologicznych cieczy smarująco-chłodzących // Mechanik. – 2016. – N 10. – S. 1412-1413. <http://dx.doi.org/10.17814/mechanik.2016.10.387>. Режим доступу: <http://sci.ldubgd.edu.ua:8080/bitstream/handle/123456789/3064/Mechanika.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

13. Дослідження впливу змащувально-охолоджувальних рідин на оброблюваність високоміцних металів // О. Балицький, М. Гаврилюк, В. Колесніков // Тез. доп. 5-ої Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». 27-28 жовтня – Львів: КІНПАТРИ ЛТД. – 2016. – С. 17-18. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331413198_Doslidzenna_vplivu_zmasuvально-oholodzuvalnih_ridin_na_obrobluvanist_visokomicnih_metaliv_O_Balickij_M_Gavrilyuk_V_Kolesnikov_Tez_dop_5-oi_Miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Teoria_ta_praktika_ra

14. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.

15. Балицький О.І., Колесніков В.О. Гаврилюк М.Р., Еліаш Я., Діагностування пошкоджень та руйнування важкооброблювальних сплавів за результатами досліджень продуктів зношування та різання (Diagnostics of defects and fracture of hard-to-process alloys by the results of investigation of wear and cutting products) // 13-й Міжнародний симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. 18-19 травня, 2017 року. С. 189 – 191. Режим доступу: http://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/3559/148.%20Kolesnikov%20P.189_191.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

16. Еліаш Я. Балицький О., Гаврилюк М., Колесніков В., Балицька В. Екологічно чисті змащувально-охолоджуючі рідини на базі рослинних олій // Монографія “Проблеми хімотології та практика раціонального використання традиційних і альтернативних паливно-мастильних матеріалів” / За заг. ред. С.Бойченка – Центр учбової літератури. Київ, 2017. – С. 418-422. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331558509_Elias_A_Balickij_OI_Gavrilyuk_MR_Kolesnikov_VO_Balicka_VO_Ekologicno-cisti_zmasuvально-oholodzuuci_ridini_na_bazi_roslinnih_olij_Monografia_VI_Miznarodnoi_naukovo-tehnicnoi_konferencii_Problemi_himnotol

17. Колесніков В.О. Концепція проведення діагностики технічних систем за аналізом продуктів зношування та різання // XXV відкрита науково-технічна конференція молодих науковців і спеціалістів КМН-2017. 27- 29 вересня 2017 р. С. 131 – 132. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331332036_Kolesnikov_V_O_Koncepcia_provedenna_diagnostiki_tehnicnih_sistem_za_analizom_produktiv_znosuvanna_ta_rizanna_Konferencia_molodih_naukovciv_i_specialistiv_Fiziko-mehanicnogo_institutu_im_G_V_Karpenka_N

18. Колесніков В.О. Підвищення корозійної тривкості деталей з важкооброблюваної сталі під час механічного оброблення точінням // Матеріали XIV Міжнародної конференції "Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів "Корозія-2018". 5

- 6 червня 2018 р., м. Львів. - С. 328 – 331. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/333220918_MATERIALI_VII-oi_MIZNARODNOI_NAUKOVO-PRAKTICNOI_INTERNET-KONFERENCII_PROBLEMI_I_PERSPEKTIVI_ROZVITKU_AVTOMOBILNOGO_TRANSPORTU_8-10_kvitna_2019_MATERIALS_OF_VII-th_INTERNATIONAL_SCIENTIFIC_PRACTICAL_IN.

19. Балицький О.І., В. О. Колесніков, Гаврилюк М. Р. Вплив змащувальної охолоджувальної рідини на формування продуктів різання сталі 38ХНЗМФА // Фізико - хімічна механіка матеріалів. – 2018. - № 5 – 103-107. Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/331877029_Fiziko-himicna_mehanika_materialiv-2018-No_5-Physicochemical_Mechanics_of_Materials_UDK_621.

20. Колесніков В.О. Дослідження механічної оброблюваності та пошкоджуваності Ni-Co сплавів // Матеріали 6-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Теорія та практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій». — Львів: КІНПАТРІ ЛТД. — 2018. — С. 44 – 46. Режим доступу: http://znc.com.ua/ukr/news/2016/201810_konf1.pdf.

21. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Материалы VII-й Международной научно - технической интернет-конференции "Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта", 8 - 10 апреля 2019, г. Винница. - С. 72 - 83. Режим доступа: <http://dSPACE.luguniv.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/3790/1/175.%20Kolesnikov%20P.%2072%20-%2083.pdf.>

22. Балицький О., Колесніков В., Еліаш Я., Гаврилюк М. Вплив типу металевої матриці на механічну оброблюваність сталей та сплавів для енергетики // Матеріали.14-й Міжн. симпозиум українських інженерів-механіків у Львові. Матеріали. – Львів. 23-24 травня 2019. - С. 6-8. Balitskii A., Kolesnikov V., Elias J., Havrylyuk M. Influence of metallic matrix types on the tooling of steels for power engineering // Proc. of the 14-th International Symposium of Ukrainian Mechanical Engineers in Lviv. - Lviv, Ukraine, 23-24 May 2019. - P. 6-8. Режим доступу: http://www.mi.sanu.ac.rs/novi_sajt/research/projects/Materialy_ISUMEL_14--%20PROCEEDINGS%20ISUMEL%202019.pdf.

23. Колесніков В.О. Дослідження механічної обробки аустенітної високоазотної сталі // Матеріали I міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2019”, 13 - 15 травня 2019 р., м. Вінниця. – С. 206 – 208. Режим доступу: <https://studylib.ru/doc/6237933/kolesn%D1%96kov-v.o.-dos%D1%96dzhennya-mehan%D1%96chno%D1%97-obrobki-austen%D1%96tno.>

24. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7. Режим доступу: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85069729621&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=4f73bdf9754dfdac7256947d377c3271&sort=autdocs&sdt=autdocs&sl=17&s=AU-ID%288918120300%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=#references.>

25. Маслоchart 1, поиск лучшего моторного масла, зольность, испаряемость. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=hGW3THAsf6o>

26. Маслоchart 2, лучшее моторное масло, вязкость, заморозка. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=JtnBVz4nf3Q.>

27. Лучшее моторное масло для зимы, заключительный тест по заморозке. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=1uJ58tM0cn0.>

28. Смазки и смазочные вещества. Энергетика. Режим доступа: <https://forca.ru/stati/energetika/smazki-i-smazochnye-veschestva.html.>

29. Смазочные материалы для энергетики. Режим доступа: <https://www.total.ua/ru/energetics.>

30. История компании Bardahl (Бардаль). Режим доступа: <http://www.bardahl-ua.com/istoriya-kompanii-bardahl.>

31. Белосельский Б.С. Технология топлива и энергетических масел: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МЭИ. – 2005. – 346 с.
32. Елесеєв В. Е., Наумов И. У. Способ регенерации отработанного моторного масла / Институт химии им. В.И. Никитина, 7.12.88. БИ №45.
33. Заскалько П. П., Загородный Н. Г., Донькин Е. И. Вторичное использование отработанных масел // Автомобильная промышленность. 1988. – №8. – С. 35 - 37.
34. Картавцева З. М., Калганов В. А., Прохорова Р. В. О методе оценки фунгицидной активности биоцидных присадок к СОЖ. // Микробиологический журнал. 1990. – т. 52, №1. – С. 99 - 105.
35. Картошкин А. П. Новая концепция сбора и переработки отработанных смазочных масел // Материалы научно-техн. семинара стран СНГ // СПГАУ. 1995. - С. 29 - 30.
36. F.J. Owuna, M.U. Dabai, M.A. Sokoto et al., Chemical modification of vegetable oils for the production of biolubricants using trimethylolpropane. // Egyptian Journal of Petroleum, 2019. – Vol. 28. – P. 1–8.
37. Structural Aspects of Surfactant Selection for the Design of Vegetable Oil Semi-Synthetic Metalworking Fluids/ Fu Zhao, Andres Clarens, Ashley Murphree, Kim Hayes and Steven J. Skerlos // Environmental Science & Technology. – 2006. – Vol. 40. – № 24. – P. 7930–7937.
38. Insight into the role of amines in Metal Working Fluids/ A. Lotierzo, V. Pifferi, S. Ardizzone, P. Pasqualin, G. Cappelletti // Corrosion Science. – 2016. – Vol. 110. – P. 192 – 199.
39. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Частина 2./ Упор. В.Я. Чабанний. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. – 500с. Режим доступу: http://library.kr.ua/elib/chabannyi/Chabannyi_Pal_mast_Mater_kn2.pdf

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

Шуліка Сергій Олександрович – студент, що навчається за спеціальністю 015 «Професійна освіта. Транспорт» кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка"

Гаврилюк Марія Романівна – к.т.н., науковий співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка Національної академії наук України

Колеснікова Є. Б.; Колесніков В. О., к.т.н., доц.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ДИЗАЙН В АВТОМОБІЛЕБУДУВАННІ

В роботі в стислій формі наведені деякі данні, що стосуються деяких тенденцій в автомобільній галузі. Акцентовано увагу на зовнішньому виді та дизайну автомобілів.

В даній роботі продовжені напрацювання, що стосуються розвитку нових технологій пов'язаних з автомобільною галуззю [1-50]. Мета роботи полягає в продовженні систематизації інформації стосовно впровадження та застосування нових технологій та дизайнерських рішень в автомобільній галуззі.

На зорі виникнення автомобілебудування не існувало правил і обмежень з приводу безпеки пасажирів та пішоходів. А багато деталей для машин створювалися майстрами вручну. В деяких випадках застосовували навіть деревину. Кількість автомобілів, які випускалися, була значно меншою, ніж зараз. Всі ці фактори сильно впливали на різноманітність дизайну автомобілів минулого і їх неординарний зовнішній вигляд [51].

У 1885 році Карл Бенц створив триколісний транспортний засіб зі стаціонарним двигуном внутрішнього згоряння 1.7 л. і 2-х ступінчастою механічною коробкою передач. Мотор розташовувався горизонтально і мав водяне охолодження. Сам автомобіль був заднеприводним, мав просту конструкцію диференціала. Модель мала потужність в 2.5 к.с. і могла розвинути максимальну швидкість 19 км/год. Завдяки чому декількома роками пізніше автомобіль Бенца домогся успіху на гонках London-to-Brighton Run [52].



Рисунок 1 – Триколісний автомобіль Бенца - прадід сучасних авто [52]

Варто відзначити, що в конструкції авто були присутні передові рішення того часу: електрична система запалювання; впускний клапан з механічним приводом. Це було явно проривом! Тому вже в 1890 році автомобіль Бенца виходить в серійне виробництво і має приголомшливий успіх. Через три роки цей конструктор виявляє світу 4-х колісний автомобіль, який був функціональніший і комфортніший триколісного попередника. А в 1903 році Карл Бенц пропонує світу 4-х циліндровий рядний двигун, який став прототипом всіх сучасних автомобільних моторів [52].

Другим автомобілем конструктора став Benz Patent Motor-Wagen Nummer 2, який відрізнявся від первістка допрацьованим силовим агрегатом. Об'єм двигуна виріс з 0,95 до 1,5 літра, а потужність збільшилася з 0,85 до 1,5 к.с. Третій екземпляр отримав складний дах, повноцінний окремий бензобак, ежекційний карбюратор звичного для нас типу (з дифузorzом і поплавковою камерою), двоступеневу коробку передач, збільшену на 12 см колісну базу.

У 1893 році з'явився перший чотириколісний Benz, а ще через рік продукція німецької фабрики вперше взяла участь в перегонах. У 1895 році з'явилися перші вантажівка та автобус [53].



а



б

Рисунок 2 – Чотириколісний Benz – а [54]. Автобус - б [53]

Якщо Карл Бенц — це родоначальник автомобілів з моторами внутрішнього згоряння, то Готліб Даймлер — це людина, яка стала родоначальником автомобілів високої якості. Його модель авто Mercedes, названий на честь його дочки, вийшла у світ в 1900 році та стала класичним прообразом всіх автомобілів, що виходили до 40-х років ХХ століття. До цієї моделі Даймлер спільно з Вільгельмом Майбахом в 1889 році створили автомобіль, який зміг подолати бар'єр у 80 км/год. Новинка хоч і мала результати, що вражали, але в серійне виробництва так і не потрапила [52].



а



б

Рисунок 3 – Duesenberg J. Judkins. Coupe. 1932 – а [56]. Duesenberg Model J 1933 [55]

До середини 20-х років ХХ століття в дизайні автомобілів вгадувалися форми кінних екіпажів. Машини, які випускалися з середини 20-х до середини 30-х років, були виконані в стилі Art Deco. Автомобільний дизайн перегукувався з основними асоціаціями про машину — динамікою, потужністю і швидкістю [51].

Duesenberg Model J одна з найвідоміших моделей «золотого віку» — першої третини ХХ ст. Вироблялась американською фірмою «Duesenberg» («Дюзенберг») впродовж 1928-1937 років, а після 1932 мотор комплектувався компресором.

У розробці автомобіля брав участь дизайнер Гордон Бьоріг. Модель J дебютувала 1 грудня 1928 на автосалоні у Нью-Йорку, потім у Парижі (1929). На час початку Великої депресії було побудовано 200 авто (жовтень 1929), наступного року ще 100, при намірах Корда продавати щорічно 500 шасі. Це був один з найшвидших і найдорожчих автомобілів світу.

Атмосферний 8-циліндровий 32-клапанний мотор з двома верхніми розподільчими валами розвивав потужність 265 к.с. (198 кВт). Завдяки цьому модель J розвивала швидкість 192 км/год і 151 км/год на 2 передачі. Його доповнювала 4-ступінчаста коробка передач, замінена 3-ступінчастою без синхронізаторів, що робило авто важким у керуванні [55].

На зміну Art Deco прийшов Streamline Moderne. Він характеризувався обтічними формами, накладеними на значні розміри авто [51].



а



б

Рисунок 4 – 1939 Lincoln Zephyr fastback – а [51]. 1939 Lincoln Zephyr fastback sedan– б [57]

У 50-х роках для автомобілів були характерні метафоричні форми кузова. Вони нагадували про початок космічної ери людства. У лініях авто вгадувалися елементи дизайну літаків і ракет [51].

Починаючи з 1965 року, фورد Тандерберд 1965 (Ford Thunderbird) отримав додаткові опції, що тепер входять в базовий пакет. Наприклад, чотириохпозиційний електропривод сидінь, підсилювач гальм, підкрилки та радіо. всупереч зростаючій ціни, Ford Thunderbird модельного року стає все популярнішим.

Кузов прикрашають гостріші хвостові плавники, більш виразні задні ліхтарі, нові ґрати радіатора, і, звичайно ж, бампера! Під капотом базовий двигун форт Тандерберд на тисячу дев'яност шістьдесят п'ять кубічних дюймів.



Рисунок 5 – Ford thunderbird 1965 [51, 58]

Кузов почали розфарбовувати вже неоновими відтінками. В результаті всіх маніпуляцій, в 1965 році з'являється новий, чотиримісний кузов. Збільшена довжина, безсумнівно, відбилася на вазі машини. З двигунів можна згадати й блок у 5,8 літрів [58]. Машина стало схожа на кулю, ну, або принаймні, стала більш обтічною.

В середині 70-х років в моду ввійшла розкіш і неокласичний стиль. Характерним представником цього стилю є чотиридверний седан американського виробництва Marquis Brougham 1973 року [51].



Рисунок 6 – 1973 Marquis Brougham 4-door sedan [59]

До кінця двадцятого століття була змінена конструкція двигуна, що спричинило зміну вигляду машини. Вісімдесяті роки можна вважати революцією в зовнішньому вигляді автомобілів. На зміну квадратних форм прийшли більш округлі. На перший план при створенні дизайну виходять закони аеродинаміки. Обтічність дозволяла істотно знизити витрату бензину, що було особливо актуально (в кінці сімдесятих років світ накрила друга хвиля бензинової кризи).

Характерними представниками нового стилю є Ford Sierra 1982 року та Audi 100 C3. У 90-ті роки основою дизайну автомобіля залишалися отримані в 80-х округлі форми, які стали ще більш тонкими й плавними. Цього результату вдалося досягти завдяки використанню комп'ютерних технологій проектування, які в цей період стають масовими.

Ford Sierra – середньорозмірний автомобіль компанії «Ford», що випускався з 1982 по 1994 роки. У конкурсі Європейський автомобіль року 1983 модельного року Sierra зайняла 2-е місце, поступившись зовсім небагато Audi 100 C3. Всього було випущено більше 2 700 000 автомобілів. У середині 1994 року випуск Sierra завершився: модель була замінена моделлю Mondeo [60].

Audi 100 - назва ряду легкових автомобілів бізнес-класу, які проводилися в ФРН компанією Audi з 1968 по 1994 роки. Всі покоління моделі мали певну технічну спадкоємність між собою і зберігали закладені з самого появи моделі базові принципи — в першу чергу, передньопривідне компонування з поздовжнім розташуванням двигуна. Audi 100 C3 продавалася в США під назвою Audi 5000 до 1988 року [61].



а

б

Рисунок 7 – Ford Sierra 1982 года – а. Audi 100 C3 – б [51]

У 1997 році вийшов Ford Ka. У його дизайні вперше було використано геометричний стиль «Нова грань». Ця машина була піонером нової – «геометричної» або «комп'ютерної» форми кузова. До кінця 90-х років максимальна округлість (стиль біодизайн) змінюється поєднанням округлих і гранованих елементів [51].

Ford Ka [62, 63] — компактний міський автомобіль, вироблений американською компанією Ford з 1996 року. Розроблений європейським відділенням Ford (англ. Ford of Europe) культовий [64] автомобіль першого покоління вперше показав фірмовий стиль «Нова грань» (New Edge) в серійному виконанні. Модель другого покоління була всього лише трохи переробленою версією Fiat 500, а третє покоління автомобіля є результатом роботи бразильського підрозділу компанії (англ. Ford Brasil). Один з небагатьох автомобілів Ford, який ніколи офіційно не продавався в США [65].



Рисунок 8 – Ford Ka 1.3i. Роки виробництва 1996-2008 (Європа), 1997-2007 (Бразилія) [62, 66]

Давайте оглянемо деякі автомобільні новинки, що з'явилися у 2020 році [67].

У 2019 м німецька корпорація Porsche продемонструвала повнорозмірний серійний електромобіль Таусан. В основі машини лежить нова архітектура PPE (Premium Platform Electric).

У поточний період є 2 варіації: Taycan Turbo і Taycan Turbo S. Запас ходу без підзарядки становить 420 — 450 км по циклу WLTP. Щороку німецька компанія має намір реалізовувати по 25 тис. одиниць Taycan.

До сильних сторін Porsche Taycan можна віднести — можливість швидкої зарядки батарей: на станціях високої потужності всього за 5 хвилин можна «закачати» електрики, якої вистачить на пробіг до 100 км. А на зарядку 80% ємності йде в середньому 22,5 хв. Ємність батареї - 93,4 кВт. год. Що ж стосується динаміки розгону від 0 до 96 км/год, то тут Porsche Taycan Turbo S поступається Tesla Model S Performance - 2,6 проти 2,4 с, теж стосується і максимальної швидкості - 259,2 проти 260,8 км/год. [68].



Рисунок 9 – Porsche Taycan [67 - 69]

Друга генерація електричного суперкара Tesla Roadster виглядає, як ковток свіжого повітря. Привабливий, технологічний і, зокрема, досить практичний родстер отримав найпродуктивніші батареї в сімействі авто Tesla. Вони мають ємність в 200 кВт/год, тобто в 2 рази більше, ніж у Model S P100D. Так, машина здатна проїхати на одному заряді до тисячі км. Авто отримає потужні електродвигуни з максимальним обертовим моментом приблизно 10 тис. Н*м. До першої «сотні» родстер зможе прискорюватися за 1,9 секунди і максимально розганятися до 400 км/г [67].



Рисунок 10 – Tesla Roadster (2020) [70, 71]

Новий родстер був розроблений колишнім дизайнером Mazda Францем фон Хольцхаузенем. Автомобіль має знімний скляний дах і кузов 2 + 2 з двома головними передніми сидіннями плюс два невеликих сидіння ззаду [70].

Італійський автоконцерн показав відразу 2 продуктивні модифікації седана Giulia, GTA і GTAm потужністю 540 к.с. Giulia GTAm, який є ще більш екстремальною версією GTA, але все ще має допуск на дороги загального користування. Зовні такий варіант відрізняється збільшеним в розмірах переднім спліттером і карбоновим антикрилом. Що стосується салону, то двері, передня панель, бічні стійки і бардачок на Альфа Ромео Джулія GTA оброблені алькантарою, при цьому інтер'єр модифікації GTAm додатково декорований вставками з матового карбону [72].



Рисунок 11 – Alfa Romeo Giulia GTAm [72, 73]

При цьому екстремальна Giulia GTAm позбавлена дверних панелей, але має полукаркас безпеки і петлі замість дверних ручок. Плюс її спортивні сидіння з шеститочковими ременями безпеки знову ж виготовлені з карбону.

Alfa Romeo Giulia GTA 2020 оснащена модифікованим 2,9-літровим двигуном V6 з двома турбінами, який розвиває 540 к.с., працюючи у зв'язці з перенастроєним автоматом. Інакше кажучи, дана версія виявилася на 30 сил могутніше Giulia Quadrifoglio.

Фахівці компанії також постаралися полегшити деякі компоненти технічної начинки. Зокрема, карданний вал тут виготовлений з вуглепластика, плюс авто вже в базі має карбон-керамічні гальма. Завдяки цим заходам седани Giulia GTA і GTAm важать приблизно 1520 кг, тобто на 100 кг легше вихідного Quadrifoglio [72].

В результаті Giulia GTAm може розігнатися до 100 км/год за 3,6 с (якщо використовувати Launch Control) проти 3,9 с у версії Quadrifoglio. На жаль, інші динамічні характеристики розробники поки не приводять. Нагадаємо, максимальна швидкість 510-сильної Альфи - 307 км/год [73].

Bugatti продовжує множити число різновидів своєї єдиної моделі — купе Chiron. Слідом за створеним для рекордів Super Sport 300+ компанія анонсувала Chiron Pur Sport, який повинен бути однаково моторним на будь-яких швидкостях [74].

Ця модифікація «Широна» орієнтована на маневровність і максимально динамічне проходження поворотів. Для збільшення притискної сили гіперкару переробили лицьову частину, забезпечили новим фіксованим антикрилом і великим дифузором. У порівнянні зі стандартним Chiron масу моделі зменшили на 50 кг, а центр ваги опустили ще нижче.

Восьмилітровий W16 як і раніше видає 1500 к.с. і 1600 Н*м, але інженери збільшили максимальну частоту обертання на 200 оборотів у хвилину — до 6900, а трансмісію переробили на 80%, зблизивши передавальні числа. У компанії говорять, що еластичність двигуна покращилася на 40%. Максимальна швидкість Bugatti Chiron Pur Sport становить 350 км/г.



Рисунок 12 – Bugatti Chiron Pur Sport (2020) [74, 75]

Серед інших доробок — нова система стабілізації, переналаштована підвіска з більш жорсткими (на 65% спереду і на 33% ззаду) пружинами, інший титановий випуск, «аеродинамічні» колеса з поліпшеною вентиляцією гальмівних дисків і розробленої спільно з Michelin гумою Bugatti Sport Cup 2 R для «екстремального зчеплення з дорогою». Крім того, з'явився новий режим роботи їздової електроніки - Sport +.

З'єднання шасі з кузовом стало міцніше на 130% і 77%. Кут розвалу тепер становить мінус 2,5 градуса, що поліпшило керованість і маневровість. З креном борються нові вуглепластикові стабілізатори. Безпружинні маси зменшені на 19 кг. Опори гальмівних колодок з титану полегшили купе ще на два кіло, а гальмівні диски «відбили» один кілограм [75].

«Ультралегкі» диски з магнієвого сплаву дозволили скинути 16 кг. Хитра конструкція з аеродинамічними «лопатями» і двома кільцями на ободі виштовхує повітря назовні. «Спеціальна кришка на кожній з п'яти колісних гайок мінімізує турбулентність і додає останній візуальний штрих до дизайну».



Рисунок 13 – «Ультралегкі» диски з магнієвого сплаву на Bugatti Chiron Pur Sport [75]

У 2020 році повинен вийти флагманський варіант Mercedes-AMG GT 4-Door Coupe, який збереже 4-літровий турбований V8, але отримає на додачу до нього електромотор [76].

Прототип був оснащений 4-літровим бензиновим турбомотором і електромотором, встановленим на задній осі. Сумарна віддача силової установки становила 805 к.с., схоже, аналогічний агрегат все ж з'явиться під капотом Mercedes-AMG GT 4-Door Coupe. Уже зараз, не рахуючи гіперкара One, модель GT 4-Door Coupe 63 S є найпотужнішим серійним дорожнім Mercedes-Benz. Але в 2020 році статус флагмана повинен отримати новий Mercedes-AMG GT 4-Door Coupe GT73 з 800-сильним мотором [76].

Новинка отримає індекс GT 73, тобто буде позиціонуватися на сходинку вище 639-сильного Mercedes-AMG GT 63 S [77].



Рисунок 14 – Mercedes-AMG GT 4-Door Coupe [76]

Дизайнери з концерну BMW стверджують, що автономні автомобілі важко зробити красивими. Вже понад 100 років дизайнери «грають» з одними й тими ж базовими будівельними блоками — двигуном внутрішнього згоряння, правилами безпеки, достатнім комфортом і стилем. Саме з цих складових будується загальний дизайн автомобілів. Але така концепція змінюється, оскільки нові технології порушують традиційний автомобільний дизайн, і автовиробники, такі як BMW, стикаються з новими проблемами.

В рамках свого недавнього інтерв'ю головний дизайнер BMW Домагой Дукеч повідомив, що технології автономного водіння надають «більший вплив» на весь процес проектування дизайну таких транспортних засобів. Навіть зовнішній вигляд для електромобілів створювати набагато простіше. Інтеграція необхідних апаратних засобів, необхідних для функціонування автономних транспортних засобів, особливо тих, які пропонують рівень автономного водіння 4 рівня і вище, є досить складним завданням. Чим вище рівень автономності, тим більше датчиків потрібно машині для безпечної роботи автопілота. Дизайнери можуть легко заховати необхідне обладнання в його «фальшиві радіаторні ґрати» і панелі кузова, але, коли кількість датчиків буде збільшуватися в рази — як цього вимагає «автопілот» 4 рівня, все стає набагато складніше [78].

Висновки. В роботі стисло розглянуті деякі аспекти та тенденції, що стосуються технологій та дизайну автомобілів. Акцентовано увагу на впровадженні та розвитку нових технологій, зокрема – електромобілів. Для автономних транспортних засобів дизайн автомобілів може бути «значно відмінним» від сьогоденного, внаслідок застосування великої кількості датчиків.

Список літературних джерел

1. Колесников В.А., Калинин. А.В. Водородный фактор износа в узлах трения автомобилей // Материали III Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 12-13 травня 2009 р”. Краснодар, 2009. С. 111 - 115.
2. Колесников В.А., Калинин А.В., Балицкий А.И., Хмель Я. Необходимость учета влияния водорода на износостойкость материалов в тормозных парах трения автомобилей // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля // Вид-во СХУ ім. В.Даля, 2009. – №_11(141). – Частина 1. – С.62 - 66.
3. Колесников В.А. Продукты износа в двигателях автомобилей // Материали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 362 -365.
4. Хорольский С.М., Колесников В.А. Применение новых материалов в автомобилестроении // Материали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 366 - 368.

5. Матвеев Б.В., Колесников В.А. Инновации в автомобилестроении // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 369 - 371.
6. Бихдрикер А.С., Калинин А.В., Колесников В.А. Магнитометрическая система взвешивания автопоездов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД”. 19 квітня 2013 р., м. Краснодар. С. 371 - 375.
7. Бердус А.Ю., Колесніков В.О. Удосконалення і модернізація систем автоматизації СТО ТА АТП // Матеріали регіональної науково-практичної конференції Професійна освіта на Луганщині: теорія та практика 15–17 квітня 2014 року м. Луганськ. с. 140 - 146.
8. Татарінов В.Р., Колесніков В.О. Сучасні засоби сигналізації та протиугінні системи автомобілів // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції "Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів Європи та СНД" 26 травня, м. Краснодар. 2014 р. 125 -133 с.
9. Бердус А.Ю., Колесніков В.О. Удосконалення і модернізація систем автоматизації СТО // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 76 - 77 с.
10. Кравцов О.В., Колесніков В.О. Сучасні стан і тенденції розвитку автомобільного транспорту // Нові матеріали і перспективні технології, охорона праці і професійна освіта Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю 4 квітня 2014 року, м. Луганськ. – 77 - 79 с.
11. Колесніков В.О., Нестеров А.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей обчислювального матеріалознавства та ІТ технологій для розробки автомобільних деталей // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 6-12. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
12. Колесников В.А., Сыроваткин С.В., Колесникова Е.Б. Использование технологий виртуальной реальности для подготовки специалистов в области автомобильного транспорта // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. -С. 18-22. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
13. Балицький О.І., Еліаш Я., Колесніков В.О., Іваськевич Л.М., Мочульський В.М., Гребенюк С.О., Глюзицький О.О. Дослідження матеріалів для розробки гібридних автомобілів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 28-38. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
14. Колесніков В.О., Глюзицький О.О. Застосування можливостей нових технологій та прикладного матеріалознавства для впровадження автомобільних матеріалів // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 49-57. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
15. Балицький О.І., Колесніков В.О., Хмель Я., Лопаткін І.О., Черняхів П.І. Дослідження зносостійкості матеріалів для деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. □ С. 60-64. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2016.pdf>.
16. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гаврилюк М.Р., Ріпей І.В., Гарда В.М., Нестеров А.О. Дослідження змащувальних охолоджуючих рідин для обробки деталей транспорту // Матеріали IV-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 14-15 квітня 2016 р., м. Вінниця. - С. 67 - 73. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/19815>.

17. Павлова Ю. В., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Застосування адитивних технологій в автомобільній галузі // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 97 -102. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.
18. Прохорова Т. В., Перчемлі І. Ф., Колесніков В. О. Матеріали та технології в автомобільній промисловості // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С.105 -112. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.
19. Савінова В. В., Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору в автомобільній індустрії // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 113 -120. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2017.pdf>.
20. Савінова В. В., Стадник О. І., Колесніков В. О. Розвиток і впровадження нанотехнологій в автомобілях // Матеріали V-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 13-14 квітня 2017 р., м. Вінниця. - С. 121 -124.
21. Бувалець М. Ю., Рулевська Т. Ф., Колесніков В. О. Стан впровадження водневих технологій на сучасному транспорті // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 31 – 36.
22. Колесніков В. О. Дослідження зносотривкості перспективних сталей для автомобільної галузі, а також розпізнавання та ідентифікація їх продуктів зношування // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 79 - 89.
23. Колесніков В. О. Індустріальна технологічна революція (Індустрія 4.0), як вона торкнеться автомобільної галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 90 - 94.
24. Колесніков В. О., Павлова Ю. В. Нові технології підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою в галузі автомобільного транспорту // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 95 - 99.
25. Колесніков В. О., Ставицький О. В., Єльбакієв Д. Г., Шматко О. Е. Огляд комп'ютерних пакетів та програм, що застосовуються в автомобільній галузі // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 100 - 109. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/material2018.pdf>.
26. Рулевська Т. Ф., Єльбакієв Д. Г., Колесніков В. О. Перспективи «водневих» автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 168 – 172.
27. Ставицький О. В., Стадник Л. Г., Колесніков В. О. Концепція автомобіля майбутнього // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 181 - 189.
28. Стадник О. І., Бувалець М. Ю., Шматко О. Е., Колесніков В. О. Методи та засоби підвищення корозійної стійкості деталей автомобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 190 - 197.
29. Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Сонячні батареї, як допоміжне обладнання для електромобілів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції

"Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 198 - 202.

30. Цимбалюк П. Ю., Колесніков В. О. Системи зв'язку транспортних засобів // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 204 - 208.

31. Ярченко Б. В., Стадник Л. Д., Колесніков В. О. Нові технології в сучасних автомобілях // Матеріали VI-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 12-13 квітня 2018 р., м. Вінниця. - С. 216 – 223.

32. Колесніков В.О. Застосування методів комп'ютерного зору для аналізу пошкоджуваності деталей транспорту. // Матеріали X-ї Міжнародної науково-практичної конференції Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті (MINTT - 2018) 29-31 травня 2018 р., м. Херсон. - С. 312 - 316.

33. Балицький О.І., Колесніков В.О., Гребенюк С.О., Еліаш Я.Я., К.Ф. Абрамек. Устаткування для технічної діагностики системи поршень-втулка-циліндр при зношуванні конструкційних сплавів у воденьвмісному газовому середовищі. Патент на корисну модель України 127154 від 25.07.18, МПК (2016.01) G01N 3/56 (2006.01) G01N 15/10 (2006.01). Заявка № у 2017 11856; Чинна від 4.12.2017.- 4 с. Бюл.№ 14, 25.07.2018.

34. Василенко О. Є., Безруков В. О., Шуліка С. О., Знова О. І., Іщенко Б. М., Колесніков В. О. Нові технологічні тенденції в автомобільному транспорті // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 13 – 24.

35. Колесніков В.А. Некоторые материаловедческие аспекты при механической обработке сталей и сплавов для транспортной отрасли. Часть 1. // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 72 – 83.

36. Колесніков В. О., Сльбаків Д. Г., Арбузов О. І. Сучасна металообробка деталей машин на СТО // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 84 – 90.

37. Шматко О. Е., Кошовий І. А., Момот В. О., Рознатовська Є. Ю., Колесніков В. О. Приклад ремонту автомобіля ВАЗ з застосуванням висвердлювання // Матеріали VII-ї Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції "Проблеми та перспективи розвитку автомобільного транспорту", 8 - 10 квітня 2019 р., м. Вінниця. - С. 139 – 150.

38. Olexiy Balitskii, Valerii Kolesnikov Identification of Wear Products in the Automotive Tribotechnical System Using Computer Vision Methods, Artificial Intelligence and Big Data // 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT) September 16 – 18, 2019, Lviv, Ukraine. P. 24 – 27. Режим доступа: <https://academic.stacksdiscovery.com/eds/detail?db=edsee&an=edsee.8892275&isbn=edsee.IEE EConferenc>.

39. O.A. Balitskii, V.O. Kolesnikov, A.I. Balitskii. Wear resistance of hydrogenated high nitrogen steel at dry and solid state lubricants assistant friction // August 2019 Archives of Materials Science and Engineering 2(98):57-67. DOI: 10.5604/01.3001.0013.4607 <https://archivesmse.org/resources/html/article/details?id=193096>.

40. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Havrylyuk, M.R. Influence of Lubricating Liquid on the Formation of the Products of Cutting of 38KhN3MFA Steel. Materials Science. Volume 54, Issue 5, 15 March 2019, Pages 722-727. DOI: 10.1007/s11003-019-00238-7.

41. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, Y., Havrylyuk, M.R. Specific Features of the Fracture of Hydrogenated High-Nitrogen Manganese Steels Under Conditions of Rolling Friction. Materials Science. Volume 50, Issue 4, 1 January 2015, Pages 604-611. DOI: 10.1007/s11003-015-9760-9.

42. Balyts'Kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Elias, J. Study of the wear resistance of high-nitrogen steels under dry sliding friction. *Materials Science*. Volume 48, Issue 5, March 2013, Pages 642-646. DOI: 10.1007/s11003-013-9549-7.
43. Balitskii, A.A., Kolesnikov, V.A., Vus, O.B. Tribotechnical properties of nitrogen manganese steels under rolling friction at addition of $(\text{GaSe})_x\text{In}_{1-x}$ powders into contact zone. *Metallofizika i Noveishie Tekhnologii* Volume 32, Issue 5, May 2010, Pages 685-695.
44. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of wear products of high-nitrogen manganese steels. *Materials Science*. Volume 45, Issue 4, July 2009, Pages 576-581. DOI: 10.1007/s11003-010-9216-1.
45. Balytskyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kaviak, P. Tribotechnical properties of austenitic manganese steels and cast irons under sliding friction conditions. *Fiziko-Khimicheskaya Mekhanika Materialov*. Volume 41, Issue 5, 2005, Pages 55-60. ISSN: 04306252.
46. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kubicki, E. Enhancement of the crack resistance of manganese cast irons. *Fiziko-Khimicheskaya Mekhanika Materialov*. Volume 41, Issue 1, 2005, Pages 63-68. ISSN: 04306252.
47. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kawiak, P. Triboengineering properties of austenitic manganese steels and cast irons under the conditions of sliding friction. *Materials Science*. Volume 41, Issue 5, September 2005, Pages 624-630. <https://doi.org/10.1007/s11003-006-0023-7>.
48. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O., Kubicki, E. Enhancement of the crack resistance of manganese cast irons. *Materials Science*. Volume 41, Issue 1, January 2005, Pages 67-73.
49. Balyts'kyi, O.I., Kolesnikov, V.O. Investigation of the wear products of austenitic manganese cast irons. *Materials Science*. Volume 40, Issue 1, January 2004, Pages 78-82. DOI: 10.1023/B:MASC.0000042788.19429.
50. Balytskij, O.I., Kolesnikov, V.O. *Fiziko-Khimicheskaya Mekhanika Materialov*. Volume 40, Issue 1, 2004, Pages 65-70. ISSN: 04306252.
51. Промышленный дизайн автомобилей: вчера, сегодня, завтра. Режим доступа: <https://klona.ua/blog/promyshlennyy-dizayn/promyshlennyy-dizayn-avtomobiley-vchera-segodnya-zavtra>
52. Первый автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Режим доступа: <https://avtoto.com.ua/blog/istorija-avtomobilej/pervyj-avtomobil-s-dvigatелеm-vnutrennego-sgoraniya.html>.
53. Как на самом деле был устроен первый автомобиль. Режим доступа: <https://www.kolesa.ru/article/kak-na-samom-dele-by-l-ustroen-pervyj-avtomobil-2015-02-02>.
54. Фото Benz Patent-Motorwagen Nummer 3 als Vierradwagen. Режим доступа: Von Buch-t - Eigenes Werk, CC BY-SA 3.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=67208661>.
55. Duesenberg Model J. Режим доступа: https://uk.wikipedia.org/wiki/Duesenberg_Model_J.
56. Duesenberg J. Judkins. Coupe. 1932. Автор фото. Режим доступа: Ramgeis - fotografiert von Ramgeis, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=604334>.
57. 1939 Lincoln Zephyr fastback 4-door sedan r-md. CZmarlin — Christopher Ziemnowicz. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:1939_Lincoln_Zephyr_fastback_4-door_sedan_r-md.JPG.
58. Ford Thunderbird: история модели, поколения, характеристики, фото. Режим доступа: <https://thedreambag.ru/bez-rubriki/1965-ford-thunderbird.html>.
59. 1973 Mercury Marquis Brougham 4-Door Pillared Hardtop. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:1973_Mercury_Marquis_Brougham_4-Door_Pillared_Hardtop.jpg.
60. Ford Sierra. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ford_Sierra.
61. Audi 100. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Audi_100.
62. Ford Ka. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ford_Ka.

63. John Rentoul. The top ten: Stupid car names. Режим доступа: <https://www.independent.co.uk/life-style/motoring/features/the-top-ten-stupid-car-names-8779098.html>.
64. Ford Ka. Режим доступа: <https://www.autoexpress.co.uk/ford/ka>.
65. Amy Wilson. Ford won't bring Ka, Ranger to U.S. Режим доступа: <https://www.autonews.com/article/20091109/OEM02/311099788/ford-won-t-bring-ka-ranger-to-u->.
66. . Ford Ka 1.3i. Автор Dennis Elzinga. Режим доступа: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ford_Ka_1.3i_\(16464630315\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ford_Ka_1.3i_(16464630315).jpg).
67. Названы самые яркие автомобильные новинки года. Режим доступа: <https://avtodream.org/vse-novosti/avtomir/25981-nazvany-samy-e-yarkie-avtomobilnye-novinki-goda.html>.
68. Электрокар Porsche Taycan 2020 раскритикован. Берегись Tesla Model S? Режим доступа: <https://www.autocentre.ua/news/novinka/elektricheskij-superkar-porsche-taycan-2020-protiv-tesla-model-s-931437.html>.
69. Разбираем по электронам 800-вольтовый седан Porsche Taycan. Режим доступа: <https://www.drive.ru/kunst/porsche/5d6fc320ec05c48e5300013c.html>.
70. Tesla Roadster (2020). Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_\(2020\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_(2020)).
71. Автор: Smnt - собственная работа, CC BY-SA 4.0. Режим доступа: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64156970>.
72. Alfa Romeo Giulia GTA и GTAm: экстремальные версии «заряженного» итальянского седана. Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/224997542>.
73. Игорь Владимирский. Представлен экстремальный седан Alfa Romeo Giulia GTA. Режим доступа: <https://autoreview.ru/news/predstavlen-ekstremal-y-sedan-alfa-romeo-giulia-gta>.
74. Александр Орехов. Bugatti показала «самый спортивный» Chiron. Режим доступа: <https://ru.motor1.com/news/401986/bugatti-pokazala-samyj-sportivnyj-chiron>.
75. Константин Болотов. Издание Bugatti Chiron Pur Sport выделится маневренностью. Режим доступа: <https://www.drive.ru/news/bugatti/5e61fe42ec05c4a45e000049.html>.
76. Максим Вершинин. Mercedes-AMG сделает 800-сильный гибрид GT73. Режим доступа: <https://ru.motor1.com/news/352716/mercedes-amg-sdelat-800-silnyj-gibrid-gt73>.
77. Александр Орехов. Новая модель семейства получит индекс GT 73. Режим доступа: <https://ru.motor1.com/news/390112/v-mercedes-amg-podtverdili-vypusk-gibridnogo-konkurenta-panamera>.
78. BMW заявляет, что автономные автомобили трудно сделать красивыми. Режим доступа: <https://avtodream.org/vse-novosti/avtomir/26100-bmw-zayavlyat-cto-avtonomnye-avtomobili-trudno-sdelat-krasivymi.html>

Колесникова Єлизавета Борисівна – голова громадської організації «Промінь змін», м. Львів

Колесніков Валерій Олександрович – к.т.н., н.с. співробітник відділу міцності матеріалів і конструкцій у водневовмісних середовищах Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України; доцент кафедри технологій виробництва і професійної освіти ДЗ "Луганський національний університет ім. Тараса Шевченка", м. Старобільськ, e-mail: Kolesnikov197612@gmail.com

*Кравченко О. П., д.т.н., проф.; Титаренко В. Є., к.т.н., доц.;
Шумляківський В. П., к.т.н., доц.; Барабаш С. С.*

ОЦІНКА БЕЗПЕЧНОСТІ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ МІСТА ЗА СТАНОМ ПРОТИАВАРІЙНИХ ЗАСОБІВ

Відсутність дієвого державного контролю за безпекою на всіх етапах становлення системи «Водій – автомобіль – дорога – середовище», як досконалої в напрямку безпеки, є основною причиною травматизму від дорожньо-транспортних пригод. Складова дороги в цій системі - надзвичайно відповідальний за безпеку елемент, що є предметом аудиту на всіх етапах її експлуатації. Стан дорожнього покриття та засоби протиаварійної безпеки в дорожній інфраструктурі повинні піддаватись постійному контролю на відповідність нормативним документам. На прикладі міста Житомира показана можливість визначення безпечності міських автомобільних доріг. Використання доопрацьованої методики співставлення стану протиаварійних засобів інфраструктури нормативам щодо міської вулично-дорожньої мережі, дозволила виконати порівняння безпечності доріг в різні періоди часу та після впровадження заходів безпеки

Постановка проблеми. Проблема безпеки дорожнього руху (БДР) – надзвичайно актуальна [1, 2] у нашій країні із-за значних втрат людських життів на дорогах від дорожньо-транспортних пригод (ДТП). В Україні вона є більш гострою ніж в Європі та світі. Зростаюча кількість аварій є результатом відсутності протягом багатьох років комплексної системної роботи, спрямованої на попередження ДТП. У роботі [3] зазначається, що концептуальною основою для підтримки безпеки автотранспорту та розвитку системи організації безпеки дорожнього руху (ОБДР) є системний підхід, що базується на статичному та динамічному напрямках. Перший закріплює нормативну базу системи безпеки, тобто трактує проблему як відхилення від деякого нормативу, що виходить за рамки допустимих значень. Другий підхід має безпосередній вплив на нормативну базу системи безпеки автотранспорту і проявляється в «посиленні вимог до безпеки всіх елементів системи ОБДР.

Проблеми ДТП в значній мірі є залежними та взаємопов'язаними з проблемами безпечності доріг. Складова «Дорога» в системі «Водій – автомобіль – дорога – середовище» (ВАДС) є важливим елементом, від якого залежить безпека дорожнього руху [3, 4]. Вона визначає не тільки стан дорожнього покриття, але й засоби протиаварійної безпеки в дорожній інфраструктурі, що згідно закону України «Про автомобільні дороги» [5] повинні контролюватись на відповідність нормативам.

Забезпечення вимог безпечності міської та позаміської дорожньої мережі важливо не тільки при здачі доріг в експлуатацію, але й на протязі всього періоду експлуатації. Окремі ділянки з часом можуть ставати небезпечними по причині їх зношуваності, коли на дорожньому полотні з'являються вибоїни або виступаючі нерівності, які є перешкодами для руху, і терміново не усуваються як це вимагає стандарт [6]. Разом з незадовільним станом дорожнього полотна відсутність дорожньої розмітки, втрата видимості для розпізнавання дорожніх знаків, стан дорожнього огороження та інше, може створювати значні незручності та небезпеку на дорозі. Вчасно попередити такі перешкоди можливо своєчасним аудитом стану засобів протиаварійної безпеки в дорожній інфраструктурі на відповідність вимогам нормативних документів [6].

В 2012 році було розроблено методику проведення аудиторських перевірок БДР на стадії експлуатації автомобільних доріг загального призначення [7]. Задачі аудиту полягають в оцінці потенційного ризику ДТП для всіх учасників дорожнього руху. Згідно [8] аудит безпеки дорожнього руху (АБДР) – це інспектування існуючої або споруджуваної ділянки

дороги незалежними фахівцями. Дорожня інфраструктура повинна відповідати вимогам нормативів, які постійно удосконалюються на основі світового досвіду для розробки незалежних рейтингів безпеки.

Міжнародні програми оцінки доріг діють в багатьох країнах світу [9]. Особлива увага в них приділяється проектним характеристикам, які здійснюють вплив на ДТП та їх тяжкість (конструкція перехресть, переходів, розмітки, тротуарів та інше). Попередження імовірності виникнення ДТП та пом'якшення їх наслідків через оцінку засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху (ЗППЗДР) [10, 11] – важлива задача системи організації дорожнього руху. Як зазначається [8] найбільшого практичного застосування набули методи досліджень безпеки доріг, які враховують вплив умов руху транспортних потоків та дорожні умови. Аналіз публікацій за темою показують наявність імовірнісних методів оцінки безпеки дорожнього руху. Оцінювання полягає у з'ясуванні, на основі статистичних даних про ДТП, наскільки кожен елемент ЗППЗДР впливає на вірогідність виникнення ДТП в порівнянні з еталоном, який повністю відповідає нормативам [12, 13].

Як зазначається [10] найчастіше зустрічаються такі недоліки ЗППЗДР: відсутність або неправильна установка дорожніх знаків та розмітки, відсутність огорожі, їх недостатня видимість. З імовірнісних методів найбільшого практичного застосування набув метод підсумкового коефіцієнта аварійності [14], визначеного за значеннями часткових коефіцієнтів.

В даній роботі для оцінки безпеки за ЗППЗДР пропонується використання простого та доступного методу визначеного дослідженнями [10] з доопрацюванням. Цей метод оцінювання БДР на відміну від існуючих не вимагає використання оперативної статистики ДТП перед кожним обстеженням доріг, але ставить високі кваліфікаційні вимоги до аудитора. Методика базується на бальній оцінці рівня безпечності дороги за ЗППЗДР. Оціночний бал визначається, як сума добутків значень відповідних коефіцієнтів «К», що визначають кожний засіб протиаварійної безпеки, на кількість балів, якими оцінюють їх стан по відповідності нормативним вимогам (табл. 1).

Таблиця 1 – Шкала умовних балів оцінки протиаварійних засобів

№ з/п	Засоби протиаварійної безпеки	Присвоєний умовний бал
1	Знаки дорожні	30
2	Розмітка дорожня	30
3	Світлофор	17
4	Напрямні стовпчики	2
5	Огородження дорожнє	7
6	Засіб примусового зниження швидкості	4
7	Видимість ЗППЗДР	4
8	Наявність зупинки між перехрестями	4
9	Інші засоби	2

Коефіцієнти «К» показують ідентифікацію, наявність та відповідність нормативам тих або інших засобів протиаварійної безпеки:

K_1 - необхідна кількість та якість дорожніх знаків ($K_1 = 0,25$ – відсутній; $K_1 = 0,75$ – не достатньо видимий у світлий час доби; $K_1 = 1,0$ відповідає всім параметрам або не передбачено правилами організації дорожнього руху);

K_2 - дорожня розмітка ($K_2 = 0,25$ – відсутня; $K_2 = 0,75$ – не достатньо видима у світлий час доби; $K_2 = 1,0$ відповідає всім параметрам або не передбачена правилами організації дорожнього руху (ПОДР));

K_3 – світлофор ($K_3 = 1,0$ – передбачений ПОДР та працює з задовільною видимістю сигналу або не передбачений ПОДР; $K_3 = 0,5$ – передбачений ПОДР, але працює з

незадовільною видимістю сигналу в світлий час доби; $K_3 = 0$ – передбачений ПОДР, але відсутній або не працює);

K_4 -напрямні стовпчики ($K_4 = 0$ – відсутні; $K_4 = 0,25$ – небезпечні; $K_4 = 0,75$ – мало небезпечні; $K_4 = 1,0$ – безпечні або не передбачено ПОДР);

K_5 -огородження дорожнє ($K_5 = 0$ – огороження відсутнє; $K_5 = 0,25$ – небезпечне; $K_5 = 0,75$ – мало небезпечне; $K_5 = 1,0$ – безпечне або не передбачено ПОДР);

K_6 - засоби примусового зниження швидкості ($K_6 = 0$ – відсутні; $K_6 = 0,5$ – не відповідають параметрам; $K_6 = 1,0$ – мало небезпечні або не передбачено ПОДР);

K_7 - видимість ЗППЗДР ($K_7 = 0$ –видимість учасників дорожнього руху та ЗППЗДР на протязі доби незадовільна; $K_7 = 0,5$ – видимість учасників дорожнього руху та ЗППЗДР в темний час доби незадовільна та достатня в світлий; $K_7 = 1,0$ – видимість учасників дорожнього руху та ЗППЗДР достатня цілодобово);

K_8 – наявність зупинки між перехрестями, що являється перешкодою руху для потоку транспорту в правій полосі ($K_8 = 0$ – наявних зупинок громадського транспорту між перехрестями – 2 і більше; $K_8 = 0,5$ – наявних зупинок громадського транспорту між перехрестями – 1);

K_9 – підтримання експлуатаційного стану дорожнього покриття ($K_9 = 0$ – роботи прибирання не систематичні; $K_9 = 0,5$ – неефективне прибирання; $K_9 = 1,0$ – якісне прибирання).

Мета роботи полягає в показовому визначенні безпечності автомобільних доріг на основі використання удосконаленої методики для типового представника вулично-дорожньої мережі міста Житомира для різних періодів часу.

Викладення основного матеріалу. Предметом дослідження є рівень безпечності на основі ЗППЗДР ділянки дороги вулиці Київської, яка обмежена перехрестями вулиць Східна та Покровська (рис. 1), протяжністю 1,5 км, в різні періоди часу (2015 та 2019 р.р.).

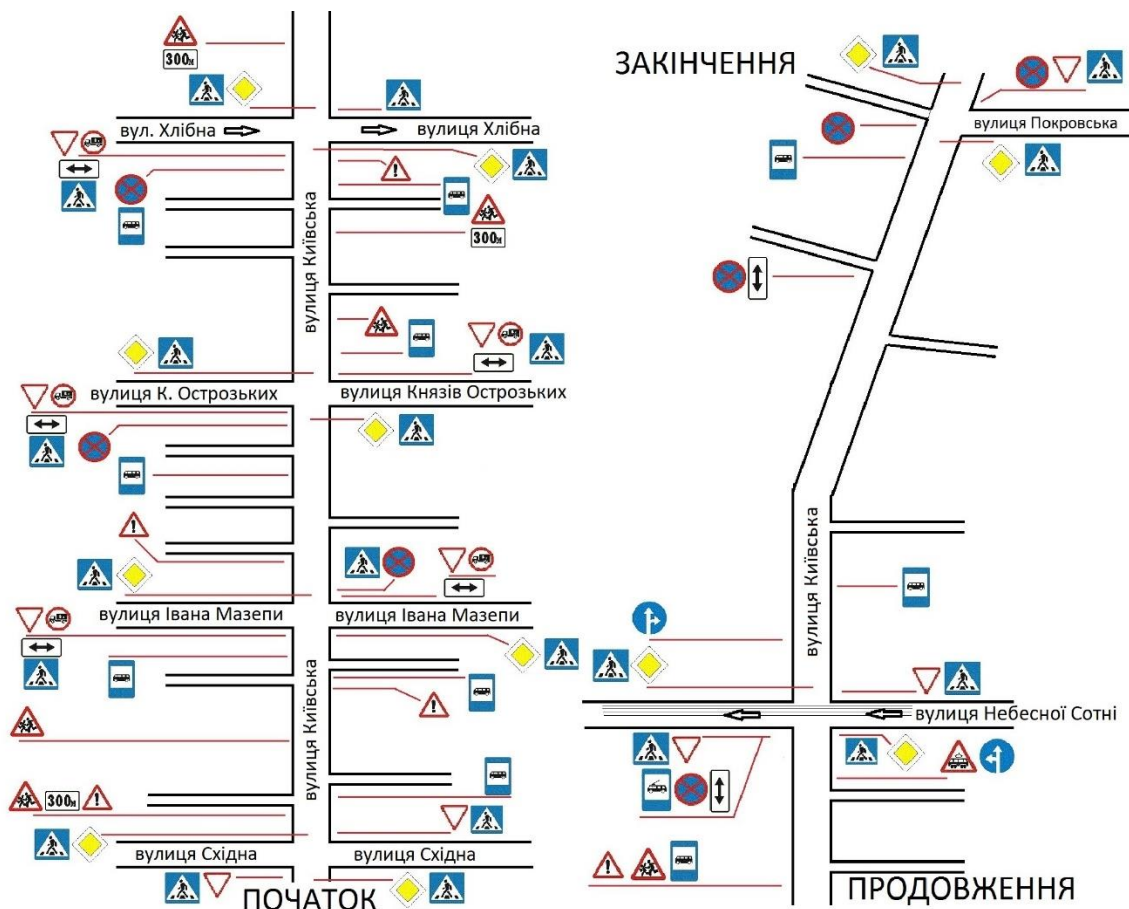


Рисунок 1 – Дослідний відрізок вулиці Київської

Вулиця Київська на дослідній ділянці має шість перетинів з іншими вулицями та 18 виїздів з прибудинкових територій. На рис. 1 показано інфраструктуру дорожніх знаків згідно діючих нормативів для забезпечення БДР.

Результати дослідження безпечності вулиці Київської станом на період 2015 року показують наступне:

- дорожня розмітка не відповідає вимогам нормативів, наявна – недостатньо видима в світлий час доби, а на 90% протяжності вона повністю відсутня (рис. 2, а);
- інформаційне забезпечення БДР від дорожніх знаків відповідає нормативам;
- світлофорне регулювання наявне, але не забезпечує задовільну видимість сигналу;
- напрямні стовпчики, засоби примусового зниження швидкості, не передбачені стандартом;
- дорожнє огороження віднесене до мало небезпечного в зв'язку з малою жорсткістю конструкції;
- видимість учасників дорожнього руху та ЗППЗДР в темний час доби незадовільна та достатня в світлий;
- на семи відрізках між перехрестями наявні по одній зупинці громадського транспорту, на трьох – зупинки відсутні. Тому значення коефіцієнта K_8 , приведеного до ділянки вул. Київської, що досліджується дорівнює 0,65;
- роботи з очистки дорожнього полотна проводились систематично.

Вищезазначене згідно методики виражається наступними значеннями коефіцієнтів: $K_1 = K_4 = K_6 = K_9 = 1,0$; $K_2 = 0,25$; $K_3 = 0,5$; $K_5 = 0,75$; $K_7 = 0,5$; $K_8 = 0,65$.

Підрахунок оцінки безпечності досліджуваного відрізка дороги, визначеної набором приведених коефіцієнтів, складає 63,85 балів, що згідно табл. 2 за методикою вказує на мало безпечний рівень.

Таблиця 2 – Показники рівня безпеки окремих ділянок автомобільних доріг

Кількість балів	Критерій оцінювання	Рівень безпеки руху
75 – 100	Засіб протиаварійної безпеки дорожнього руху встановлено згідно дислокації, відповідають нормативним вимогам, матеріали з безпечним рівнем деформативності	Безпечний
50 – 75	Засіб протиаварійної безпеки дорожнього руху у наявності, деякі потребують оновлення	Мало небезпечний
25 – 50	Засоби протиаварійної безпеки дорожнього руху частково відсутні, існуючі потребують оновлення або заміни	Небезпечний
0 – 25	Практично повна (або повна) відсутність засобів протиаварійної безпеки дорожнього руху. Існуючі недостатньо видимі або чимось загороджені. Засіб протиаварійної безпеки дорожнього руху з небезпечним рівнем деформативності	Дуже небезпечний

Результати дослідження цієї ж ділянки дороги станом на кінець 2019 року показують наступне:

- дорожня розмітка відповідає вимогам нормативів (рис. 2 б);
- інформаційне забезпечення БДР від дорожніх знаків відповідає нормативам;
- світлофорне регулювання наявне та забезпечує задовільну видимість сигналу за рахунок впровадження світлодіодних освітлювальних елементів;
- напрямні стовпчики, засоби примусового зниження швидкості, не передбачені стандартом;
- дорожнє огороження віднесене до мало небезпечного в зв'язку з малою жорсткістю конструкції;

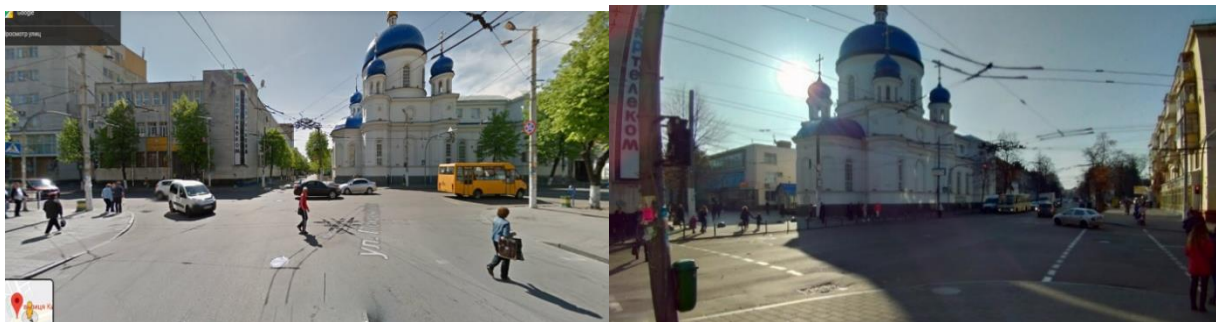
- видимість учасників дорожнього руху та ЗППЗДР в темний час доби задовільна в зв'язку з заміною старих газорозрядних світлових елементів вуличних ліхтарів на сучасні світлодіодні;

- на шести відрізках між перехрестями є по одній зупинці громадського транспорту, на чотирьох – зупинки відсутні Тому значення коефіцієнта K_8 , приведеного до ділянки вул. Київської, що досліджується дорівнює 0,7;

- роботи з очистки дорожнього полотна проводяться систематично.

Внесені зміни описуються наступними значеннями коефіцієнтів: $K_1 = K_3 = K_4 = K_6 = K_7 = K_2 = K_9 = 1,0$; $K_5 = 0,75$; $K_8 = 0,7$, що характеризує відповідність нормативам всіх засобів пасивної протиаварійної безпеки, окрім дорожнього огороження (K_5) та частоти наявних зупинок між перехрестями (K_8), які створюють перешкоду руху для потоку транспорту в правій полосі, під час зупинок міського транспорту на них.

Підрахунок оцінки безпечності ділянки дороги за методикою показав суму в 97,05 балів, що визначає її рівень, як безпечний. Переведення досліджуваного відрізка вулиці Київської з мало безпечного стану в безпечний було здійснено за рахунок впровадження якісної дорожньої розмітки, що приведено на рис. 2, б та покращення стану іншої дорожньої інфраструктури.



а

б

Рисунок 2 – Перехрестя вулиці Київська з вулицями Покровська та Михайлівська
а – на період 2015 р.; б – на період 2019 р.

Моніторинг статистики ДТП для дослідного відрізка вулиці Київської свідчить про значне покращення результатів безпечності за рахунок внесених змін в стан дорожньої інфраструктури з 2015 по 2019 рр. За даними сайту «Житомир.info» кількість ДТП на досліджуваній ділянці становила: за 2015 рік 22 одиниці, за 2016 – 16, за 2017 – 13, 2018 – 9, 2019 – 5 випадків [15].

Висновок. Аналіз результатів досліджень показує можливість оцінки безпечності міських доріг на основі визначення якісних характеристик засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху. Вибрана методика може використовуватись при умові відсутності на дорожньому полотні нерівностей, що є перешкодами для руху, та дає можливість порівнювати стан безпечності при впровадженні певних заходів покращення засобів пасивного протиаварійного забезпечення дорожнього руху та в різні періоди часу.

Список літературних джерел

1. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: Монографія / Державний автотранспортний науково – дослідний і проектний інститут; За заг. Ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.

2. Титаренко В.Є. Проблеми та напрями удосконалення системи громадського транспорту в місті Житомир / В.Є. Титаренко, Д.В. Романько, В.С. Лукашов // Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту” (21–23 жовтня 2019). – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 184–187.

3. Степанов О.В. Безпека автотранспорту в транспортному процесі: Монографія. – Харків: Вид-во «Водний спектр Джі-Ем-Пі», 2017. – 680 с.
4. Коваленко Л.А. Оценка пропускной способности автомобильных дорог / Л.А. Коваленко // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2002. – Вып. 19. – С. 62–64.
5. Про автомобільні дороги: Закон України. – К.: Парлам. вид-во, 2005. – 47 с.
6. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги, вулиці та залізничні переїзди. Вимоги до експлуатаційного стану: ДСТУ 3587 – 97. Державний стандарт України, 1997.
7. М03450778 - 700:2012. Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування. – К.: Укравтодор, 2012. – 63 с.
8. Абрамова Л.С. Аналіз методів проведення камеральних та польових досліджень аудиту безпеки дорожнього руху / Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, Е.С. Левченко // Вестник ХНАДУ. – 2016. – Вып.75. – С. 182–189.
9. IRAP (International Road Assessment Program). 2008. «Vaccines for Roads. The New IRAP Tools and Their Pilot Application» IRAP, Basingstoke, United Kingdom.
10. Кравченко О.П. До питання удосконалення методу оцінки рівня безпеки руху на окремих ділянках автодороги / О.П. Кравченко, В.О. Осипов // Міжвузівський збірник. Наукові нотатки. Випуск 45. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – С. 301-307.
11. Осипов В.О. Удосконалення методики оцінки безпеки дорожнього руху на ділянках автомобільних доріг / В.О. Осипов, О.П. Кравченко // LXX наук. конф. проф.-виклад. складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. – Київ: НТУ, 2014. - С. 249.
12. Кравченко А.П. Модернизация технических средств организации дорожного движения / А.П. Кравченко, В.А., Осипов // Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. Сборник научных трудов. Безопасность дорожного движения. Выпуск № 8. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 525-533.
13. Кравченко А.П., Осипов В.А. К вопросу оценки степени опасности участка автодороги по критериям отдельных геометрических параметров / А.П. Кравченко, В.А. Осипов // X Международная заочная научно-техническая конференция «Проблемы автомобильно-дорожного комплекса России: организация автомобильных перевозок и безопасность дорожного движения» (17 ноября 2014 г., Пенза). – Пенза: ПГУАС, 2014. – С. 106-109.
14. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. – М.: Транспорт, 1993. – 267 с.
15. Електронний ресурс: <https://www.zhitomir.info>

Кравченко Олександр Петрович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: avtoap@ukr.net

Титаренко Володимир Євгенійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: Voldtit@gmail.com

Шумляківський Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: shumliakivskyiv@gmail.com

Барабаш Сергій Сергійович – студент кафедри автомобілів і транспортних технологій, Державний університет «Житомирська політехніка», e-mail: sergiy.barabash333@gmail.com

Кривошапов С. И., к.т.н., доц.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА В ПРОЦЕССЕ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ АВТОМОБИЛЕЙ НА СТЕНДЕ С БЕГОВЫМИ БАРАБАНАМИ

Рассмотрены особенности определения расхода топлива на стендах с беговыми барабанами. Оценены факторы, влияющие на точность измерения расхода топлива, включающие средство измерения, способ задания нагрузки, методы обработки и анализа составных измерений. Разработаны выводы и рекомендации, указаны основные пути дальнейших исследований

Введение. Топливная экономичность – одна из групп показателей, характеризующих эксплуатационные свойства автомобиля. Расход топлива переопределяет нагрузочный и скоростной режим движения автомобиля, условия эксплуатации, техническое состояние основных агрегатов. От потребления топлива зависит стоимость перевозочного процесса.

Расход топлива автомобиля с течением времени возрастает. Поэтому в эксплуатации необходимо периодически контролировать фактическое значение расхода топлива. Такой контроль желательно производить в условиях, которые максимально приближены к реальной скорости и нагрузки транспортного средства. Для этого широко используются стендовые испытания на имитационном оборудовании.

Цель работы – оценить факторы, влияющие на точность измерения расхода топлива, когда эти измерения выполняются на стенде с беговыми барабанами.

Анализ решений. Расход топлива может быть установлен нормативными документами [1], расчетными методами [2], в ходе дорожных и стендовых испытаний [3], а также в процессе непрерывного мониторинга при эксплуатации [4].

Документ [1] устанавливает нормативное значение расхода топлива по среднестатистическим данным, которые далеки от фактического расхода топлива конкретного автомобиля.

Математическое моделирование [2] сопряжено с рядом ограничений, что упрощает модель, но снижает точность расчетов. Расчет по формулам возможен при условии наличия всех исходных данных, характеризующих технические показатели транспортного средства.

Мониторинг расхода топлива [4] определяется с низкой точностью. Также на значение расхода топлива оказывает влияние большое количество факторов, которые в реальных условиях эксплуатации определить практически невозможно.

Получение бортовых компьютеров через диагностический разъем [5] дает сведения о расчетном значении расхода топлива от контролера ЭБУ, а не реальное фактическое значение.

Наиболее достоверные результаты фактического расхода топлива можно получить в процессе стендовых испытаний на имитационном оборудовании. В работе [3] определена методика дорожных и стендовых испытаний на топливную экономичность, требования к точности измерительных средств, режиму испытаний и методу обработки данных. Очевидно, что на расход топлива будет оказывать влияние конструкция стенда, требования которого в данном документе не установлены.

Результаты исследования. Основная задача процесса измерений – получить максимальную точность расхода топлива при имеющихся средствах. Используя системный подход можно оптимизировать процесс измерения, но для этого необходимо исследовать взаимодействия объекта с измерительным и имитационным оборудованием.

Расход топлива – это количество топлива, проходящее за единицу времени или за пройденное автомобилем расстояние. Количество определяется в массовых или объемных

величинах. Распространено на транспорте расход измерять в кг/ч или л/100 км.

Различают расходомеры измеряющие: объем, перепад давления (постоянного и переменного), силу, скорости вращения, изменение температуры, времени распространения ультразвука, степень вихреобразования, изменение электромагнитного поля и др. [6]. Различные физические процессы измерения оказывают влияние на точность измерений.

Принцип измерения расхода связан с течением жидкости, свойство которой меняется от скорости, температуры, давления, формы преграды и сопротивлений. Наблюдается нелинейный характер точности измерений от величины расхода.

Количественное значение может быть установлено путем математического моделирования или экспериментальных исследований.

Зачастую изменение точности датчиков (устройств) расхода топлива устанавливается в ходе тарировочных испытаний, целью которого – получить значение коэффициентов в принятой регрессионной модели.

Информацию о расходе топлива, полученную от датчиков, необходимо преобразовать и доставить исследователю. Измерительная процедура может включать операции усиления, преобразования в цифровой вид, накопления, передачи, представления (визуализации) и др. Все эти операции приводят к потере точности.

Особенность определения расхода топлива на имитационном оборудовании заключается в том, что режим работы автомобиля задается не дорогой, а стендом с беговыми барабанами. Условия взаимодействия автомобиля с дорогой и с беговыми барабанами стенда различны, и это надо учитывать.

Расход топлива будет зависеть от конструкции самого стенда: диаметра барабанов, межосевого расстояния, инерционных вращающихся масс стенда, величины потерь при передаче крутящего момента внутри стенда, типа тормозного привода и др.

Для стендовых испытаний автомобиля в процедуру оценки точности расхода топлива необходимо включать определение точности измерений скорости вращения и крутящего момента на барабанах. Тогда расход топлива – это уже составной показатель, т.е. погрешности составляющих накапливаются, увеличивая погрешность общего параметра.

Наибольшее распространение получили следующие методы измерения частоты вращения: центробежный, магнитоиндукционный, фотоэлектрический, электрический постоянного или переменного (импульсного) тока и др. Для измерения крутящего момента используются тензорезистивный, индукционный, магнитоупругий и струнный методы. Как правило, сигнал от датчиков крутящего момента необходимо усиливать.

Информация с датчика передается в аналоговом или цифровом (частотном) виде. При передаче сигнала с аналоговых датчиков в микропроцессорную систему его необходимо оцифровать (АЦП), на что затрачивается некоторое время. Точность АЦП зависит от разрядности преобразователя.

В процессе измерения расхода топлива на стенде с беговыми барабанами не всегда удается стабилизировать скоростной и нагрузочный режимы. Причины: неравномерность вращения коленчатого вала двигателя, колебательные процессы в агрегатах трансмиссии, отклонения формы и деформация колес, динамические процессы в подвеске автомобиля, биение валов и беговых барабанов стенда, вибрация, аэродинамические и гидродинамические процессы и других процессов.

Стабильность режима зависит от человеческого фактора, если автомобилем на стенде управляет оператор.

Нестабильность сопутствующих процессов приводит к высокочастотному шуму и низкочастотному дрейфу измеряемых величин. Устранить это влияние можно путем увеличения времени, во время которого производятся многократные измерения, с последующей обработкой всего массива данных.

Учитывать время стабилизации параметров, а следовательно, и точности измерения, необходимо при динамических испытаниях на топливную экономичность. Например, при оценке расхода топлива по ездовым циклам NEDC, JS08, EPA и WLTP [7].

Проведенные в ХНАДУ исследования показали, что применение поршневого расходомера топлива позволяет получить его значение с точностью до 1 %. Стабилизация наступает через 10 с. Причем с увеличением скорости автомобиля результаты более стабильны.

В исследованиях использовался инерционно-силовой стенд с беговыми барабанами производства ХАДИ. В этом стенде: скорость вращения беговых барабанов измерялось фотоэлектрическим датчиком, а крутящий момент – тензорезистивным. Погрешность измерения скорости – 0.02 %, а крутящего момента – 0.5 %. Стабилизация показателей: скорости – 5 с, крутящего момента – 2 с.

Стабилизация всех показателей подчиняется экспоненциальному закону.

Накопление и обработку результатов измерений можно производить в микропроцессоре. Использовать микропроцессор удобно также для представления информации на экране для пользователя или для организации канала передачи данных на компьютер для последующей обработки.

В программном обеспечении микропроцессора можно предусмотреть процедуру динамической тарировки измеряемых величин. Выводить на экран не только значения расхода топлива, но и расчетную точность ее определения. Включить процедуру измерения расхода топлива со стабилизацией до достижения заданной точности.

Выводы. При разработке методики экспериментальных исследований необходимо обеспечить максимально возможное снижение погрешности измерения. Применительно к расходу топлива необходимо обеспечить: максимальную точность измерения самого расхода топлива во всем диапазоне, достаточно стабильный скоростной и нагрузочный режим «движения» автомобиля на стенде, максимальную точность измерения скорости и крутящего момента на беговых барабанах, оптимальную точность и скорость обработки и передачи данных на средство визуализации.

Список литературных источников

1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – 3-я ред., доп. та переробл. / Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011. – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012. – 120 с.
2. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте : учебн. пособ. / Н.Я. Говорущенко. – М: Транспорт, 1990. – 135 с.
3. ГОСТ 20306-90. Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. – Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/gost/20306-90/>. (Обращение: 15.02.2020).
4. Сафиуллин Р.Н. Интеллектуальные бортовые системы на автомобильном транспорте : монография / Р.Н. Сафиуллин, М.А. Керимов; Под. ред. Керимова М.А. – Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 355 с.
5. ДСТУ ISO 9141-2:2010. Колісні транспортні засоби. Системи діагностики. Частина 2. Вимоги CARB до обміну цифровою інформацією (ISO 9141-2:1994, IDT). Початок дії 2012-07-01 – 19 с.
6. Брднер В.А. Измерительные приборы (теория, расчет, проектирование) : учебник для вузов. В 2 т. – Т. 2: Методы измерений, устройств и проектирования приборов. - М.: Изд-во стандартов, 1986. – 224 с.
7. Гусаков С.В. Сравнение испытательных ездовых циклов при оценке эксплуатационного расхода топлива двигателями легковых автомобилей / С.В. Гусаков, П.П. Ощепков // Журнал автомобильных инженеров. - №1 (96). – 2016. – С. 42-47.

Кривошапов Сергей Иванович – к.т.н., доцент кафедры «Технической эксплуатации и сервиса автомобилей им. проф. Говорущенко Н.Я.», Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, e-mail: keat@khadi.kharkov.ua

Кужель В. П., к.т.н., доц.; Буда А. Г., к.т.н., доц.; Нікіфоров Н. С.

ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ ФОРМ КУЗОВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Проаналізовані перспективні тенденції вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля, розглянуті можливості поліпшення його аеродинамічних характеристик

Зазначимо що на сьогоднішній день існує багато видів (форм) автомобільних кузовів, наприклад: седан, універсал, хетчбек, купе, лімузин, мінівен, гардтоп, тудор, таун-кар, ліфтбек, шутінг брейк, кабриолет, фаєтон, ландо, тарга, родстер, спайдер, торпедо і багато інших [1, 2]. Розглянемо перспективні тенденції сьогодення і майбутнього – на сьогоднішній день легкові автомобілі роблять порівняно високими – висота серійних седанів становить близько 1,5 метра, що дозволяє оптимально розмістити водія та пасажирів, створити просторий салон без зайвого збільшення габаритів автомобіля [3-6] (рис. 1). Контраст між западинами та опуклостями на панелях кузова підкреслено ефектними заглибинами над колісними арками, особливо у задній частині, роблячи пропорції конструкції унікальними та надаючи їй напрочуд динамічний й цілеспрямований вигляд [1].



Рисунок 1 – Концепт Lexus LF-SA виконаний в стилі «орігамі» [1]

Наприклад футуристичний екстер'єр концепт-кара дає уявлення про те, якими можуть стати автомобілі напряму Lexus Electrified до 2030 року (рис. 2) [1].



Рисунок 2 – Електромобіль Lexus LF-30 (концепт-кар) [1]

В свою чергу автомобілі 2010-х років почали розвиватися в напрямку ускладнення форми кузова, пов'язаних з деяким відходом від «холодної» раціональної «комп'ютерної»

геометрії. Спостерігається тенденція до збільшення діаметра коліс і розмірності шин, при відповідному зниженні висоти їх профілю. Це дозволяє не тільки поліпшити зовнішній вигляд порівняно високих автомобілів за рахунок кращої пропорційності, але і розмістити всередині коліс більш потужні гальмівні механізми великого діаметру. Сьогодні на серійних легкових автомобілях можна зустріти і 18-дюймові колеса, хоча ще у вісімдесяті навіть на великих седанах ставили як максимум 15-дюймові. Для SUV (практичний спортивний автомобіль) не є межею і 20 дюймів (рис. 2). Наприклад лінії концепт-кара Lexus LF-1 Limitless формують уявлення про те, як буде виглядати розкішний флагманський кросовер бренду Lexus в майбутньому (рис. 3). В основу дизайну лягла елегантна в своїй простоті концепція, що отримала назву «розплавлена катана». У цьому дизайні візуально об'єднані природні форми рідкого металу і гострі грані традиційного японського меча. Саме формування уявлення про те, як в'язка і рідка маса перетворюється на тверду поверхню з гострими гранями, і лягло в основу плавного, але при цьому агресивного дизайну LF-1 Limitless [1].



Рисунок 3 – Lexus LF-1 LIMITLESS (флагманський кросовер) [1]

Також важливий вплив на форму автомобілів починають надавати міркування пасивної безпеки, вимоги до якої істотно зросли після початку краш-тестів за програмою EuroNCAP. EuroNCAP – це європейська програма оцінки безпеки автомобілів транспортно-дослідної лабораторії Міністерства транспорту Великої Британії. Ця організація зараз підтримується Європейською Комісією, владою Франції, Німеччини, Швеції, Нідерландів та Іспанії, а також автомобільними та громадськими організаціями в кожній країні ЄС.

Вже до теперішнього часу всі виробники світового класу вивели свою продукцію на рівень відповідності новим стандартам безпеки при фронтальному зіткненні. Однак незабаром в програму випробувань були додані два нових – на безпеку при бічному ударі та при наїзді на пішохода. Для поліпшення цих характеристик автомобілів були прийняті рішення, безпосередньо вплинули на їх зовнішність. Необхідність підвищення безпеки при бічному ударі призвела до появи більш високих кузовів і товстих дверей, що добре захищає її бічну частину. Тепер автомобілі мають високу поясну лінію і порівняно низький дах із значними товстими, масивними стояками. Лінія даху стала визначатися з початку 2000-х років практично загальноприйнятою «арочною» силовою структурою бічної поверхні кузова, в чистому вигляді вперше з'явилася на серійних «Audi» кінця 1990-х і забезпечує найвищу жорсткість кузова.

Як відомо, на витрату палива та динамічні характеристики, особливо при великих швидкостях руху, значний вплив чинить опір повітря (аеродинамічний опір). Коефіцієнт аеродинамічного опору встановлюється продувкою автомобіля або його макета в аеродинамічній трубі або наближено в ході експлуатаційних випробувань. Це викликано тим, що на зміну опору повітря впливають неточності виготовлення деяких вузлів і деталей автомобіля: ручок дверей, дна кузова, бамперів, дзеркал заднього виду тощо. Крім того, значний вплив на величину C_x чинить повітря, що проходить в кузов для охолодження та вентиляції. Аеродинаміка при цьому продовжує поліпшуватися: новітні досягнення в цій галузі дозволили створити автомобілі із коефіцієнтом обтічності C_x близько 0,2 (рис 4). Плавна

лінія даху, що тягнеться з передньої у задню частину автомобіля, свідчить про те, що автомобіль почуватиметься впевнено, що на швидкісних автошляхах, так і на серпантинах [1].



Рисунок 4 – Концептуальний автомобіль класу «Люкс» LF-FC (водневий седан) [1]

В свою чергу у США протягом 2000-х років на зміну класичним рамним SUV стали приходити більш «легкові» за конструкцією Crossover SUV (кросовери), що поєднують високу посадку та збільшену дорожню платформу з несучим кузовом. Випуск таких автомобілів став можливим завдяки технологічним досягненням – велика гнучкість виробничих ліній дозволила на одній і тій же платформі випускати абсолютно різні автомобілі, від звичайного седана або хетчбека до мінівена або кросовера.

Отже виконаний аналіз перспективних тенденції вдосконалення зовнішніх форм кузова легкового автомобіля, розглянуті футуристичні екстер'єри майбутнього.

Список літературних джерел

1. Світ Lexus [електронний ресурс]. Режим доступу <https://www.lexus.ua/discover-lexus/concept-cars/> (дата звернення 08.04.2020). – Назва з екрана.
2. Форма кузова легкового автомобіля [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата звернення 08.04.2020). – Назва з екрана.
3. Буда А.Г. Графічні моделі конструювання форм кузова автомобіля / Буда А.Г, Кужель В.П., Юров А.Р. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2016. - Випуск №1(5). – С. 32-37.
4. Кужель В.П. Варіанти моделювання зовнішніх форм автомобіля застосуванням сучасних технологій 3D графіки / Буда А.Г, Кужель В.П., Юров А.Р. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. - Випуск №1(10). – С. 38-43.
5. Кужель В.П. Сучасні підходи до моделювання зовнішніх форм легкового автомобіля в 3D середовищі / Буда А.Г, Кужель В.П., Юров А.Р. // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія : Технічні науки. №2 (82), 2018. – С. 74 – 82.
6. Буда А.Г. Моделювання зовнішніх поверхонь легкового автомобіля в тривимірному просторі за допомогою сплайнів / Буда А.Г, Кужель В.П., Юров А.Р. // Вісник Машинобудування та транспорту. №1(7), 2018. – С. 26 – 34.

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Буда Антоніна Героніївна – к.т.н., доцент кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет

Нікіфоров Назар Степанович – студент групи ІАТ–196, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОДАЧІ БЕНЗИНУ ПОРІВНЯННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ВІБРОАКУСТИЧНОГО СИГНАЛІВ

Описана методика діагностування системи впорскування бензину електромагнітними форсунками шляхом одночасного зчитування та порівняння осцилограм напруги керування форсункою та віброакустичного сигналу фактичного відкриття клапана форсунки

Вступ. Основним виконавчим елементом подачі бензину в системах живлення з впорскуванням палива є електромагнітні форсунки. Бензин подається форсункою або у впускний колектор або безпосередньо в камеру згорання в залежності від конструкції системи впорскування (розподілене впорскування або безпосереднє впорскування). Технічний стан електромагнітних форсунок безпосередньо впливає на багато показників роботи двигуна. Несправність форсунок призводить до збільшення витрати палива, підвищення токсичності відпрацьованих газів, падіння потужності і нестійкої роботи двигуна.

Методи, засоби та технології діагностування системи подачі бензину за останні роки суттєво удосконалились. Це стало можливим завдяки швидкому розвитку ІТ-технологій. Цій тематиці присвячена досить велика кількість робіт [1, 2, 3]. Особливу увагу слід звернути на розвиток і удосконалення системи On Board Diagnostic, яка значно полегшує процес діагностування та процедуру пошуку несправностей. Така система дає можливість локалізувати пошук та скоротити перелік параметрів, які необхідно визначати.

Результати дослідження. Технічний стан електромагнітних форсунок змінюється у процесі експлуатації. Будь-яка зміна технічного стану супроводжується зміною певних структурних параметрів і відповідно діагностичних параметрів. Про працездатність форсунок можна судити за формою розпилення палива. На даний час в достатній мірі описані технології діагностування електричної (електронної) частини форсунок. Складає певну цікавість вивчення питання діагностування механічної частини форсунок: діагностування чіткості фактичного відкриття і закриття клапана форсунки, діагностування ступеня забруднення форсунки, діагностування ступеня зносу елементів форсунки та ін.

Процес діагностування електромагнітних форсунок можна умовно розділити на дві частини: діагностування електричної (електронної) частини і діагностування механічної частини.

На першому етапі необхідно визначити перелік діагностичних параметрів, які найбільш повно описують технічний стан електричного ланцюга керування форсункою. До таких параметрів можна віднести опір обмотки клапана форсунки, значення напруги, час відкритого і закритого стану форсунки і пікові напруги, що виникають в момент закриття клапана форсунки. Ці параметри описують технічний стан електричної частини форсунок. Всі ці параметри можуть бути отримані за допомогою комбінованого мультиметра та при зчитуванні осцилограми напруги керування форсункою.

Для визначення технічного стану механічної частини форсунок необхідно вибрати параметри, які не залежатимуть від електричного сигналу управління форсункою і будуть характеризувати процес фактичного відкриття і закриття клапана форсунки. Таким параметром може бути віброакустичний сигнал, отриманий під час роботи форсунки при різних режимах роботи двигуна.

Для отримання віброакустичного сигналу може бути використаний вібродатчик, прикріплений до корпусу форсунки. Віброакустичний сигнал необхідно зчитувати паралельно з електричним сигналом управління форсункою.

Одночасний аналіз електричного та віброакустичного сигналів дає можливість визначити час запізнення відкриття і закриття клапана форсунки і ряд параметрів електричного сигналу управління форсункою.

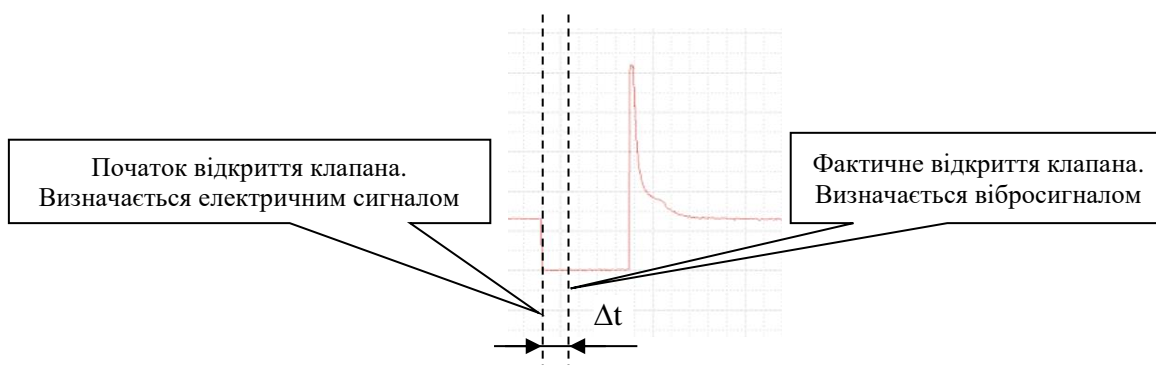


Рисунок 1 – Аналіз осцилограм електромагнітної форсунки

Для відкриття форсунки електронний блок керування замикає коло керування форсункою на «масу», напруга зменшується до нульового значення. Це початок відкриття клапана форсунки. В залежності від технічного стану форсунки та від ступеня її забруднення клапан може відкриватись з різною тривалістю та різним часом затримки відкриття. Ці два параметри є досить важливими з точки зору подачі бензину за один цикл. Кількість палива, яке впорскується форсункою залежить від тривалості відкритого стану форсунки. Ця тривалість визначається електронним блоком керування в залежності від багатьох факторів та режиму роботи двигуна. Якщо форсунка забруднена, то збільшується час затримки відкриття клапана. Тобто, від моменту замикання кола керування форсункою до моменту фактичного відкриття голки форсунки проходить певний час Δt . Збільшення Δt призводить до зменшення кількості бензину, який впорскується за один цикл.

Висновки. Одночасний аналіз електричного та віброакустичного сигналів, зчитаних в процесі роботи електромагнітної форсунки дає можливість оцінити технічний стан механічної частини форсунки і відповідність часу затримки фактичного відкриття форсунок для різних циліндрів двигуна. За цією величиною можна робити висновки про ступінь забруднення форсунок.

Список літературних джерел

1. Кукурудзяк Ю. Ю., Ребедайло В. М. Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном. Монографія. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 143 с.
2. Пойда А. Н., Проскурин А. М., Сивых Д. Г. Влияние различных факторов на цикловую подачу бензина и стабильность функционирования автомобильного двигателя // Автомобильный транспорт (Харьков, ХНАДУ). 2008. №23. С.142-147.
3. Яковлев В.Ф. Диагностика электронных систем автомобиля. Учебное пособие. М.: Солон-Пресс, 2005, 272 с.

Кукурудзяк Юрій Юрійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: uk34@ukr.net

Манжула Роман Андрійович – студент групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: romamanzhula@gmail.com

Лаврентьєва О. О., к.пед.н., доц.; Великодний Д. О., к.т.н., доц.; Токовило А. Д.

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ СЕРЕДОВИЩА FLEXSIM У ПРОФЕСІЙНОМУ НАВЧАННІ СТУДЕНТІВ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРОФІЛЮ

У статті розкриваються питання застосування віртуальних навчальних лабораторій у професійному навчанні студентів автотранспортного профілю на прикладі середовища FlexSim; подається загальний огляд структури й можливостей програми у контексті побудови системи кейсових завдань за темами «Логістика й розподіл» та «Транспортування» задля імітаційного моделювання студентами транспортно-логістичних процесів, визначення чинників та шляхів їх оптимізації

Транспортна галузь пов'язана з переміщенням вантажів або пасажирів у просторі, вона сьогодні є великою розгалуженою системою, кожна з підсистем якої оперує значними масивами даних та характеризується помітною кількістю елементів та взаємозв'язків. Сьогодні питання оптимізації транспортно-логістичних процесів вирішується шляхом імітаційного моделювання, а з розвитком ІКТ – із застосуванням сучасних віртуальних середовищ. Очевидно, що функціонування транспортної галузі безпосередньо пов'язане із рівнем професійної підготовки кадрів, ступенем їх спроможності вирішувати професійні завдання із використанням найсучасніших інструментів.

Сьогодні виробничі, транспортні та сервісні операції проходять зазвичай у мінливих умовах, на них впливає безліч випадкових факторів, які, зі свого боку, сприяють нарощуванню нових труднощів та ускладнень. Виникає реальна потреба не лише розрахувати й спроєктувати формальну модель та спрогнозувати її поведінку за певних обставин (структура системи, ресурси, режим роботи, логіка, етапи), але й наочно представити цей процес і його можливий результат. Така інформація має бути оперативною й чіткою, а створена модель – відповідати наявним ресурсам та вкладатися в межі бюджету.

Ринок програмного забезпечення пропонує чимало продуктів для такого моделювання (*Anylogic, Arena, Bizagi modeler, Enterprise Dynamics, GPSS W* та ін.), з-поміж них *FlexSim* належить до найбільш потужних інструментів, доступних користувачеві для моделювання, аналізу, візуалізації й оптимізації будь-якого процесу.

FlexSim є віртуальним середовищем для імітаційного 3D-моделювання різноманітних систем. *FlexSim* моделює, візуалізує, імітує, по-кроково досліджує й прогнозує різноманітні дискретні та неперервні процеси на виробництві, на транспорті, у будівництві, у сферах охорони здоров'я і послуг, аналізує складування продуктів виробництва й товарів та різноманітні логістичні системи. Загалом, розробник цього програмного продукту зважає на потреби компаній у досконалих інструментах для підтримки прийняття рішень щодо певних змін перед тим, як вони будуть впроваджені в систему виробництва й сферу послуг [2]. На підставі реальних виробничих ситуацій можуть бути розроблені кейсові завдання, розв'язання яких може бути виконане в середовищі *FlexSim* [1].

Імітаційне моделювання у віртуальній лабораторії – це процес створення та оцінки віртуального прототипу реальної системи. Першим кроком імітаційного моделювання є створення поточної моделі стану, такого собі «знімку» досліджуваної системи – картки потоку. Середовище *FlexSim* надає ряд інструментів, що значно полегшують цей процес. Зазвичай, для візуалізації робочої області та потоку матеріалів через систему як тло можуть бути використані малюнки з будь-якої CAD-системи та об'єкти 3D FlexSim для представлення людських та машинних ресурсів модельованої системи. Надалі, під час симуляції процесу з'являється можливість дослідити поведінку й ряд змін у майбутньому стані системи, їх вплив

на систему і процес загалом; вивчити взаємозалежності між елементами системи, прослідкувати як ті чи ті об'єкти фактично проходять через систему, виявити проблемні етапи й операції, намітити шляхи оптимізації.

FlexSim створює занурене віртуальне середовище, імітує робочу область задля опрацювання різноманітних сценаріїв поведінки системи під час внесення до неї змін. Система *FlexSim* створює моделі мовою C++, за допомогою якої відбувається перехід від структурної моделі (картки потоку) до імітаційної моделі (функціонування системи). *FlexSim* містить потужну систему 3D-графіки, спеціалізовану бібліотеку елементів імовірнісних об'єктів, які можуть бути використані, для побудови моделей користувача, дозволяє імпортувати й експортувати дані в усі розповсюджені таблиці й бази даних пакетів прикладних програм з обробки статистичних даних і оптимізації [2].

У професійному навчанні студентів автотранспортного профілю доцільно використовувати кейсові завдання для моделювання в середовищі *FlexSim* у напрямках «Логістика й розподіл» та «Транспортування», зокрема: агрегація замовлень з їхнім наступним аналізом задля оптимального розподілу навантаження на автотранспортні засоби; прогнозування рентабельності й вартості перевезення, ефективне планування маршрутів, перевезення транзитом, дизайн системи поставок, оптимізація розкладу, флоту (машини, вагони, контейнери), а також експлуатації встаткування; розташування й зберігання продукції, запобігання аварій та інших негативних ситуацій тощо [1].

Імітаційне моделювання вирішує чимало проблем побудови логістичної системи, зокрема, проблему мінливості, адже визначає дисперсію, імітуючи рух елементів через систему. Вирішується також проблема взаємозалежності елементів, оскільки середовище містить інструменти, які оцінюють відповідні параметри та адекватно представляють швидкість проходження кожного з процесів та їхню послідовність, забороняючи виконувати операцію без належної кількості ресурсів. Додаємо до цього також те, що *FlexSim* містить убудовані інструменти звітності та аналізу, які можуть бути використані задля кращого розуміння того, що відбувається під час імітаційного моделювання. Зокрема, перевірити стійкість системи, наявність конфліктів, прихованих залежностей, обмежень та вузьких впливів, так само як і потужності елементів, у тому числі кількості персоналу, ресурсів, швидкості руху та всього того, що є важливим для досліджуваного процесу [2].

За результатами застосування середовища *FlexSim* студенти автотранспортного профілю можуть опрацювати чинники, що сприяють скороченню витрат на перевезення, підвищенню ефективності доставки, мінімізації ризиків під час перевезень, з'ясувати ключові фактори ефективності функціонування автотранспортної галузі.

Список літературних джерел

1. Хлайборода М. Машинное обучение в транспортных перевозках и логистике. <https://blog.heyml.com/машинное-обучение-в-транспортных-перевозках-и-логистике-d134d3ee2e69> (дата обращения 9.04.2020).
2. Why FlexSim is superior for material handling: A White paper by FlexSim Software Products, Inc. <https://www.flexsim.com/academia/> (last accessed 9.04.2020).

Лаврентьєва Олена Олександрівна – д. пед. н., доцент, завідувач кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, e-mail: helav68@gmail.com

Великодний Денис Олександрович – к. т. н., доцент, старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, e-mail: atdvnz@ukr.net

Токовило Альона Дмитрівна – студентка, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, e-mail: k_machinery@kdpu.edu.ua

Лужанська Н. О.; Лебідь І. Г., к.т.н., доц.; Яцечко С. Р.

РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ВЗАЄМОВІДНОСИН ВАНТАЖНИХ МИТНИХ КОМПЛЕКСІВ З КЛІЄНТАМИ

Розглянуто основні етапи управління відносинами з клієнтами вантажних митних комплексів. Запропоновано послідовність виконання відповідних процедур для розробки стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами

Функціонування вантажних митних комплексів, як будь якого суб'єкта підприємницької діяльності ґрунтується на отриманні прибутків від надання митно-логістичних послуг. Досягнути відповідного бажаного рівня прибутковості можливо шляхом застосування клієнтоорієнтованого підходу до стратегічного планування роботи об'єкту митної інфраструктури.

Клієнти вантажних митних комплексів є споживачами митно-логістичних послуг, які за договором про обслуговування самостійно або через представника, що діє від його імені, доручає виконати чи організувати або забезпечити виконання визначених договором послуг та оплачує їх, включаючи плату представника. В залежності від тривалості співпраці або її фінансових результатів формується цінність клієнта [1, 2]. Під даним визначенням, як правило розуміється оцінка сукупності вигод, які сподівається одержати суб'єкт підприємницької діяльності, що надає послуги протягом усього періоду взаємодії зі споживачем. У процесі роботи з клієнтами підприємство переслідує дві основні цілі: залучення нових споживачів послуг та утримання вже існуючих.

Процес управління відносинами з клієнтами вантажних митних комплексів складається з трьох етапів:

1. Виявлення найбільш прибуткових або потенційно прибуткових клієнтів для подальшої взаємодії.
2. Розуміння їхніх потреб та інтересів.
3. Взаємодія з клієнтами для задоволення широкого спектру послуг.

Вивчення споживачів дає змогу визначити не лише їхні запити, але і виділити ключових споживачів, до яких необхідний індивідуальний підхід. В результаті дослідження взаємовідносин зі споживачами митно-логістичних послуг створюється клієнтська бази даних, організація роботи з якою надає можливість впровадити індивідуальний підхід до роботи з кожним споживачем. Робота з базою припускає: розробку спеціальних програм по кожному споживачеві; призначення для роботи з кожним ключовим споживачем досвідченого менеджера, який відповідає за роботу з клієнтом, виступає джерелом інформації про клієнта та є організатором спрямованої на нього діяльності. В роботах [3-5] розглядаються процедури формування стратегій управління взаємовідносинами з клієнтами. Методика розробки стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами являє собою послідовне виконання наступних процедур:

1. Аналіз і оцінка клієнтів вантажного митного комплексу.
2. Визначення рівня лояльності клієнтів до вантажного митного комплексу та його послуг, вивчення потреб клієнтів.
3. Оцінка рівня взаємовідносин вантажного митного комплексу зі своїми клієнтами.
4. Визначення перспектив розвитку взаємовідносин з клієнтами.
5. Вибір індивідуальних стратегій роботи з клієнтами.
6. Розробка та впровадження індивідуальних стратегій взаємовідносин зі споживачами послуг вантажного митного комплексу.

Робота над заохоченням клієнтів до співпраці з вантажними митними комплексами є досить актуальною на сьогоднішній день. Оскільки, наявність попиту на послуги даного об'єкта митної інфраструктури забезпечать фінансові надходження, які будуть використані на розбудову або оновлення технічного оснащення з метою підвищення рівня сервісу. Не менш важливим аспектом стимулювання до співпраці є можливість отримання повного комплексу послуг без перебування в чергах на обслуговування, а відповідно непродуктивному використанню часу, що може спричинити порушення умов поставки.

З метою зростання ступеню довіри до вантажних митних комплексів і заохочення переходу клієнтів на комплексне митно-логістичне обслуговування керівництво даного об'єкта митної інфраструктури має застосовувати сучасні методи роботи з клієнтами, визначати фактори конкурентоспроможності організації на ринку митно-логістичних послуг, створювати і використовувати стандарти митно-логістичного обслуговування в аспектах посадових обов'язків виконавців та функціональному забезпеченню послуг.

Список літературних джерел

1. Buttle, F., Maklan, S. (2015), Customer Relationship Management: Concepts and Technologies, Third edition, Published by Routledge, Abingdon, Oxon, 427 p.
2. Roberts-Phelps, G. (2003), Customer Relationship Management: How to turn a good business into a great one!, Reprinted by Thorogood, London, 243 p.
3. Сінческул І. Л. Формування стратегії управління взаємовідносин з клієнтами / І. Л. Сінческул, М. І. Ларка // Дослідження та оптимізація економічних процесів "Оптимум–2015" : тр. 11-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 7-9 грудня 2015 р. – Харків : НТУ "ХПІ", 2015. – С. 114-117.
4. Шет Д. Саморазрушительные привычки хороших компаний и как избавиться от них / Джагдиш Н. Шет. – К.: Баланс Бизнес Букс, 2011. – 320 с.
5. Sheth J.N., Parvatiyar A., Sinha M. 2012. The conceptual foundations of relationship marketing: Review and synthesis. Economic sociology — the European electronic newsletter 13 (3): 4–26.

Лужанська Наталія Олександрівна – старший викладач кафедри транспортних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: natali.luzhanska@gmail.com

Лебідь Ірина Георгіївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, e-mail: i.h.lebed@gmail.com

Яцечко Станіслав Романович – студент, Національний транспортний університет

Лук'яненко О. Ю., к.т.н., доц.

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ В ПРОЕКТАХ СТВОРЕННЯ АВТОМОБІЛІВ ОПЕРАТИВНИХ СЛУЖБ

Розглянуті проблеми пошуку оптимальної концепції проектів створення автомобілів оперативних служб нового покоління. Запропоновані конкретні заходи щодо створення (вибору) базових шасі автомобілів оперативних служб

Вступ. Перелік небезпек, характерних для сучасного суспільства включає в себе техногенні (пожежі, хімічні й бактеріологічні зараження), інформаційні, соціально-економічні (злочини, правопорушення, терористичні акти), медико-соціальні (хвороби і травматизм, епідемії, пандемії тощо) і багато інших.

Забезпечення безпеки людей, реагування на події та надзвичайні ситуації і ліквідація їх наслідків є першочерговими задачами системи екстрених оперативних служб (ЕОС). Усі ЕОС (протипожежні служби, пошуково-рятувальні загони, служби швидкої й невідкладної медичної допомоги, служби суспільної безпеки, аварійно-ремонтні служби тощо) функціонують, в сутності, по одній і тій же схемі, в одному й тому ж режимі, оперативно реагуючи на різні події й надзвичайна ситуації. Це свідчить, що сукупність усіх ЕОС утворює специфічний клас складно влаштованих соціально-економічних систем, функціонування яких є однотипним складним просторово-тимчасовим випадковим процесом.

Постановка задачі дослідження. Враховуючи імовірнісний характер системи «виникнення події (надзвичайної ситуації) – оперативні підрозділи – реагування на подію (надзвичайну ситуацію)», можна сформулювати цільову функцію діяльності оперативних підрозділів, а саме: «При події (надзвичайній ситуації), що виникла в одному з раніше невідомих місць в довільний момент часу в невідомому об'ємі, доставити в найкоротший (мінімальний) час достатню кількість кваліфікованого персоналу (особового складу), технічних засобів, обладнання, необхідних матеріалів а також організувати рятування потерпілих і ліквідація події (надзвичайної ситуації) і її наслідків».

Можна вважати, що ця цільова функція визначає вимоги суспільства до діяльності ЕОС. Але для її ефективного вирішення потрібні відповідні ресурси – трудові, технічні, матеріальні.

До технічних ресурсів оперативних підрозділів відносяться: мобільна техніка у всьому її різноманітті, спеціальне обладнання, відповідні речовини і матеріали, засоби зв'язку та інші технічні засоби.

Стан технічних ресурсів багато в чому визначає оперативні можливості ЕОС по реагування на події (надзвичайні ситуації). Однією з найбільш значимих складових серед цих ресурсів є парк оперативних автомобілів, під яким розуміється вся сукупність спеціальних транспортних засобів, що забезпечують діяльність (перебувають на озброєнні) оперативної служби (гарнізону, об'єкту тощо) і використовується в оперативній діяльності.

Але цей парк не в достатній ступені відповідає вимогам, що пред'являються до нього, ні по якісному, ні по кількісному складу.

Безумовно, арсенал різних технічних засобів ЕОС постійно зростає, поліпшується обладнання, створюються нові варіанти спеціальних автомобілів, є велика кількість конструктивних і технологічних удосконалень, що полегшують роботу персоналу і підвищують ефективність його роботи.

Однак це не змінює того факту, що нова спеціальна техніка не тільки не випереджає постійно зростаючі суспільні ризики, але й просто не встигає за актуальними потребами ЕОС. Створення нових моделей оперативних автомобілів з покращеними тактико-технічними характеристиками не призводить до зниження збитків від тих чи інших проявів суспільних

небезпек та кількості загиблих або постраждалих (про що свідчать сумні цифри статистики), що є підставою для висновку – експлуатаційна ефективність автомобілів оперативних служб є недостатньою. Можна виділити багато причин, що пояснюють зазначену проблему, але одна, чи не найголовніша з них пов'язана з тим, що процес створення оперативних автомобілів забезпечувався в основному з позицій накопиченого досвіду та інтуїції розробників, що певним чином зумовило ігнорування деяких взаємозв'язків між елементами складної системи, якою є оперативний автомобіль, а також впливу окремих зовнішніх факторів на якість функціонування системи. А це, в свою чергу, призводить до прагнення поліпшити одні показники якості функціонування оперативного автомобіля за рахунок інших. Так, на певному етапі відбулось зміщення акцентів в бік поліпшення ефективності роботи оперативного автомобіля в стаціонарному режимі (на місці події) за рахунок вдосконалення кількісного та якісного складу сил і засобів з ліквідації наслідків події (надзвичайної ситуації) та їх раціонального розміщення, тобто спрямування зусиль на підвищення ефективності роботи спеціального обладнання (спеціальної надбудови) та обслуговуючого персоналу (особового складу). При цьому мінімізація такого важливого показника ефективності функціонування оперативного автомобіля, як час руху до місця виклику вирішується тільки вибором серед серійних автомобілів базового шасі, яке б змогло забезпечити ефективну його роботу на місці події.

Викладення основного матеріалу. Таким чином все більш актуальною стає задача створення оперативних автомобілів нової ідеології, таких, що відповідають зростаючим вимогам до діяльності ЕОС. При цьому чисто інтуїтивний інженерний підхід до створення мобільної оперативної техніки повинен поступитися місцем науково обґрунтованим методам роботи, заснованим на дослідженні всіх процесів, пов'язаних з використанням автомобілів оперативних служб за призначенням. Науковий підхід передбачає розробку проекту вирішення проблеми, який включає структуру, логічну організацію та методи і засоби розв'язання задач, які вирішуються в процесі досягнення мети.

Безумовно, вирішення цієї проблеми може бути забезпечено розробкою на етапі проектування відповідних значень показників, що характеризують властивості оперативних автомобілів та їх реалізації на етапі виготовлення. Однак подібне трактування не може бути вигідним ні виробнику, ні експлуатаційнику. Виробнику необхідно точно знати, які обов'язкові технічні рішення повинні бути реалізовані в оперативному автомобілі для підвищення ефективності його використання. А експлуатаційнику вкрай важливо мати уявлення про те, як будуть проявлятися потенційні властивості оперативного автомобіля при екстремальних умовах експлуатації та які можливі відхилення строків служби експлуатованих виробів.

Таким чином, основні задачі підвищення ефективності повинні вирішуватись комплексно, враховуючи задачі як етапу проектування і виготовлення, так і етапу експлуатації. (рис. 1)

Сучасний рівень розвитку системного аналізу дає змогу конструктивно підійти до розв'язання задач формування властивостей та вимог до автомобілів оперативних служб у відповідних проектах з метою забезпечення на всіх етапах життєвого циклу необхідного рівня якості та ефективності їх функціонування.

Як наслідок, виникає потреба у створенні нових методів, що базувалися б на системному підході, який дає змогу із єдиних позицій розглянути (дослідити) сучасні підходи до процесів створення, експлуатації, випробувань оперативних автомобілів та розвинути їх у відповідних проектах (табл. 1).

Для забезпечення ефективності створення та використання за цільовим призначенням автомобілів оперативних служб виникає необхідність розробки та впровадження представлених вище проектів.

Основним завданням розробки та впровадження цих проектів є формування відповідного науково-методичного інструментарію.

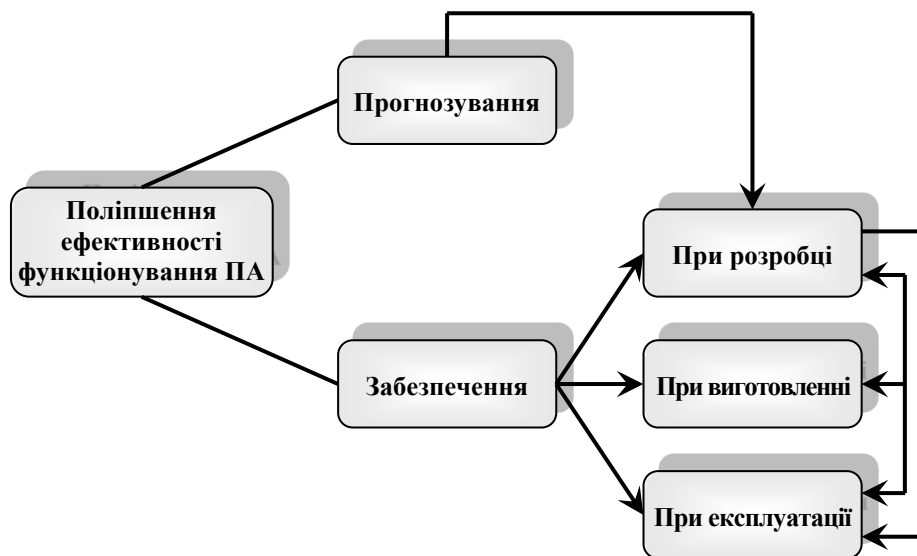


Рисунок – 1 Структурна схема поліпшення ефективності оперативного автомобіля

Розв’язання зазначеної проблеми головним чином базується на розробці теоретико-методологічних основ та нових інформаційних технологій керування процесами створення оперативних автомобілів на усіх етапах їх життєвого циклу, що реалізуються у вигляді програмно-методичних комплексів та комплексів технічних засобів, які забезпечують виробничу діяльність підприємств-розробників у заданому режимі. Основу таких процесів складають методи системного проектування на базі моделювання та системної оптимізації.

Реалізація зазначених проектів дає змогу підійти до вирішення проблеми створення оперативного автомобіля, який відповідав би сучасним вимогам.

Таблиця 1 – Взаємозв’язок проектів вдосконалення автомобілів оперативних служб

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ ОПЕРАТИВНОГО АВТОМОБІЛЯ	
Етап проектування і виробництва	Етап експлуатації
НАЙМЕНУВАННЯ ПРОЕКТІВ	
<ul style="list-style-type: none"> ◆ вдосконалення процесів проектування оперативних автомобілів на основі оптимізації їх властивостей; ◆ вдосконалення процесів виробництва оперативних автомобілів; ◆ розробка механізмів оптимальної взаємодії процесів проектування та виробництва оперативних автомобілів 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ розробка та впровадження засобів для оптимізації властивостей оперативних автомобілів на етапі експлуатації; ◆ вдосконалення процесів використання оперативних автомобілів за призначенням у цільовому середовищі; ◆ розробка механізмів взаємодії процесів виробництва та експлуатації оперативних автомобілів

Окрім того, здійснення заходів, передбачених процесами управління проектами, зокрема розробка відповідних моделей і критеріїв, безпосередньо впливає на створюваний об’єкт і стає гарантом підвищення його якості. Таким чином, ув’язуються дві ортогональні категорії: ефективність (функціонування оперативних автомобілів) і якість (створюваних оперативних автомобілів).

Важливе місце в процесах управління зазначеними проектами відводиться розробці теоретико-методологічних основ та нових інформаційних технологій визначення та забезпечення ефективності оперативних автомобілів під час їх експлуатації з метою раціонального обґрунтування їх конструктивних параметрів за відповідним критерієм ефективності, пов'язаним із часовими характеристиками реагування на подію (надзвичайну ситуацію).

Системне подання такого складного явища, як оцінка та забезпечення ефективності експлуатації оперативного автомобіля з точки зору конструктивних параметрів полягає в розгляді його системних складових, що визначають вхід, процес, вихід, критерії та цілі, керування системою (зворотній зв'язок), обмеження системи.

Аналіз взаємозв'язку між конструкцією автомобіля та кінцевим ефектом транспортного забезпечення процесу реагування на подію (надзвичайну ситуація) в конкретному просторовому і часовому вимірі дає підстави стверджувати, що вибір (створення) базового шасі є одним з найбільш відповідальних етапів процесу створення оперативного автомобіля. Шасі, обране (створене) для цього, повинно мати такі параметри (конструкційні, експлуатаційні, економічні), які б дозволили при заданих витратах на виробництво і експлуатацію техніки мінімізувати цільову функцію оперативного автомобіля, тобто забезпечити мінімальні часові характеристики процесу руху до місця виклику при можливості виконання необхідного обсягу транспортної роботи (доставка в потрібній кількості та із заданим рівнем безпеки і комфорту сил та засобів ЕОС).

Ефективна реалізація поставлених завдань утруднена пануючою в галузі створення спеціальних автомобілів ідеологією, пов'язаною із використанням комерційних шасі транспортних засобів для створення мобільної техніки оперативних служб, при якій, за сучасних умов дорожнього руху, такий автомобіль стає статичним, тобто втрачає властивості, притаманні оперативному транспортному засобу. Це, в свою чергу, позначається не тільки на ефективності роботи оперативного автомобіля як транспортного засобу, а й на ефективності роботи оперативного підрозділу на всіх етапах реагування на подію (надзвичайну ситуацію).

Висновки. Таким чином, реалізація виділених задач, спрямована на підвищення ефективності функціонування технічного забезпечення процесів, пов'язаних з діяльністю ЕОС, шляхом впровадження нової ідеології в проектах створення оперативних автомобілів, повинна, в першу чергу, базуватись на побудові та використанні спеціальних шасі, параметри яких будуть адекватні їх функціональному призначенню.

Список літературних джерел

1. Лук'янченко О.Ю., Віршовка Д.І. Методичні аспекти формування комплексу вимог до автомобілів оперативних служб. // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2013. – Вип. 27. С. 211-216
2. Яковенко Ю.Ф., Яковенко К.Ю. Концептуальные подходы к созданию и технические решения зарубежных пожарных автомобилей нового поколения // Пожаровзрывобезопасность. – 2003. – № 2. – С. 58-63.
3. Кузнецов Ю.С., Навценя Н.В., Яковенко Ю.Ф. Концептуальный пожарный автомобиль – 2000 (по материалам XV научно-практической конференции, ВНИИПО МВД России) // Бюлетень пожежної безпеки. – 1999. – № 2. – С.22.
4. Левковец П.Р., Сергейчук И.М. Основные направления интеграции новых информационных технологий управления процессами создания объектов новой техники. – К.: Знание, 1988. – 20 с.
5. Безбородько М.Д. Современные пожарные автоцистерны и их эксплуатация // Пожаровзрывобезопасность. – 2002. – № 6. – С. 67-75.

Лук'янченко Олександр Юрійович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та технологій їх експлуатації, Черкаський державний технологічний університет, e-mail: 111188@ukr.net

Макаров В. А., д.т.н., доц.; Макарова Т. В., к.е.н.

АСПЕКТИ ПІДХОДУ ДО ПІДГОТОВКИ СПЕЦІАЛІСТА В ГАЛУЗІ ТРАНСПОРТУ

Наведений аналіз доцільності використання для підготовки інтелектуального спеціаліста безпосередньої прилюдної взаємодії між суб'єктами освітянської системи університету

Вступ

Отримання нового знання є одним з самих складних процесів, що відбуваються в планетарній системі Землі. Пізнання характеризується ознайомленням з функціонуванням великої кількості протиріч, які зміщені за часом дії та широко розгорнуті в просторі. На інформаційному етапі розвитку суспільства планети використовують сукупність підходів до розвитку освітянських програм. Багато публікацій відображають великий потенціал сучасних інформаційних технологій [1]. Але слід використовувати, також альтернативні варіанти формування знання спеціалістів, які також є дієвими.

Так великий поет, письменник, філософ і вчений Й.-В. Гете писав, що на його розвиток значуще вплинули цілеспрямовані та повні енергії знайомі студенти, з якими він безпосередньо взаємодіяв [2]. Олександр Македонський, який завоював найбільшу імперію свого часу, казав, що поважає батька за можливість свого існування, а вчителя Аристотеля – за високий рівень свого життя [2].

Мета роботи – аналіз підходів для навчання і виховання творчих особистостей, шляхом виокремлення особливостей методів в яких використовують безпосередню взаємодію суб'єктів системи.

Основна частина

Для визначення існуючих проблем та розв'язання поставлених задач, студенти повинні концентрувати та стримувати «викиди» своєї молоді енергії і здібностей для формування різних етапів майбутньої кар'єри інженера в галузі транспорту.

Вірну орієнтацію в тяжкому та довгому процесі пізнання забезпечує низка впливів на різні «чутливі» входи «системи-особистості студента», що сприяють отриманню і засвоєнню інформації. Чим більше відрізняються «розумні» підходи, що пропонуються університетом, тим більше поле пошуку точок секторів найбільшої чутливості студента до отримання нового знання.

Формуванню інтелектуального спеціаліста в процесі навчання можуть сприяти окремі складові: прилюдне надання розробленої учбової або наукової інформації в аудиторії; жорстка логіка компактного представлення суті проблеми та її розв'язки, побудовані студентом; емоційність та образність викладання матеріалу з інформацією по спеціальності; миттєва й доцільна реакція студента, що захищає свою точку зору на контраргументи слухачів і авторитетний висновок викладача.

Найбільш цінним остаточним результатом багаторічного навчання в університеті є не проходження «терен» сукупності тестів, а створена і представлена самим студентом кваліфікаційна робота з досягненнями якої він займе життєву позицію, де його діяльність буде потрібна в багатому спектрі динамічної діяльності транспорту. Під час представлення і захисту створеної роботи, автору слід перетворити надрукований текст на абетку з психологічним впливом мови, яка «пробуджує» та зворушує слухачів на середині слів, що висвітлюють суть проведеного аналізу. Після пізнання логічної і «веселої» істини наук, студент вступає в життя з його «злою» мудрістю.

Висновок

Формування знань і умінь інженера-аналітика з питань оцінювання стану, визначення алгоритмів управління і напрямів відновлення працездатності транспортних систем має особливості: мінливість випадковості та динамічність функціонування означених об'єктів. Шляхи підготовки наступні: поглиблення теоретичних знань та ініціювання зростання інтелекту студента в вільному просторі змагання з іншими амбіційними претендентами на перемогу в розв'язанні певної складної технічної ситуації.

Список літературних джерел

1. Горяинов, А.Н. Использование современных дистанционных имитационных игр в подготовке специалистов в области логистики и транспорта [Электронный ресурс] / А. Н. Горяинов // Матер. V-ої міжн. наук.-практ. інтернет-конф. «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 13-14 квітня 2017 року: зб. наук. праць. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 30-36. Режим доступа: http://www.logistics-gr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23924&catid=47&Itemid=69.
2. Макаров В.А. Про можливі шляхи до підготовки спеціалістів з вищою технічною освітою для сучасного автотранспортного комплексу / В.А. Макаров // Вісник машинобудування та транспорту № 2(2017). – С.105-109.

Макаров Володимир Андрійович – д.т.н., доц., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

Макарова Тамара Володимирівна – к.е.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tomamakarova@ukr.net

Маренич А. С.; Ефименко А. Н., к.т.н.

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ MATLAB С РАСШИРЕНИЕМ SIMULINK ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Выполнен анализ программного пакета Matlab с расширением Simulink. Рассмотрены составляющие блоки Vehicle dynamics blockset, которые обеспечивают моделирование различных сценариев поведения автомобиля. Приведена модель визуализации движения автомобиля в различных ситуациях с использованием 3-х мерной среды

Введение. Matlab является мощным и универсальным средством решения задач, возникающих в различных областях человеческой деятельности. Спектр проблем, исследование которых может быть осуществлено при помощи Matlab с расширением Simulink (Toolbox), охватывает: матричный анализ, обработку сигналов и изображений, задачи математической физики, оптимизационные задачи, финансовые задачи, обработку и визуализацию данных, работу с картографическими изображениями, нейронные сети, нечеткую логику и многое другое. В состав многих Toolbox входят приложения с графическим интерфейсом пользователя, которые обеспечивают быстрый и наглядный доступ к основным функциям. Пакет Simulink, поставляемый вместе с Matlab, предназначен для интерактивного моделирования нелинейных динамических систем, состоящих из стандартных блоков [1]. Один из таких блоков, который непосредственно связан с автомобилем, является Vehicle dynamics blockset.

Основная часть. Vehicle dynamics blockset обеспечивает полностью собранные справочные прикладные модели, моделирующие ведущие маневры в 3D среде. Предоставляет возможность использовать предварительно построенные сцены для визуализации дорог, дорожных знаков, деревьев, зданий и других объектов вокруг транспортного средства. Помогает настроить эталонные модели при помощи своих собственных данных или путем замены подсистемы собственной моделью. Vehicle dynamics blockset включает библиотеку компонентов для моделирования движения, управления подвески, корпусов транспортного средства, тормозов и шин, например: испытание автомобиля на стандартных ездовых циклах, проектирование и тестирование систем контроля шасси, создание виртуального 3D-полигона для тестирования автономных транспортных средств [2].

Vehicle dynamics blockset предоставляет библиотеку блоков и готовые примеры (рис.1).

Библиотека Vehicle dynamics blockset состоит из:

- силового агрегата, который включает в себя простые модели двигателей, трансмиссий, дифференциалов и т.д.;
- колеса и шины - блоки колес, основанных на магической формуле Paceika, которые используются для моделирования продольного и поперечного скольжения;
- рулевое управление - блоки, основанные через речную передачу, калибровочные таблицы (принцип Аккермана);
- подвеска – блоки, состоящие из подвески Макферсон, двойная балка, рессоры и т.д.;
- кузов - модели движения кузова с различными степенями свободы;
- сценарии вождения, позволяют создавать различные ездовые циклы и моделировать поведение водителя.

Рассмотрим один из универсальных примеров «Increasing Steering Reference Application», который позволяет моделировать практически любую ситуацию поведения автомобиля (рис.2) [3].



Рисунок 1 – Библиотека блока Vehicle dynamics blockset

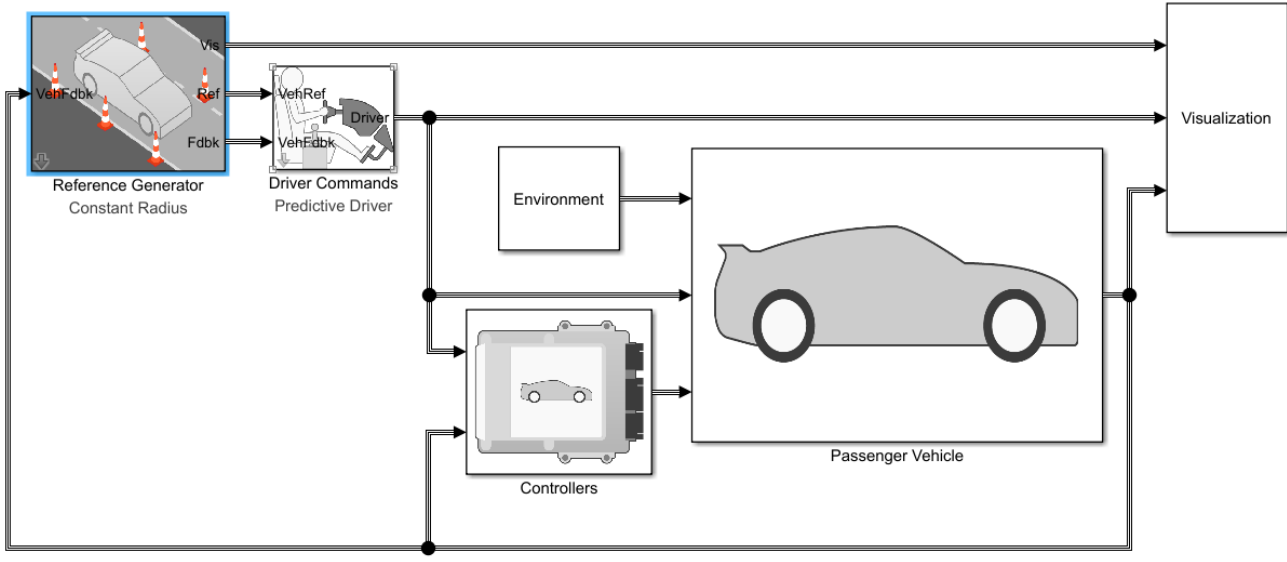


Рисунок 2 – Модель, составленная в Vehicle dynamics blockset

Модель, состоит из блока «Водитель»; блока «Контролер», включающего в себя двигатель, трансмиссию, тормозную систему и активный дифференциал; блока «Автомобиль», моделирующего силовую часть состоящую из блоков двигателя, рулевого управления, трансмиссии, тормозной системы, подвески, колес и кузова; блока «Сценария», позволяющего настроить различные ситуации движения автомобиля, такие как движение автомобиля по окружности (рис. 3а), двойное перестроение (рис. 3б), вхождение в круговую траекторию (рис. 3в) и т.д.

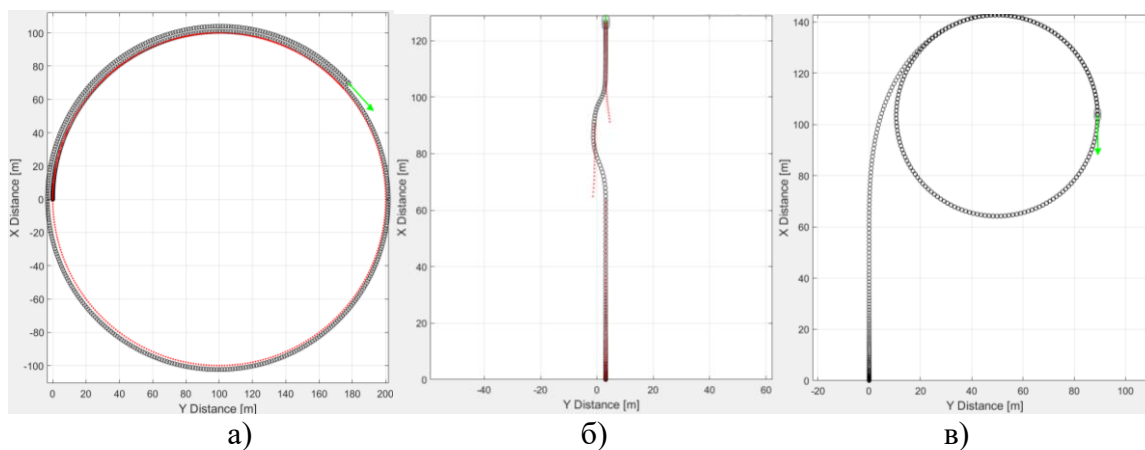


Рисунок 3 – Моделирование движения автомобиля:

а) по окружности; б) двойное перестроение; в) входение в круговую траекторию

В программном пакете существует возможность моделирования в трех мерной среде (рис. 4).



Рисунок 4 – Визуализация движения автомобиля в 3-х мерной среде

Выводы. Таким образом библиотека Vehicle dynamics blockset является, наиболее простым и универсальным средством для моделирования движения и поведения автомобиля в различных ситуациях, которую можно использовать в учебных и научных целях.

Список литературных источников

1. Коткин Г. Л., Черкасский В. С. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MATLAB: Учеб. пособие / Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2001. 173 с.
2. Моделирование и симуляция динамики транспортного средства в виртуальном 3D окружении [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://exponenta.ru/vehicle-dynamics-blockset>.
3. Vehicle Dynamics Blockset [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.matlabexpo.com/content/dam/mathworks/mathworks-dot-com/images/events/matlabexpo/kr/2018/introduction-to-vehicle-dynamics-blockset.pdf>
4. Ефименко А. Н. анализ функциональных возможностей программного пакета CARSIM / Ефименко А. Н., Мойся Д. Л., Маренич А. С. Ильинов Я. А. // Материалы VII-ой Международной научно-практической интернет-конференции “Проблемы и перспективы развития автомобильного транспорта”, 8-10 апреля 2019 года. Винница: ВНТУ, 2019. – С. 38.

Маренич Андрей Сергеевич – ассистент кафедры технической эксплуатации автомобилей, Донецкая Академия Транспорта, e-mail: marand5454@gmail.com

Ефименко Алла Николаевна – к.т.н, доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей, Донецкая Академия Транспорта, e-mail: alynua83@i.ua

Москаленко О. В.; Кашканова А. А.; Кашканов А. А., к.т.н., доц.

АНАЛІЗ ЧИННИКІВ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ТЕХНІЧНИЙ СТАН КУЗОВІВ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ ТА ВПЛИВАЮТЬ НА БЕЗПЕКУ РУХУ

Розглянуті питання зміни технічного стану кузовів легкових автомобілів в процесі експлуатації та його впливу на експлуатаційні властивості автомобілів, що визначають безпеку руху

Проблема забезпечення безпеки руху є актуальною для багатьох країн світу [1]. За даними департаменту патрульної поліції в Україні кількість дорожньо-транспортних пригод (ДТП) у 2019 році сягнула 160 675 випадків, в яких загинули 3454 людини і 32736 отримали травми різного ступеня тяжкості. Аналіз статистики аварійних ситуацій на дорогах України [2] показує, що найпоширенішими видами ДТП є: зіткнення (63%), наїзд на транспортний засіб, що стоїть (15%), наїзд на перешкоду (12%), що загалом складає 90% від усіх ДТП. Основні причини ДТП із потерпілими:

- перевищення безпечної швидкості руху – 8761 автопригод (34% від усіх ДТП із потерпілими);
- порушення правил маневрування – 5676 (22%);
- порушення правил проїзду перехресть – 2132 (8%);
- недотримання дистанції – 1967 (8%);
- порушення правил проїзду пішохідних переходів 1673 (6%).

Аналіз причинно-наслідкових зв'язків механізму ДТП (рис. 1) дозволяє виділити три основні групи причин виникнення аварійних ситуацій:

- 1 група – недотримання учасниками руху діючих ПДР та помилки водіїв в управлінні ТЗ;
- 2 група – порушення правил експлуатації транспортних засобів (ТЗ) та їх несправність;
- 3 група – поганий стан дорожнього покриття і незадовільна організація дорожнього руху.

Несправності кузовів та їх незадовільний технічний стан формують другу групу причин ДТП, пов'язану з порушенням правил експлуатації ТЗ та їх несправністю. За інформацією Міністерства інфраструктури України на даний час автомобільна транспортна система України налічує більше 9,2 млн. транспортних засобів, у тому числі: близько 6,9 млн. легкових автомобілів, 250 тис. автобусів, 1,3 млн. вантажних автомобілів, понад 840 тис. од. мототранспорту [3]. Термін служби ТЗ в середньому розрахований на 8–10 років експлуатації. Згідно з даними статистики середній вік автомобільного парку України становить близько 20 років (друге місце в світі – після Куби) і має тенденцію до збільшення (рис. 2 [4]), особливо, якщо взяти до уваги значне збільшення кількості вживаного автотранспорту з тривалим терміном служби, завезеного в Україну у 2018-2019 роках з Європи. Тенденція щодо імпорту відносно нових вживаних автомобілів зі США, яка з'явилась у другій половині 2019 року та існує до теперішнього часу, не сприяє покращенню ситуації, оскільки усі ці ТЗ є відновленими після ДТП і з високою імовірністю мають різні перекося або зміну жорсткості несучої системи.

Старіння автомобіля супроводжується порушенням його працездатності – виникненням відмов і несправностей. Несучий кузов легкового автомобіля є його базовим елементом. Він призначений для розміщення двигуна, агрегатів, механізмів, систем та з'єднання в єдине ціле всіх елементів ходової частини; забезпечує захист пасажирів, вантажів від вібрацій, надійну шумо-, пило-, газо-, тепло- і гідроізоляцію, можливість установки додаткового обладнання на автомобіль та автоматичних систем керування рухом. Від технічного стану несучого кузова, який є складною просторовою конструкцією, буде залежати

як технічний стан автомобіля в цілому, так і безпека водія і пасажирів. Конструкція, форма, технологія виробництва несучого кузова легкового автомобіля істотно впливає на його експлуатаційні властивості.



Рисунок 1 – Причинно-наслідкові зв'язки механізму ДТП

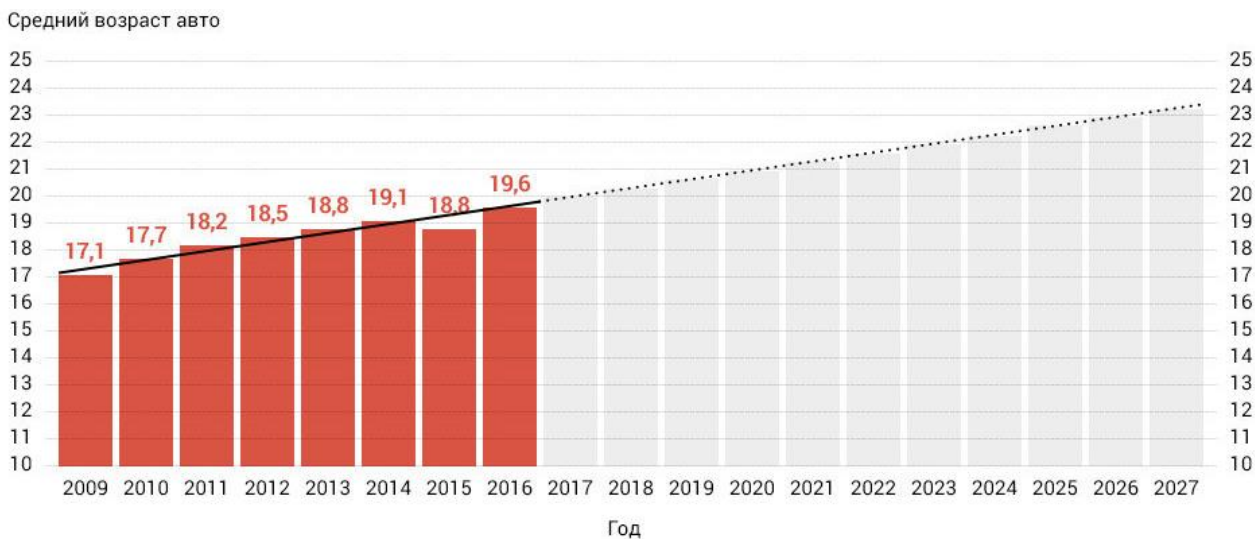


Рисунок 2 – Тенденції зміни середнього віку автопарку в Україні [4]

Аналіз ДТП спричинених відмовами і несправностями ТЗ, результати якого представлені у таблиці 1 показує, що їх переважна більшість (близько 90%) спостерігається в таких елементах як гальмівна система, рульове керування, шини, прилади освітлення і сигналізації, ходова частина. Імовірність виникнення несправностей в цих елементах та відповідність їх роботи встановленим нормативам в значній мірі залежить від технічного стану несучого кузова. Згідно з вимогами ПДР, забороняється експлуатація ТЗ з несправностями, що впливають на безпеку дорожнього руху, а саме з несправностями гальмівної системи, рульового керування, зовнішніх світлових приладів, склоочисників і склообмивачів вітрового скла, коліс і шин, двигуна, інших елементів конструкції [5].

Таблиця 1 – Розподіл дтп за видами технічних несправностей ТЗ [6]

Несправність	Кількість ДТП, %
Гальмівна система	47,1
Рульове керування	16,4
Шини	13,9
Прилади освітлення і сигналізації	7,4
Ходова частина	6,2
Дзеркала заднього огляду, склоочисники, дефекти скла	1,9
Зчіпного пристрою	1,5
Інші	5,6

Технічний стан несучого кузова легкового автомобіля, як і будь-якої іншої системи, змінюється в процесі експлуатації. Основним показником зміни технічного стану є наявність або відсутність конкретних дефектів. Усі дефекти несучого кузова легкового автомобіля можна згрупувати за такими ознаками: корозійні пошкодження; механічні пошкодження (вм'ятини, розриви, тріщини); порушення геометричних параметрів (перекоси кузова); порушення лакофарбового покриття (подряпини, потертості). До чинників, які впливають на зміну технічного стану несучого кузова автомобіля, можна віднести: майстерність водіння; кліматичні умови; конструктивні особливості; дорожні умови; інтенсивність експлуатації; швидкість руху; якість застосовуваних матеріалів; якість ТО і ремонту; якість складання. До причин виникнення дефектів несучої системи можна віднести: корозію; коливання; навантаження; старіння; пошкодження.

Швидкість старіння металів і сплавів дуже мала, і практично вплив старіння на технічний стан несучої системи легкового автомобіля не враховується [7, 8], оскільки елементи несучої системи руйнуються значно швидше під дією корозії та коливань.

Пошкодження несучої системи легкового автомобіля відбувається в результаті зіткнень. Основними видами зіткнень є: наїзд на нерухому перешкоду, зіткнення з іншим дорожнім транспортним засобом, перекидання [2].

Пошкодження, отримані в результаті зіткнення, приводять до появи різних перекосів несучої системи. Вони проявляються в порушенні геометричних параметрів отворів, лонжеронів, каркаса салону. Розрізняють п'ять видів перекосів:

- перекіс прорізів: порушення геометричних параметрів вітрового і заднього вікон, дверей, капота, багажника;

- перекіс несучої системи малої складності: пошкодження з порушенням геометричних параметрів прорізів капота або багажника понад допустимі розміри без порушення геометрії основи несучої системи, дверних і віконних прорізів, за виключенням зазорів дверей з передніми або задніми крилами;

- перекіс несучої системи середньої складності: одночасне порушення геометричних параметрів прорізів капота і багажника або пошкодження несучої системи з порушенням геометричних параметрів передніх або задніх лонжеронів понад допустимі розміри без порушення геометрії каркаса салону;

– перекіс несучої системи підвищеної складності: одночасне порушення геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів або пошкодження несучої системи з порушенням геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів, а також каркаса салону понад допустимі розміри;

– перекіс несучої системи особливої складності: пошкодження з порушенням геометричних параметрів передніх і задніх лонжеронів і каркаса салону понад допустимі розміри.

Також зміна геометричних параметрів несучої системи може бути наслідком значних перевантажень, що носять ударний характер і перевищують всі встановлені межі в кілька разів. Такі перевантаження, як правило, виникають при експлуатації автомобіля з неправильною роботою системи підвіски, з несправними амортизаторами, при недбалому водінні автомобіля, особливо по дорогах з поганим покриттям. В результаті утворення перекосів несучої системи порушується взаємне розташування вузлів і агрегатів автомобіля, паралельність розташування осей, змінюються кути установки коліс. Враховуючи кількість легкових автомобілів, вік яких перевищує 6 років, можна з упевненістю сказати, що на дорогах України експлуатується велика кількість автомобілів в несправному технічному стані, зокрема, з порушенням геометричних параметрів несучої системи.

Незважаючи на велику різноманітність типів і конструкцій, можна виділити три основні групи елементів, загальні для всіх несучих систем: несучі елементи (з елементами силового каркаса), елементи обшивки і оперення, допоміжні. Аналіз літературних джерел [7, 8] виявив класифікацію несучих систем легкових автомобілів за технічними даними. Найбільш значущою характеристикою несучої системи є її жорсткість. Під жорсткістю мається на увазі здатність несучої системи автомобіля протидіяти діючим на неї робочим навантаженням. При проектуванні несучої системи автомобіля конструктори враховують три види жорсткості: жорсткість на кручення (найбільш відповідальна з точки зору безпеки), поздовжню і поперечну жорсткість. Поздовжня і поперечна жорсткість несучої системи (жорсткість на згин) автомобіля характеризує її здатність чинити опір статичним і динамічним навантаженням, симетричним щодо поздовжньої і поперечної вертикальної площини (Н/мм). Жорсткість на кручення (крутильна жорсткість) є відношенням крутного моменту до отриманого куту закручування несучої системи на довжині бази автомобіля (Н·м/градус).

Умовно всі експлуатаційні властивості можна розділити на дві групи – пов'язані і не пов'язані з рухом автомобіля. Найбільшу цікавість представляють властивості, пов'язані з рухом, так як вони впливають на активну безпеку. Крім того, вплив зміни технічного стану на міцність і довговічність було розглянуто в попередньому розділі, де вказувалося, що в результаті корозійних процесів і різного роду коливань міцність, жорсткість і довговічність несучої системи знижується. Це, в свою чергу, призводить до деформацій елементів несучої системи, порушень її геометричних параметрів, порушення взаємного розташування вузлів і агрегатів, кутів установки коліс. Тому доцільно буде розглянути вплив зниження жорсткості несучої системи, порушення взаємного розташування вузлів і агрегатів, а також кутів установки коліс на експлуатаційні властивості легкового автомобіля, пов'язані з рухом.

Аналіз нормативної документації [9, 10] показав, що несуча система не підлягає контролю ні в процесі експлуатації, ні в процесі сертифікації. Контроль несучої системи передбачений тільки після відновлювальних робіт, відповідно до документа [11]. Існуючі методи контролю технічного стану кузовів легкових автомобілів подано у таблиці 2.

Зміна жорсткості несучої системи в процесі експлуатації веде до порушення кутів встановлення коліс і взаємного розташування осей легкового автомобіля. В роботах [7, 8, 12] встановлено, що зміна жорсткості несучої системи сама по собі позначається на показниках стійкості, керованості і маневреності легкового автомобіля. На рисунку 3 подано взаємозв'язок технічного стану несучого кузова з порушенням його геометричних параметрів та експлуатаційними властивостями автомобіля, які впливають на безпеку руху.

Таблиця 2 – Методи контролю технічного стану кузовів легкових автомобілів

Методи контролю	Особливості
1. Візуального огляду	Візуальний огляд місць корозійних руйнувань та деформацій кузова
2. Ваговий	Визначення ваги металу, втраченої в результаті корозійних руйнувань
3. Визначення глибини осередків руйнування	Передбачає використання різних індикаторів, мікроскопів, магнітних вимірювачів
4. Дослідження властивостей продуктів корозії	Лабораторний метод що передбачає використання спеціального обладнання
5. Визначення товщини поперечного перерізу деталей кузова	Розміри перерізів визначають за зразками, що вирізаються з конструкції, гамма-товщиноміром
6. Металографічне дослідження структури матеріалу	Лабораторний метод що передбачає використання спеціального обладнання
7. Дослідження відносних коливань кузова	Оцінюється жорсткість кузова на основі експлуатаційних або стендових випробувань з використанням тензодатчиків або віброакустичної апаратури
8. Визначення зміни механічних властивостей деталей кузова	Лабораторний метод що передбачає використання спеціального обладнання
9. Визначення геометричних параметрів кузова	Порівняння фактичних координат місцезрештування контрольних базових точок кузова з рекомендованими виробником



Рисунок 3 – Взаємозв’язок технічного стану несучого кузова з експлуатаційними властивостями автомобіля, які впливають на безпеку руху

Таким чином, питання впливу зміни геометричних параметрів несучого кузова Т3 категорії М1 на показники керованості, стійкості і маневреності вимагають більш детального вивчення.

Список літературних джерел

1. Road traffic injuries. World Health Organization. Дата оновлення: 19.02.2020. URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/en/> (дата звернення 15.03.2020).
2. Статистика. Патрульна поліція України. Дата оновлення: 14.01.2020. URL: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 15.03.2020).
3. Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. Міністерство інфраструктури України. Дата оновлення: 01.01.2020. URL: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html> (дата звернення 25.03.2018).
4. Який середній вік автопарку буде в Україні через 5 і 10 років? AUTO.RIA.com™: Дата оновлення: 22.03.2017. URL: <https://auto.ria.com/news/autolaw/232129/kakoj-srednij-vozrast-avtoparka-budet-v-ukraine-cherez-5-i-10-let.html> (дата звернення 25.03.2020).
5. Правила дорожнього руху України. Київ : Укрспецвидав, 2020. 64 с.
6. Кашканов А. А. Технології підвищення ефективності автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод : монографія [Електронний ресурс]. Вінниця : ВНТУ, 2018. 160 с. Один електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. Назва з тит. екрану. ISBN 978-966-641-740-7.
7. Быков А.М. Оценка остаточного ресурса кузова легкового автомобиля в эксплуатационных условиях: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Быков Алексей Михайлович. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 160 с.
8. Heinz Heisler. Advanced Vehicle Technology: second edition / Heinz Heisler. – London: College of North West London, Willesden Centre, 2002. – 663 p.
9. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2010. – 26 с. – (Національний стандарт України).
10. Засоби транспортні дорожні. Стійкість. Методи визначення основних параметрів випробуваннями: ДСТУ 3310-96. – [Чинний від 1997-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1996. – 29 с. – (Національний стандарт України).
11. Автомобілі легкові. Кузови. Приймання до ремонту і видача після ремонту. Порядок: ДСТУ 2324-93. – [Чинний від 1995-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1993. – 4 с. – (Національний стандарт України).
12. Торяник С.А. Обоснование предельных отклонений геометрических параметров несущей системы легкового автомобиля: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Торяник Сергей Анатольевич. – Харьков: ХНАДУ, 2013. – 176 с.

Москаленко Оксана Валентинівна – студентка групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: pasta82pasta@gmail.com

Кашканова Анастасія Андріївна – студентка групи УБ-16б, факультет менеджменту та інформаційної безпеки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: wizard.akela@gmail.com

Кашканов Андрій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: a.kashkanov@gmail.com

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРОПУСКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ НА ТЕРИТОРІЮ ПІДПРИЄМСТВА

У роботі було розроблено функціональну схему автоматики розпашних воріт, яка передбачає ручне місцеве керування та дистанційне керування по радіоканалу. Систему електропривода одного з двигунів охоплено зворотним зв'язком за положенням стулки воріт.

Системи контролю та управління доступом призначені для забезпечення санкціонованого проникнення на територію підприємства і в зони обмеженого доступу і виходу з них шляхом ідентифікації особистості по комбінації різних ознак, а також для запобігання несанкціонованого проникнення.

Така система повинна забезпечувати виконання таких основних функцій [1]:

- відкривання механізму пропуску;
- заборона відкривання;
- санкціонована зміна (додавання, видалення) ідентифікаційних ознак;
- захист технічних і програмних засобів від несанкціонованого доступу до елементів управління;
- збереження налаштувань і бази даних ідентифікаційних ознак під час відключення електроживлення;

ручне, напівавтоматичне або автоматичне відкривання механізму для проходу при аварійних ситуаціях, пожежі, технічні несправності відповідно до правил встановленого режиму і правил протипожежної безпеки;

- автоматичне закриття при відсутності факту проходу;
- видачу сигналу тривоги (або блокування на певний час) при спробах підбору ідентифікаційних ознак (коду);
- реєстрацію і протоколювання поточних і тривожних подій;
- автономну роботу зчитувача в кожній точці доступу коли існують проблеми зв'язку з центральним контролером.

В даній роботі розглянемо лише механічну частину системи пропуску. Основними вузлами, які приводять весь механізм в дію, є приводи для воріт. За частотою використання механізми пропуску бувають загального користування, приватного і з високою інтенсивністю роботи. Існує кілька категорій пристроїв: для промислового використання і приватного; установка зовні або всередині; привід електричний або електрогідравлічний; для секцій двостулкових чи відкатних.

Особливу увагу при виборі такого механізму слід приділяти таким особливостям [1]: на автостоянках відкривання воріт буде коливальним, з більшою інтенсивністю роботи вранці і ввечері; в індустріальному використанні частота відкривання матиме більше 300 циклів.

Приводи для воріт приводяться в дію з брелка або з пульта. Найчастіше в комплект поставки входить блок управління. Існують комбіновані варіанти з контролем або з підключенням до блоку автоматики інших систем, наприклад кодова клавіатура, «таблетки» або магнітні картки, жетоноприймачі і інші.. У електропривода воріт може бути вбудована система "зупинки їх при зіткненні з перешкодою". Також система оснащена сигнальною лампою, яка вказує в темряві про те, що механізм працює. Комплект автоматики воріт може бути обладнаний фотобар'єрами безпеки, що перешкоджає закриттю стулочок, якщо поблизу знаходиться сторонній об'єкт, машина або людина. Електропривод для розпашних воріт добре зарекомендував себе при роботі в погану погоду: снігопад, дощ, великий вітер, коливання температури. Такі пристрої є надійними замками. При відключенні електроенергії

розблокувати його можна ключем, в цьому випадку стулки можна вільно закрити або відкрити вручну і знову заблокувати привід [1].

Механічна частина відкатних воріт проста в реалізації і складається з привода та редуктора з рейковою передачею. Складніша реалізація розпашних воріт. За принципом дії існує три класи механізмів розпашних воріт [2]:

1. Найпопулярніший варіант – із застосуванням лінійного пристрою. Він може відкривати ворота всередину або назовні за рахунок наявності плеча та зміни вильоту лінійного пристрою.

2. Важільні механізми, у яких двигун виконує поворот важеля, що з'єднаний з секцією воріт.

3. Механізми для підземної установки, які забезпечують поворот осі воріт від землею.

За принципом дії привідна частина воріт може бути електромеханічною або гідравлічною. Електромеханічний привід складається з електродвигуна, редуктора та черв'ячної передачі, а гідравлічний – електродвигуна насоса та гідроциліндра, що змонтовані в одному корпусі. В більшості випадків для відкриття воріт використовують електромеханічний привід. Зобразимо функціональну схему електропривода на рис. 1.

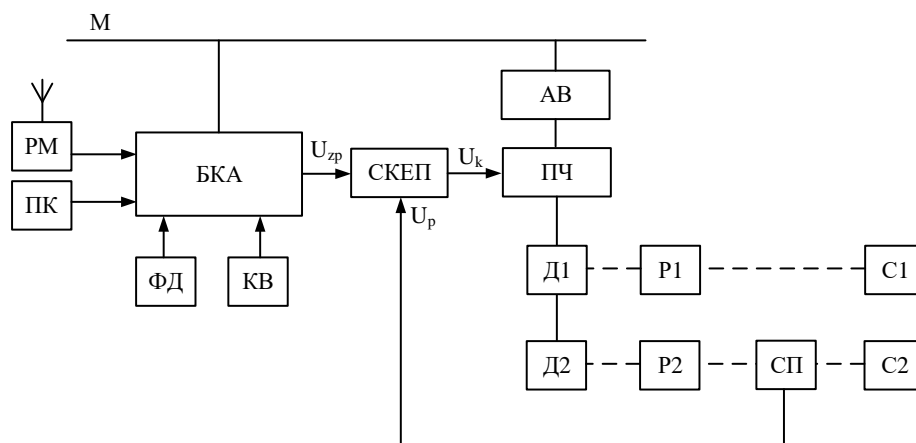


Рисунок 1 – Функціональна схема електропривода розпашних воріт

На функціональній схемі позначено: РМ – радіомодуль; ПК – панель керування; БКА – блок керування автоматикою; ФД – фотодавачі; КВ – кінцеві вимикачі; СКЕП – система керування електроприводом; СП – сенсор положення механізму; U_{zp} – напруга задання положення механізму; U_k – напруга керування перетворювачем частоти; U_p – напруга зворотного зв'язку за положенням механізму.

Радіомодуль дозволяє забезпечити керування автоматикою на відстані. Радіопередавачем сигнал керування передається по радіоканалу на БКА і формується сигнал задання на СКЕП. Радіопередавач виконується у вигляді пульта з кнопками відкриття та закриття воріт.

Пульт керування представляє собою кнопкову станцію або набір перемикачів, які забезпечують керування електроприводом в ручному режимі безпосередньо з місця установки воріт. Пульт керування встановлюється на внутрішній частині території поблизу воріт.

Фотодавачі не дозволяють воротам закритися, якщо у їхньому проємі знаходиться якийсь об'єкт. Фотодавачі встановлюються з тієї сторони території, у яку відкриваються ворота.

Кінцеві вимикачі забезпечують гарантоване вимкнення електропривода воріт в крайніх положеннях. В кожній стулці воріт є два крайні положення: положення «Відкрито» і положення «Закрито».

СКЕП забезпечує формування сигналу на ПЧ залежно від сигналу задання, сигналу зворотного зв'язку та функції регулятора системи керування електроприводом. Регулятор

СКЕП може бути пропорційни, пропорційно-інтегральний, пропорційно-диференційний та пропорційно-інтегрально-диференційний [3].

Сенсор положення забезпечує вимірювання положення воріт і формування сигналу напруги, пропорційного цьому положенню. Сигнал на виході сенсора повинен бути співрозмірним із сигналами системи керування.

Таким чином, у роботі було розроблено функціональну схему автоматики розпашних воріт, яка передбачає ручне місцеве керування та дистанційне керування по радіоканалу. Систему електропривода одного з двигунів охоплено зворотним зв'язком за положенням стулки воріт. Така реалізація дозволить забезпечити високу точність позиціонування воріт та, як наслідок, збільшить продуктивність роботи механізму.

Якщо електропривод воріт облаштувати зворотним зв'язком за положенням, то можна прискорити процес відкриття та закриття. Не потрібно слідкувати за положенням воріт, а електропривод автоматизовано зменшуватиме швидкість у крайніх положеннях і зупинятиметься сам без участі оператора. Існуючі системи відкриття, влаштовані на кінцевих вимикачах, дешевші в реалізації, але не дозволяють досягти високої продуктивності.

Отже, розроблена функціональна схема системи автоматизованого відкриття воріт, може стати основою інтелектуальної системи пропуску автомобілів на територію підприємства з великою інтенсивністю руху. Інтелектуальна функція системи полягає в тому, що відкриття і закриття воріт відбувається з максимальною швидкістю і не залежить від того на яку ширину відкриваються ворота. Оператор може визначити ширину відкриття або просто дати команду на повне відкриття.

Крім того, запропонована структура дозволяє виконувати дискретне управління воротами дистанційно по радіоканалу. Це все може стати основою систем «розумний будинок» або систем розпізнавання «дружнього» автомобіля тощо.

Список літературних джерел

1. Крахмалев А. К. Средства и системы контроля и управления доступом. Учебное пособие / А. К. Крахмалев. – Москва, 2003. – 85 с. ISBN: 5-8121-0028-4.
2. ПП «Цілковита безпека». Ворота розпашні. Режим доступу: http://www.bezpeka.te.ua/index.php?option=com_content&view=category&id=41&layout=blog&Itemid=57.
3. Симаков Г.М. Системы управления электроприводами: Учеб. Пособие по курсовому проектированию. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. - 120 с.

Мошноріз Микола Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, e-mail: moshnoriz@vntu.edu.ua

Постернак Володимир Анатолійович – студент групи ЕПА-18мз факультету Електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vovchik1919@gmail.com

Музильов Д. О., к.т.н., доц.; Карнаух М. В., к.т.н., доц.

ОСТАННІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРИ ФОРМУВАННІ ЛАНЦЮГІВ ПОСТАЧАНЬ ДЛЯ ДОСТАВКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ

Представлено останні тенденції, які відбуваються на українському ринку перевезень продукції сільськогосподарського призначення. Описано можливі шляхи для поліпшення перевізного процесу сільськогосподарської продукції з використанням альтернативного варіанту формування ланцюга постачань та сучасних технологій для передачі інформації між учасниками транспортного процесу

Грунтуючись на аналітиці обсягів перевезення вантажів, які експортуються із морських портів України протягом останніх років, можна побачити незміну тенденцію до збільшення, особливо, що стосується продукції сільськогосподарського призначення (зернові, соняшник та інше) [1-2]. Це призводить до суттєвого навантаження на існуючу систему перевезень. В першу чергу, це стосується автомобільного транспорту, якого в пікові періоди перевезення банально не вистачає. Тому доставка у морські порти України, звідки відправляються експортні вантажопотоки, здійснюється із певним затриманням.

Це в свою чергу ускладнює процес узгодженої взаємодії між двома видами транспорту – автомобільним та морським [3]. Данна проблема практично унеможливує повне завантаження судна за прямим варіантом перевалки, тобто безпосередньо із вантажівок до вантажного відсіку корабля. Повне завантаження судна може відбутися лише при умові, якщо на припортових терміналах накопичено достатньо сільськогосподарської продукції. Наприклад, в зернових елеваторах обсяг запасу зерна повинен забезпечувати завантаження як мінімум половини судна [4]. В цьому випадку є певна гарантія того, що час обслуговування морського судна-зерновозу буде не критичним, тобто протягом декількох годин, але не більше ніж доба. В іншому випадку, судно може простоювати на причалі під навантажувальними операціями декілька днів, що негативно впливає на час доставки в магістральному сполучення, а також змушує судовласника нести зайві витрати, пов'язані із непродуктивними простоями в очікуванні завантаження чергової партії сільськогосподарської продукції, тобто неможливістю використання транспортного засобу для безпосереднього виконання магістрального перевезення.

Використання варіанту доставки із попереднім накопиченням сільськогосподарської продукції в річкових портах та із використанням річкового транспорту надає змогу знизити собівартість перевезення [5]. Окрім цього виникає можливість проведення перевантажувальних робіт на рейді морського порту. Це дозволяє більш повно провести завантаження судна та уникнути витрат на роботи, які пов'язані із збільшенням глибин навколо вантажного причалу.

Тому для формування найбільш раціональних ланцюгів постачань при доставці сільськогосподарської продукції потрібно виходити із результатів проведення наступних логістичних заходів:

- встановити всіх учасників транспортного процесу на кожній ділянці ланцюга постачань та визначити відповідні обов'язки та права;
- визначити специфіку транспортування певної вантажної групи;
- визначитися з можливим набором перевізників, які спроможні виконати доставку;
- провести порівняння всіх можливих варіантів із урахуванням мінімального терміну доставки та мінімальної собівартості;
- визначитися з технологію здійснення вантажних операцій в місцях взаємодії двох видів транспорту;

- провести попередні розрахунки потрібного парку транспортних засобів для доставки відповідного обсягу сільськогосподарської продукції;
- лімітувати строки взаєморозрахунків за виконання певних логістичних операцій та визначити спосіб виконання фінансових транзакцій між учасниками.

При цьому немаловажним аспектом є певна швидкість передачі інформаційної складової між учасниками процесу доставки. Останні дослідження пропонують для підвищення швидкості, надійності та безпеки інформаційного обміну використовувати смарт-підходи. Тому процедури, пов'язані із фінансовими та інформаційними потоками, що виникають у ланцюгу постачань можливо організувати за допомогою сучасних технологій, наприклад блокчейну [6]. Це збільшує рівень надійності системи, що дозволяє приймати більш гнучкі та адекватні управлінські рішення [7].

Останні тенденції розвитку систем постачання експортних сільськогосподарських вантажів на Україні свідчать о певних проблемах, які в першу чергу можна вирішити виконуючи магістральні перевезення річковим транспортом.

Список літературних джерел

1. Бережна Н.Г., Біляєва О.С., Войтов В.А., Горяїнов О.М., Карнаух М.В., Кравцов А.Г., Кутя О.В., Музильов Д.О., Шраменко Н.Ю. Проблеми транспортно-логістичного забезпечення в аграрній галузі. Монографія. – Харків: Міськдрук, 2019. – 180 с.
2. N. Shramenko, D. Muzylyov, A. Manukian Analysis of the grain market in Ukraine and the directions of the development of grain cargo transportation logistics. Technical Service of Agriculture, Forestry and Transport, No 18, 70-79 (2020).
3. Natalya Shramenko, Dmitriy Muzylyov, Mykola Karnaukh.: The Principles of the Choice of Management Decisions Based on Fuzzy Logic for Cargo Delivery of Grain to the Seaport. International Journal of Engineering & Technology (UAE) 7(4.3), pp. 211-216 (2018). <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.3.19789>
4. Shramenko N., Muzylyov D. (2020) Forecasting of Overloading Volumes in Transport Systems Based on the Fuzzy-Neural Model. In: Ivanov V. et al. (eds) Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham, pp 311-320, https://doi.org/10.1007/978-3-030-22365-6_31
5. Shramenko, N., Pavlenko, O. and Muzylyov, D. (2019) 'Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System', CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2353, pp.935-949. <http://ceur-ws.org/Vol-2353/paper74.pdf>
6. Muzylyov, D., Shramenko, N.: Blockchain Technology in Transportation as a Part of the Efficiency in Industry 4.0 Strategy. In: Tonkonogyi 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.
7. Нагорный Е. В. Постановка задачи разработки модели поддержки принятия решений субъектами транспортных рынков / Е. В. Нагорный, Д. А. Музыльов, А. С. Черепиха // [Восточно-европейский журнал передовых технологий](#). – Харьков : ВЕЖПТ, 2011. - Т. 6. - С. 21-23.

Музильов Дмитро Олександрович - к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики Харківський Національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, e-mail: murza_1@ukr.net

Карнаух Микола Віталійович - к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій і логістики Харківський Національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка, e-mail: nikolay.karnauh@gmail.com

Назаров О. І., к.т.н., доц.; Шпінда Є. М.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГАЛЬМУВАННЯ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ, ОБЛАДНАНИХ АБС, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ

У роботі запропоновано заходи для покращення гальмівних властивостей легкових автомобілів, обладнаних комбінованими електронними і механічними системами стеження за процесом гальмування, в експлуатаційних умовах шляхом установки в їх гальмівні системи гідравлічних гальмівних приводів, які містять регулятори приводного тиску з електромагнітним керуванням

Збільшення інтенсивності та швидкості руху транспортних засобів, зокрема, легкових автомобілів, обладнаних електронними системами стеження за процесом гальмування, може бути досягнуто за рахунок ряду заходів, в тому числі забезпечення мінімально допустимої дистанції між окремими транспортними засобами, що рухаються в єдиному потоці. Це можливо за умови реалізації найбільшої величини уповільнення в даних експлуатаційних умовах гальмування легкових автомобілів за рахунок вдосконалення конструкцій існуючих гальмівних приводів.

Робота виконувалася на підставі договору від 01.09.2015 про творчу співпрацю між Харківським національним автомобільно-дорожнім університетом та конструкторсько-експериментальним відділом Запорізького автомобілебудівного заводу.

Встановлено [1], що для забезпечення безпечного руху легкових автомобілів з урахуванням прогнозованого динамічного зростання швидкостей руху, граничний гальмовий шлях при екстрених гальмуваннях із початкової швидкості 100 км/год за вимогами вітчизняного стандарту [2], повинен бути, як мінімум в 1,5–2 рази меншим. При чому всі автомобілі, гальмівних шлях яких перевищує 40 м на дорозі із сухим асфальтобетонним покриттям, за вимогами Європейського стандарту якості ISO 9001, є «небезпечними».

Скорочення гальмівного шляху легкових автомобілів, обладнаних АБС, можна досягти за рахунок врахування зміни нормальних реакцій на колесах кожного борту автомобіля, загальмовуваного у різних експлуатаційних умовах та сил аеродинамічного опору рухові [3].

Приймаючи до уваги, що автомобіль виконує екстрене гальмування без блокування коліс (перша фаза гальмування), ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями

$$\beta_{\text{ід}} = \frac{\frac{b+z}{L} \cdot \frac{h-r_{\text{д}}}{L} \cdot \Phi_{\text{е}} \cdot \frac{h_w + \lambda_z \cdot b - h}{L}}{1 - \lambda_z \cdot \Phi_{\text{е}}}, \quad (1)$$

де $z = \frac{j}{g}$ – коефіцієнт гальмування; $\Phi_{\text{е}} = \frac{K_0 \cdot F_w \cdot \vartheta_0^2}{m_a \cdot g}$ – аеродинамічний фактор; K_0 – коефіцієнт обтічності кузова автомобіля; F_w – площа поперечного перетину автомобіля; ϑ_0 – початкова швидкість гальмування автомобіля; m_a – маса автомобіля; λ_z – частка вертикальної складової в силі лобового опору; h_w – висотне положення метацентру автомобіля; h – висотне положення центра мас автомобіля; b – горизонтальна координата положення центра мас автомобіля від задньої осі; L – подовжня між колісна база автомобіля; $r_{\text{д}}$ – динамічний радіус колеса.

У разі гальмування з блокованими колесами [4] ідеальний коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями автомобіля визначається, як і за класичною теорією [5]

$$\beta_{\text{ід}} = \frac{b}{L} + \varphi \cdot \frac{h}{L}, \quad (2)$$

де $\varphi = z$ – коефіцієнт зчеплення коліс із опорною поверхнею дороги.

Слід зауважити, що аеродинамічний фактор дорівнює нулю лише в разі нерухомого автомобіля, так як сила лобового аеродинамічного опору рухові дорівнює нулю тоді, коли швидкість автомобіля становить нуль.

Порівнюючи одержані вирази (1) і (2), приходимо до висновку, що у разі гальмування легкового автомобіля з заблокованими колесами коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями приймає менші значення, ніж у разі заблокованих коліс [3, 4].

Аналіз розрахункових даних процесу гальмування легкових автомобілів Lanos говорить про те, що при урахуванні лише фаз процесу гальмування (періоду заблокованих і заблокованих коліс) за однакових експлуатаційних умов гальмування, наприклад, при $z = 0,8$, вибір коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями у відповідності до уточненої теорії, в порівнянні з класичною, дозволяє зменшити величину коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями на 18,7–19,6% і, відповідно, збільшити гальмівний момент на колесах задньої осі на таку ж величину [3].

Аналіз гальмувань легкових автомобілів показує, що крім фаз гальмування, на динаміку гальмування впливає координація граничних гальмівних сил від зміни нормальних реакцій на колесах різних бортів, що має місце під час руху на дорогах у різних експлуатаційних умовах.

Однак, із урахуванням дії аеродинамічного фактора (див. (1)) величина гальмівного моменту на колесах задньої осі може бути ще більшою [6, 7].

Для покращення гальмівних властивостей легкових автомобілів пропонується використовувати вдосконалений гальмівний привод [8], контури якого з'єднано за бортовою схемою підключення контурів спільно з двома динамічними регуляторами гальмівних сил, що мають електромагнітний зв'язок із елементами передньої підвіски.

Динамічні регулятори гальмівних сил, забезпечуючи автоматичне регулювання приводного тиску в контурах, з'єднують гальмівні механізми переднього і заднього колеса кожного борту автомобіля.

Для будь-яких навантажувальних станів легкового автомобіля це дозволить реалізувати найбільші питомі бортові гальмівні сили і, як результат, – збільшити реалізоване уповільнення та зменшити гальмівний шлях за різних експлуатаційних умов виконання екстрених гальмувань.

Таким чином, для покращення гальмівних властивостей легкових автомобілів, обладнаних АБС, із врахуванням експлуатаційних умов необхідно в конструкцію їх гальмівних приводів ввести пристрій [8], який був би здатний не тільки відслідковувати фази процесу гальмування (періоди блокування й розблокування коліс), але і зміну нормальних навантажень на колесах передньої і/або задньої осей.

Слід відмітити, що стандартом [1] встановлено, що нерівномірність питомих гальмівних сил на колесах однойменних осей автомобіля, гальмівна система котрих обладнана дисковими гальмами, не повинна перевищувати 20%, а барабанними – 25%.

За даними теоретичних досліджень для легкового автомобіля Lanos (з повною масою) величина бортової нерівномірності осьових нормальних реакцій при екстрених гальмуваннях з початкової швидкості 80–150 км/год при дії подовжньої та бічної складових аеродинамічної сили може становити:

- на горизонтальній дорозі з поперечним ухилом 3,5 %: 12-21 %;
- на горизонтальній дорозі з радіусом кривизни $R=350$ м: 19-26 %;
- на дорозі з подовжнім ухилом 10 %:
 - а) на схилі 17-24 %;
 - б) на підйомі 21-28 %.

Теоретично і експериментально встановлено, що зі збільшенням початкової швидкості гальмування автомобілів Lanos в межах 80–150 км/год, із застосуванням комбінованого гальмівного приводу з електромагнітним керуванням і АБС, спостерігається покращення гальмівних властивостей.

Проте, існують інтервали початкових швидкостей гальмування легкових автомобілів Lanos, в яких покращення гальмівних властивостей не значне (до 80 км/год) або навіть має місце зворотній ефект (після 150 км/год), що пояснюється недостатністю або вичерпанням граничного можливого значення питомої гальмівної сили на колесах задньої осі та зниженням коефіцієнта зчеплення коліс із опорною поверхнею дороги (внаслідок збільшення швидкості руху і зростання нормальної реакції на задній осі).

Список літературних джерел

1. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.11 «Автомобільні шляхи та аеродроми» / Н.В. Ярещенко. – Харків, 1999. – 16 с.
2. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорій М, N, і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН N 13-09:2000, IDT): ДСТУ UN/ECER 13-09-2002. - [Чинний від 01.07.2005]. - Офіц. вид. - (Державний стандарт України).
3. Назаров В.И. Математическое моделирование бортового распределения тормозной силы при торможении легковых автомобилей в эксплуатационных условиях с учетом аэродинамического сопротивления движению [Збірник наук. праць] / [В.И Назаров, А.И. Назаров, И.А. Назаров и др.] // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – №16(1188). – Харків: НТУ «ХП», 2016. – С. 59-66.
4. Podrigalo, M. Improvement of the Assessment Methods for the Braking Dynamics with ABS Malfunction / Podrigalo, M., Klets D., Sergiyenko O. and other // SAE 36th Annual Brake Colloquium and Exhibition, Brake 2018; JW Marriott Desert Springs Palm Desert; United States. – 14–17 October 2018. – Engin. Inst, Baja Calif. Autonom. Univ., Mexico, 2018.
5. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб.пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с.
6. Назаров В.И. Математичне моделювання перерозподілу вертикальних реакцій на осях під час екстреного гальмування на дорозі з нахилом [Збірник наук. праць] / В.И. Назаров, О.И. Назаров, І.О. Назаров // Вісник НТУ «ХП». Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – №39(1082). – Харків: НТУ «ХП», 2014. – С. 134-141.
7. Назаров А.И. Перераспределение вертикальных реакций на колесах легкового автомобиля, движущегося в воздушном потоке по горизонтальной дороге с фиксированным радиусом кривизны [Збірник наук. праць] / А.И. Назаров, И.А. Назаров, В.И. Назаров // Вісник НТУ «ХП». Серія: Автомобіле і тракторобудування. – № 8 (1117). – Харків: НТУ «ХП», 2015. – С. 42-50.
8. Пат. №117343 Україна, МПК B60T8/1766 B60T8/30 (2006.01). Гідравлічний гальмівний привод легкових автомобілів / [Назаров О.І., Назаров І.О., Назаров В.І., Ємельянов В.Л.]; заявник і патентотримач Харків, національний автомобільно-дорожній університет №u201613490; заявл. 28.12.2016; опубл. 26.06. 2017, Бюл. №12.

Назаров Олександр Іванович – к. т. н., доцент, доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: hefer64@ukr.net

Шнінда Євген Михайлович – аспірант кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: z1103mzaq@gmail.net

*Павленко В. М., к.т.н., доц.; Кужель В. П., к.т.н., доц.;
Галак К. С.; Шалавінська К. О.*

ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СТАНДАРТІВ І МЕТОДИК ВИПРОБУВАННЯ ФРИКЦІЙНИХ ПАР ГАЛЬМ З МЕТОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ

Наведені стандарти, методики та методи проведення гальмівних випробувань фрикційних пар гальм автомобілів з метою оцінки стійкості руху легкових автомобілів в процесі службових гальмувань

Як відомо, гальмівні властивості автомобілів є важливим чинником, що забезпечують безпеку дорожнього руху. Досвід експлуатації показує, що при проектуванні необхідно не тільки забезпечити відповідність показників ефективності гальмування й курсової стійкості автомобілів у момент виходу з конвеєра заводу, але й створити умови для збереження цих показників на протязі всього періоду експлуатації. В свою чергу значна частина дорожньо-транспортних пригод пов'язана із втратою стійкості руху транспортних засобів. Актуальним є розгляд питань стійкості руху транспортних засобів у режимі службових гальмувань.

Слід зазначити, що на сьогоднішній день одні з самих жорстких вимог стосовно забезпечення безпеки дорожнього руху викладені в стандартах Швеції. Після утворення Європейського економічного співтовариства (ЄЕС) були розроблені однакові вимоги до гальмівних систем транспортних засобів [1], які відобразилися у ДСТУ UN/ECE R13.

Автомобільні фірми західноєвропейських держав використовують при розробці гальмівних систем автомобільних транспортних засобів такі нормативні документи як: Правила № 13 КВТ ЭЕК ООН [2-4]; Правила № 71/320 ЄЕС; Правила F.18 – 1971 національного управління з безпеки дорожнього руху Швеції.

Порівняння вимог нормативних документів показує, що в основному Правила № 13 КВТ ЭЕК ООН і Правила № 71/320 ЄЕС рівнозначні. У шведському стандарті F.18 - 1971 регламентуються ті ж вимоги щодо надійності гальмівних систем (табл. 1).

Гальмівні колодки є одним з найбільш відповідальних елементів гальмівної системи, що забезпечують активну безпеку автотранспортних засобів (АТЗ). Європейська Економічна Комісія ООН, у яку входять також Україна і ряд інших країн СНД, розробила спеціальні вимоги до гальмівних систем АТЗ у цілому (Правила № 13 КВТ ЭЕК ООН) і до гальмівних накладок, що йдуть як запасні частини (Правила № 90 ЭЕК ООН). Невідповідність гальмівних накладок заданому рівню якості, пов'язане з відхиленням коефіцієнта тертя від номінального значення, викликає невідповідність загальної гальмівної сили зусиллю на педалі керування, а також зміну її розподілу між осями автомобіля. Це погіршує керованість гальмівної системи, приводить до зниження ефективності гальмування й курсової стійкості автомобіля. Ринок запчастин представлений значним числом вітчизняних та закордонних виробників, а продукція цих виробників має різні показники фрикційної теплостійкості [5].

У таблиці 2 представлені основні типи випробувань і граничні умови відповідно до ДСТУ UN/ECE R 13-N-00:2002 (Правила № 13 ЭЕК ООН). У Правилах № 90 передбачені додаткові випробування на ефективність гальмування автомобіля, роздільні по осях (див. табл. 3).

Слід зазначити, що початкова швидкість гальмування, величина s , періодичність і кількість гальмувань за Правилами № 13 ЭЕК ООН строго нормовані, що забезпечує постійну потужність тертя, а, отже, відповідно до законів фізики, і постійну температуру. Це підтверджується численними випробуваннями оригінальних і змінних гальмівних накладок дискових гальм як на дорозі, так і на стендах, які показали, що для більшості автомобілів

температура на 15-ому гальмуванні перебуває в межах 400-470°C. Найбільший ріст температури спостерігається в первісний період – до п'ятого гальмування вона досягає 300-370°C, і далі температура нагрівання значно знижується.

Таблиця 1 – Основні показники ефективності гальмування при випробуваннях тип 1, прийняті в різних країнах світу

Стандарт (країна)	Категорія транспортного засобу	Режим випробувань				
		Початкова швидкість гальмування V_H , м/с	Кінцева швидкість гальмування, V_K , м/с	Сповільнення, м/с	Часовий інтервал, з (шлях, м), між гальмуваннями	Кількість гальмувань
1	2	3	4	5	6	7
Правила ЕЖ ООН №13, ОСТ 37.001.067	M1	0,8 V_{MAX} ,	0,5 V_H	3,0	45	15
	N1, M2	Те ж	0,5 V_H	3,0	55	15
	M3,N2,N3	16,7	0,5 V_H	3,0	60	20
Директива ЄС № 71/320	M3, N2, N3	0,8 V_{MAX} , не менше 16,5	0,5 V_H	3,0	60	20
Правила F-18 (Швеція)	M1	0,8 V_{MAX}	0,5 V_H	3,0	45	15
Стандарт №135-91 (США)	M1 (до 4536 кг)	33,0	17,9	3,0	30	15
Методика “ФІАТ” (Італія)	M1	0,6-0,75 V_K	0,5 V_H	5,0	45	25
Стандарт № 105-75 (США)	M2 (до 4536 кг)	26,7	0	4,6	(640)	5
	M1 (до 4536 кг)	26,7	0	1,5-4,6	(640)	5
	N1 (до 4536 кг)	26,7	0	4,6	36	5
	N2 (св 4536 кг)	17,9	8,9	3,0	30	10
	M2 (св 4536 кг)	17,9	8,9	3,0	30	20
Стандарт SAE 843	M1	27	0	4,6	(640)	15
Стандарт № 121-75 (США)	N2, N3, M3 (всі вище 10 т)	22,2	6,7	2,7	72	10
		13,3	0	3,7	60	20
Методика “Шевроле” (США)	M1, M2, M3, N2, N3, (усе до 4536 кг)	26,7	13,3	4,6	60	8
		17,9	8,9	3,0	35	13
	M2, M3, N6, N3 (всі вище 4536 кг)	26,7	13,3	4,6	60	8
		17,9	8,9	3,0	35	13
Методика “Бендикс” (США)	M1	26,7	0	4,6	60	5
		13,3	0	4,6	90	5
	M2, M3,N2,N3	17,9	8,9	3,0	30	10
	M2, M3, N2, N3	17,9	8,9	3,0	120	10
Методика “ДБА” (Франція)	M2, M3, N2,N3	13,9	6,9	2,0	(200)	-

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Методика “Рутс” (Англія)	M1, N1	0,75 V _{MAX}	0	5,0	60	25+30*
Стандарт SAE 786	M2, M3, N2, N3	26,7	0	4,6	24	10
Стандарти SAE 6912, 6913 (США)	Те ж	8,6	0	2,9	-	15
Методика “Гирлинг” (Англія)	M1	16,7**	0	5,9	45	20
Методика “Порше” (Німеччина)	M1 у сп. стані, M2 з повним навантаженням	40	16,7	7,5	***	25
ОСТ 37.001. 067-86	M1	0,8 V _{MAX}	0,5 V _H	5,0	45	30
	M2	Те ж	0,5 V _H	3,0	60	30
	M3, N2, N3	0,8 V _{MAX}	8,35	4,0	60	30

Примітки: *Випробування проводяться у два етапи з інтервалом 10 хв.

**Протягом перших 15 с – розгін з V_H.

***Між гальмуваннями – розгін.

Таблиця 2 – Випробування робочої гальмівної системи по ДСТУ UN/ECE R 13-H - 00:2002 (Правила № 13 ЭЕК ООН)

Тип випробування	Швидкість гальмування, км/год.	Встановлене сповільнення, м/с ²	Зусилля на педалі, Р, Н	Норматив Р, Н
Тип 0	80-0	8,5	340-380	≤490
Тип 1 - попередній етап: 15 гальмувань із періодичністю 45сек. з підключеним двигуном	120-60	3,0	Повинне забезпечити з 3 м/с ² на першому гальмуванні	Підтримується постійним по першому гальмуванню
- ефективність розігрітих гальм t _n = 398°C t _s = 193°C	80-0	6,8	34-38	≤50

Таблиця 3 – Роздільне випробування гальмівних механізмів по осях за ДСТ Р 41.90-99 (Правила № 90 ЭЕК ООН)

Гальма	Швидкість гальмування, км/го	Стале сповільнення, м/с ²	Зусилля на педалі, Р, Н	Норматив Р, Н	
Ефективність у холодному стані					
Передньої осі	70-0	5,0	250	≤490	
Задньої осі	45-0	3,0	300	≤490	
Чутливість до швидкості				Чутливість до швидкості, %	
				Факт.	Норма
Передньої осі	65-0	5,2	25	6	≤15
	100-0	4,9	25		
Задньої осі	45-0	3,0	30	3,5	≤15
	65-0	2,8	30		

Висновки. Наведений аналіз методик з питань дослідження стійкості руху автомобілів, характеристик фрикційної теплостійкості пари тертя гальмівних механізмів, методик їх випробувань і методів проведення гальмівних випробувань автомобілів дозволив зробити наступні висновки: як критерій стійкості автомобіля проти заносу доцільно використати коефіцієнт стійкості, що представляє собою відношення моменту опору кутовому зсуву автомобіля в площині дороги до моменту, що збурює цей зсув; методика раціонального вибору сполучення фрикційних пар передніх і задніх гальмівних механізмів, для автомобілів, не обладнаних ABS, повинна базуватися на оцінці курсової стійкості (коефіцієнті стійкості) автомобіля при службових гальмуваннях.

Список літературних джерел

1. Павленко В.М. Методики оцінки плавності руху автомобіля / Павленко В.М., Кужель В.П. // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19–21 жовтня, 2015 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 175 – 177.
2. Кашканов А.А. Комплексна програма оцінювання експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП // Кашканов А.А., Кужель В.П., Грисюк О.Г. // Вісник СНУ ім. Володимира Даля. – 2011. – № 12(149). – С. 118 – 122.
3. Кашканов В.А. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при авто-технічній експертизі ДТП : Монографія / Кашканов В.А., Ребедаєло В.М., Кашканов А.А., Кужель В.П. - Вінниця : ВНТУ, 2011.— 128 с.
4. Павленко В.Н. Зоны и последовательность блокирования колес автомобиля при служебных торможениях / В.Н. Павленко// Вестник ХНАДУ. – Х., 2007. – №39. – С.45–47.
5. Тест гальмівних колодок Ferodo, ABS і Kashiyama [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://tormozi.ua/laboratoryja/view-view-test-kolodok-budgetnie-kolodki.html> (дата звернення 08.04.2020). – Назва з екрана.

Павленко В'ячеслав Миколайович – к.т.н., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кужель Володимир Петрович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kuzhel2017@gmail.com

Галак Катерина Сергіївна – студентка групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

Шалавінська Катерина Олександрівна – студентка групи 1АТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ КРИТЕРІЮ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ДОСТАВКИ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ З ХАРКОВА ДО ПОРТІВ ЧОРНОМОР'Я

Запропоновано критерій вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я – сумарні витрати, при визначенні якого враховуються технологічні особливості організації процесу доставки та параметри впливу час навантаження-розвантаження однієї тони вантажу, час навантаження-розвантаження одного контейнеру, час руху залізницею

Вступ. В останні роки виробництво зерна в Україні зросло до рекордних рівнів, що вимагає певних змін у побудові системи зберігання врожаю та його транспортування. Зростає інтерес до переміщення зернових у контейнерах. В Україні вже існують та функціонують спеціалізовані термінали та майданчики з відправки зернових у контейнерах або з використанням контейнерного портового обладнання. Ефективність та якість вантажних перевезень значно залежать від оптимізації процесів координації роботи різних видів транспорту, раціонального розподілу між ними обсягів перевезень, своєчасного формування необхідних управлінських рішень [1].

Ефективність та якість вантажних перевезень значно залежать від оптимізації процесів координації роботи різних видів транспорту, раціонального розподілу між ними обсягів перевезень, своєчасного формування необхідних управлінських рішень [2, 3]. Найперше, особливу увагу при цьому потрібно звернути на найважливіший показник транспортного процесу – вартість здійснення транспортних перевезень [4, 5]. Об'єкт дослідження є процес доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я.

Аналіз існуючих рішень. В сучасних умовах на ринку перевезень зернових вантажів в контейнерах існує перспектива їх розвитку, тому що з кожним роком збільшується кількість таких замовлень в адресу транспортних підприємств [6, 7]. В наукових роботах в сфері організації доставки вантажів у контейнерах автори роблять акцент на розвиток мультимодальних перевезень за участю залізничного, автомобільного та морського видів транспорту, при цьому встановлено, що залізничний транспорт здійснює перевезення зернових вантажів в умовах критичного зносу основних засобів та підвищення конкуренції зі сторони інших видів транспорту (зокрема автомобільного) [8, 9, 10, 11]. Аналіз практичного досвіду організації доставки зернових вантажів в контейнерах в міжнародному сполученні показав, що багато підприємств пропонують послуги по цьому виду діяльності, при чому використовуються технічні засоби для спрощення процесу навантаження-розвантаження та перевезення – вкладки, опорні щити [12, 13]. Аналіз сучасного стану питання відправки зернових вантажів з України показав, що наша країна володіє потужним експортним портовим потенціалом. Також визначені два лідери зі зберігання та перевалки зернових вантажів: Одеський та Іллічівський морські торговельні порти. З'ясовано, що доставка зернових вантажів до морського порту використовують автомобілі-зерновози, залізничні вагони, контейнери. Проведений аналіз виявив проблему організації доставки зернових вантажів в міжнародному сполученні – вибір раціональної технології доставки. Метою даної розробки є визначення критерію вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я. Об'єкт дослідження є процес доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я.

Результати дослідження. Для визначення критерію раціонального варіанту пропонується три альтернативні технологічні схеми доставки зернових вантажів. Перша схема з використанням автомобільного транспорту: «Подача порожнього контейнера до місця

навантаження – навантаження вантажу в контейнер – навантаження контейнера на автотранспортний засіб – перевезення до місця призначення (порту) – розвантаження контейнера з автотранспортного засобу» («Схема 1»), друга та третя схема з використанням автомобільного та залізничного транспорту: «Подача порожнього контейнера до місця навантаження – навантаження вантажу в контейнер – навантаження контейнера на автотранспортний засіб – перевезення до залізничної станції Харків-Ліски / Дніпро-Ліски – передача вантажу з одного виду транспорту на інший (з автомобільного на залізничний) – перевезення до місця призначення – розвантаження контейнера з вагона-платформи» («Схема 2») та «Схема 3»).

В якості критерію пропонуються – сумарні витрати на доставку зерна, грн ($\sum Z$). Які визначаються для кожного з трьох запропонованих варіантів.

Сумарні витрати на доставку зернових вантажів для «Схеми 1»

$$\sum Z^1 = Z_1^1 + Z_2^1 + Z_3^1 + Z_4^1 + Z_5^1, \quad (1)$$

де Z_1^1 – витрати на подачу порожнього контейнера до місця навантаження, грн; Z_2^1 – витрати на навантаження вантажу в контейнер, грн; Z_3^1 – витрати на навантаження контейнера на автотранспортний засіб, грн; Z_4^1 – витрати на перевезення до місця призначення (автомобільним транспортом до порту), грн; Z_5^1 – витрати на розвантаження контейнера з автотранспортного засобу, грн.

Для «Схеми 2» та «Схеми 3» витрати складуть

$$\sum Z^{2(3)} = Z_1^2 + Z_2^2 + Z_3^2 + Z_4^{2(3)} + Z_5^2 + Z_6^2 + Z_7^2, \quad (2)$$

де Z_1^2 – витрати на подачу порожнього контейнера до місця навантаження, грн; Z_2^2 – витрати на навантаження вантажу в контейнер, грн; Z_3^2 – витрати на навантаження контейнера на автотранспортний засіб, грн; $Z_4^{2(3)}$ – витрати на перевезення до залізничної станції Харків-Ліски / Дніпро-Ліски, грн; Z_5^2 – витрати на передачу вантажу з одного виду транспорту на інший (з автомобільного на залізничний), грн; Z_6^2 – витрати на перевезення до місця призначення (залізничним транспортом до порту), грн; Z_7^2 – витрати на розвантаження контейнера з вагона-платформи, грн.

Кожна складова сумарних витрат знаходиться за формулою. Наведемо формули для розрахунку сумарних витрат на доставку зернових вантажів.

Витрати на подачу порожнього контейнера до місця навантаження

$$Z_1^{1(2)} = N_k \cdot S_{под}^k \cdot L_{неpi}, \quad (3)$$

де N_k – кількість контейнерів, од; $S_{под}^k$ – вартість подачі одного контейнера до місця завантаження, грн/к·км; $L_{неpi}$ – відстань перевезення на i -й ділянці, км.

Кількість контейнерів

$$N_k = \frac{Q}{Q_k}, \quad (3)$$

де Q – обсяг вантажу, т; Q_k – номінальна вантажність контейнера, т.

Витрати на навантаження вантажу в контейнер

$$Z_2^{1(2)} = Q \cdot t_{нав}^m \cdot S_{нав}^m, \quad (4)$$

де $t_{нав}^m$ – час навантаження 1 тони вантажу, год; $S_{нав}^m$ – вартість навантаження 1 тони вантажу, грн/т·год.

Витрати на навантаження контейнера на автотранспортний засіб

$$Z_3^{1(2)} = N_k \cdot t_{нав}^k \cdot S_{нав}^k, \quad (5)$$

де $t_{нав}^k$ – час навантаження 1 контейнера на автомобіль, год; $S_{нав}^k$ – вартість навантаження 1 контейнера на автомобіль, грн/к·год.

Витрати на перевезення до місця призначення (автомобільним транспортом до порту)

$$Z_4^1 = N_k \cdot t_{пер}^{aem} \cdot S_{пер1к}^{aem} \cdot L_{пер1}, \quad (6)$$

де $t_{пер}^{aem}$ – час перевезення автомобільним транспортом, год; $S_{пер1к}^{aem}$ – вартість перевезення 1 контейнера автомобільним транспортом за 1 год, грн/к·км·год.

Час перевезення автомобільним транспортом

$$t_{пер}^{aem} = t_p^{aem} + t_n + t_{оч}, \quad (7)$$

де t_p^{aem} – час руху, год; t_n – час відпочинку, год; $t_{оч}$ – час на очікування операцій, год.

Час руху до місця призначення

$$t_p^{aem} = \frac{L_{пер1}}{V_{cp}}, \quad (8)$$

де V_{cp} – середня технічна швидкість руху, км/год.

Витрати на розвантаження контейнера з автотранспортного засобу

$$Z_5^1 = N_k \cdot t_{роз1к}^{aem} \cdot S_{роз1к}^{aem}, \quad (9)$$

де $t_{роз1к}^{aem}$ – час розвантаження 1 контейнера з автомобіля, год; $S_{роз1к}^{aem}$ – вартість розвантаження 1 контейнера з автомобіля, грн/к·год.

Витрати на перевезення до залізничної станції:

– для «Схеми 2»

$$Z_4^2 = N_k \cdot t_{ХЛ} \cdot S_{ХЛ} \cdot L_{пер1}, \quad (10)$$

де $t_{ХЛ}$ – час перевезення до залізничної станції Харків-Ліски, год; $S_{ХЛ}$ – вартість перевезення 1 контейнера до залізничної станції Харків-Ліски, грн/к·км·год.

Час перевезення до залізничної станції Харків-Ліски

$$t_{ХЛ} = \frac{L_{неpi}}{V_{cp}}, \quad (11)$$

– для «Схеми 3»

$$З_4^3 = N_k \cdot t_{ДЛ} \cdot S_{ДЛ} \cdot L_{неpi}, \quad (12)$$

де $t_{ДЛ}$ – час перевезення до залізничної станції Дніпро-Ліски, год; $S_{ДЛ}$ – вартість перевезення 1 контейнера до залізничної станції Дніпро-Ліски, грн/к·км·год.

Час перевезення до залізничної станції Дніпро-Ліски

$$t_{ДЛ} = t_p^{ам} + t_n + t_{оч}, \quad (13)$$

де $t_p^{ам}$ – час руху, год; t_n – час відпочинку, год; $t_{оч}$ – час на очікування операцій, год.

Час руху до залізничної станції Дніпро-Ліски

$$t_p^{ам} = \frac{L_{неpi}}{V_{cp}}, \quad (14)$$

Витрати на передачу вантажу з одного виду транспорту на інший (з автомобільного на залізничний)

$$З_5^2 = N_k \cdot t_{np}^k \cdot S_{np}^k, \quad (15)$$

де t_{np}^k – час передачі 1 контейнера з одного виду транспорту на інший, год;

S_{np}^k – вартість передачі 1 контейнера з одного виду транспорту на інший, грн/к·год.

Витрати на перевезення до місця призначення (залізничним транспортом до порту)

$$З_6^2 = N_k \cdot t_{неp}^{зал} \cdot S_{неp1к}^{зал} \cdot L_{неpi}, \quad (16)$$

де $t_{неp}^{зал}$ – час перевезення залізничним транспортом, год; $S_{неp1к}^{зал}$ – вартість перевезення 1 контейнера залізничним транспортом за 1 год, грн/к·км·год.

Час перевезення залізничним транспортом

$$t_{неp}^{зал} = t_p^{зал} + t_{нк}, \quad (17)$$

де $t_p^{зал}$ – час руху, год; $t_{нк}$ – час на початкові та кінцеві операції, год.

Витрати на розвантаження контейнера з вагона-платформи

$$З_7^2 = N_k \cdot t_{роз1к}^{зал} \cdot S_{роз1к}^{зал}, \quad (18)$$

де $t_{роз1к}^{зал}$ – час розвантаження 1 контейнера з вагона-платформи, год; $S_{роз1к}^{зал}$ – вартість розвантаження 1 контейнера з вагона-платформи, грн/к·год.

Висновки. Запропоновано критерій вибору раціонального варіанту доставки зернових вантажів у контейнерах з Харкова до портів Чорномор'я – сумарні витрати. В якому враховуються можливі альтернативні технологічні схеми, а також параметри впливу: час навантаження-розвантаження однієї тони вантажу, час навантаження-розвантаження одного контейнеру, час руху залізницею. За запропонованим критерієм в подальшому планується проведення експериментальних досліджень та побудова регресійних моделей.

Список літературних джерел

1. Velykodnyi, D., Pavlenko, O. (2017). The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), 164-175.
2. Шраменко, Н.Ю. Формування альтернативних варіантів транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників під час інтермодальних перевезень [Текст] / Н.Ю. Шраменко, О.О. Орда // *Автомобильный транспорт*. - 2015. - № 37, - С. 70–77.
3. Korytkov, D. An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. / D. Korytkov O. Pavlenko // *Комунальне господарство міст*. - 2019. - 147 (1). - 35-41.
4. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V., Sokol, M. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 21(2), 3-12.
5. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyy, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hrinkiv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. *Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPT)*, 120-132.
6. Ellram L.M., Cooper M.C. (1990). Supply Management, Partnership and the Shipper – Third Party Relationship, *The International Journal of Logistics Management*.1(2): 1-10.
7. Scheplera X., Balevb S., Michelc S., Sanlaville E.. (2017). Global planning in a multi-terminal and multi-modal maritime container port, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review* 100: 38-62
8. Collins, T., Bell, M., Bliemer, M. 2017. Urban intermodal terminals: The entropy maximising facility location problem, *Transportation Research Part B: Methodological* 100: 64–81.
9. Xue Bin Zhenga, Nam Kyu Parkb. 2016. A Study on the Efficiency of Container Terminals in Korea and China, *The Asian Journal of Shipping and Logistics* 32(4): 213-220
10. Naumov, V., Shulika, O., Velikodnyi, D. (2015). Results of experimental studies on choice of automobile intercity transport delivery schemes for packaged cargo. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetics*, 17(7), 87-91.
11. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D. (2019). Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System, *CEUR Workshop Proceedings*, 2353, 935-949.
12. Козаченко, Д.М., Рустамов, Р.Ш., Матвієнко, Х.В. (2011). Напрямки підвищення ефективності перевезень зернових вантажів залізничним транспортом, *Восточноєвропейский журнал передовых технологий: Сборник научных трудов* 5/4(53): 20-22.
13. Черевичный, Я. (2016). Какие проблемы возникают при рекордном урожае зерновых в Украине: <http://transport-journal.com/news/kakye-problemyi-voznukayut-pry-rekordnom-urozhae-zernovyih-v-ukrayne>

Павленко Олексій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ttpov@ukr.net

Анощенков Вадим Дмитрович – студент факультету транспортних систем, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко О. В., к.т.н., доц.; Волкова Т. В., к.т.н., доц.; Конькова Ю. О.

ПІДХІД ПО ВИЗНАЧЕННЮ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМ ПІДРОЗДІЛОМ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ТА МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

У статті запропоновано підхід щодо визначення ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств на основі теорії масового обслуговування, з урахуванням системного підходу в взаємодії виробничих та транспортних підприємств

Обслуговування основного виробництва підприємств гірничодобувної та металургійної галузі потребує створення ефективної організації роботи спеціалізованих транспортних підприємств, які надають транспортні послуги по підвезенню ремонтних бригад з обладнанням, засобами ремонту, запасними частинами [1]. Це все потребує оперативного реагування та швидкого прибуття на місце виклику. Складність функціонування цієї системи, її висока динаміка та ймовірніший характер протікання процесів вимагає наукового підходу щодо вирішення питань, які забезпечують ефективне функціонування.

Динаміка зовнішнього середовища виробничих підприємств у світі продовжує рости, підтримка систем управління для організаційної гнучкості стає все більш важливою [2]. Авторами пропонуються системи керування на основі коллаборації [2], оцінки якості та мінімізації витрат [3], корпоративної побудови [4], зворотного зв'язку з урахуванням невизначеності [5], прогнозування на основі нечітко-нейронної моделі [6], інформаційного контролю [7]. Представлені рішення потребують значних витрат ресурсів на побудову системи та адаптацію на відповідному виробничому комплексі.

Сучасний стан розвитку методів та математичних апаратів привів до появи фундаменту для вирішення нових прикладних задач, практична цінність яких оцінюється високою ефективністю системи виробництва в будь-якій сфері діяльності, в тому числі в гірничодобувному та металургійному виробництві [8, 9]. Найбільш розповсюдженими методами є ймовірні та розмиті величини, як елементи апарату математичної статистики [10].

Тому необхідно розробити підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств в умовах змінного попиту за рахунок оптимізації параметрів та зменшення витрат.

При обслуговуванні замовлень спеціалізованим транспортним підприємствам необхідно прагнути до мінімізації ресурсів на всіх стадіях виконання процесу, з урахуванням максимізації продуктивності при дотриманні часових обмежень та мінімізації витрат. У дослідженні розглядається транспортний підрозділ гірничодобувного та металургійного підприємства, що забезпечує здійснення профілактичних робіт та робіт по ліквідації аварій в системі виробництва. Система обслуговування замовників розглядається при змінному попиту на виконання аварійних замовлень, тому і оперативне планування роботи спеціалізованого автотранспорту і ремонтних бригад буде розглядатися при випадковому потоці замовлень.

Оцінку ефективності функціонування системи пропонується проводити на двох рівнях: за параметрами обслуговування (K) та витратами на обслуговування замовлень підприємства (C_r).

Спочатку розглянемо роботу системи обслуговування замовлень на першому рівні, де враховуємо параметри за якими оцінюється функціонування системи: спроможність системи виконувати всі замовлення; ймовірність того, що всі ремонтні бригади можуть бути зайняті при отриманні нового замовлення; ймовірність того, що за час робочого дня бригади не зможуть обслужити замовлення; ймовірність того, що час очікування початку виконання ремонту буде

більше середнього часу очікування ремонту; математичне очікування довжини черги; число вільних ремонтних бригад.

Припустимо, що моменти подання заявок є випадковою величиною, тому потік замовлень є випадковим, а також, що середнє число замовлень на обслуговування за відповідний період часу складає η . Тоді ймовірність того, що за час t надійде точна кількість m замовлень, буде дорівнювати [11]

$$Y_m^t = \frac{(\eta \cdot t)^m}{m!} \cdot e^{-\eta t}.$$

Зі зростанням m ймовірність при $m > \eta \cdot t$ швидко зменшується, так як в рівнянні знаменник починає зростати швидше, ніж чисельник.

Припустимо, що час ремонту є випадковою величиною. Кількість замовлень, які можуть бути виконані всіма бригадами складає v . Тоді середній час виконання одного замовлення, з урахуванням кількості бригад в системі обслуговування n , визначається

$$\lambda = \frac{n}{v}.$$

Параметр закону розподілу, визначається з урахуванням того, що час підпорядковано показниковому закону розподілу

$$\gamma = \frac{1}{\lambda}.$$

Спроможність системи виконати всі заявки визначається за допомогою нерівності

$$\frac{\eta}{\gamma} \geq n.$$

Якщо кількість ремонтних бригад в системі буде меншою за співвідношення, то черга буде постійно збільшуватися. В результаті настає або дисбаланс системи, який проявляється відмовою від наступних замовлень для повернення її працездатності, або стабільність або повна відмова в функціонуванні. При кількості бригад, яка значно перевищує співвідношення (більше ніж на одну систему) можна вважати не повністю завантаженою (повністю не використовується її можливості). Залежність дозволяє визначити ймовірність відмови від виконання замовлення та потенціальну можливість для підвищення ефективності її функціонування.

Ймовірність того, що на момент одержання нового замовлення на ремонт або профілактику всі бригади зайняті визначається за формулою

$$\Omega = \frac{\gamma \cdot p_0}{(n-1)! \cdot (n\gamma - \eta)} \cdot \left(\frac{\eta}{\gamma}\right)^n.$$

Де p_0 ймовірність того, що під час надходження нового замовлення всі бригади є вільними. Визначається з урахуванням додаткового параметра переходу k

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} \left(\frac{\eta}{\gamma}\right)^k + \frac{\gamma}{(n-1)! \cdot (n\gamma - \eta)} \cdot \left(\frac{\eta}{\gamma}\right)^n}.$$

Ймовірність того, що під час робочій зміни бригада не зможе відреагувати на замовлення, яке було одержано на його початку

$$P(\beta) = \Omega \cdot e^{-\gamma \cdot t}.$$

де β - час очікування початку обслуговування.

Цей показник дозволяє оцінити який відсоток замовлень буде очікувати початку виконання більш ніж за визначений період. Для цього необхідно використовувати залежність за якою визначається кількість замовлень, які очікують обслуговування більше певного періоду

$$m(z) = P(\beta) \cdot \eta.$$

Застосування цього показника дає змогу врахувати скарги замовників та порушення договірних відносин.

Середній час очікування ремонту залежить від попередньо визначених величин

$$T = \frac{\Omega}{n \cdot \gamma - \eta}.$$

Цей показник описує середній час очікування ремонту. В залежності від нормативних даних також може використовуватися для оцінки якості функціонування системи.

Ймовірність того, що час очікування початку ремонту перевищить середній час очікування ремонту становить

$$P(\beta > t) = \Omega \cdot e^{-\Omega}.$$

Додатково можна визначити ймовірність того, що ремонт буде почато не більше ніж через T

$$P(\beta \leq t) = 1 - P(\beta > t).$$

Математичне очікування довжини черги

$$M = \frac{p_n \cdot \eta}{n \cdot \gamma \cdot \left(1 - \frac{\eta}{n \cdot \gamma}\right)^2}.$$

Де p_n ймовірність того, що кількість замовлень буде меншою за кількість бригад

$$p_n = \frac{1}{n!} \cdot \left(\frac{\eta}{\gamma}\right)^n \cdot p_0.$$

Ця ймовірність фактично показує середню кількість замовлень, які будуть очікувати виконання роботи при незмінних законах розподілу випадкової величини.

Середнє число бригад, що вільні

$$R = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{n-k}{k!} \cdot \left(\frac{\eta}{\gamma}\right)^k \cdot p_0.$$

Врахування встановленого показника в моделі дозволяє зробити припущення про доцільність раціоналізації кількості бригад для підвищення ефективності функціонування всієї системи.

Таким чином, визначення ефективної системи обслуговування замовлень на першому рівні можна представити у вигляді функції

$$K = f(p_0, \Omega, P(\beta), T, P(\beta > t), P(\beta \leq t), M, p_n, R).$$

Далі проведемо оцінку ефективності функціонування системи шляхом визначення витрат на обслуговування замовлень підприємства (C_r), які враховують витрати на: проведення ремонтних робіт; доставку бригад до місця призначення та в зворотному напрямку; експлуатацію транспортних засобів спеціалізованого транспортного підприємства; проведення профілактичних робіт; простій бригад при очікуванні виконання робіт

$$C_r = \sum_{i=1}^5 C_i \cdot \eta.$$

Витрати на проведення ремонтних робіт враховують час на виконання замовлення t_{pp} , вартість виконання робіт S_{pp}

$$C_1 = t_{pp} \cdot S_{pp} \cdot n \cdot (1 + \Omega).$$

Витрати на доставку бригад до місця призначення та в зворотному напрямку визначаються на основі часу доставки t_d та його вартості S_d

$$C_2 = t_d \cdot S_d \cdot n.$$

Витрати на експлуатацію транспортних засобів спеціалізованого транспортного підприємства

$$C_3 = (t_{pp} + t_d + t_e) \cdot S_e \cdot a,$$

де враховується час очікування t_e , вартість експлуатації транспортних засобів S_e та кількість автомобілів a .

Витрати на проведення профілактичних робіт враховують час проведення цих робіт t_{pw} , їх вартість виконання S_{pw} та рівень виконання від загального обсягу замовлень R_η

$$C_4 = t_{pw} \cdot S_{pw} \cdot n \cdot R_\eta \cdot (1 + \Omega).$$

Витрати на простій бригад при очікуванні виконання робіт розраховуються на основі вартості простою S_{ew}

$$C_5 = T \cdot S_{ew} \cdot n \cdot R.$$

Таким чином, визначення ефективної системи обслуговування замовлень на другому рівні можна представити у вигляді функції

$$C_r = f(t_\Sigma, S_\Sigma, R, \Omega, n, a, \eta),$$

де

$$t_\Sigma = \{t_{pp}; t_d; t_e; T; t_{pw}\}$$

$$S_\Sigma = \{S_{pp}; S_d; S_e; S_{pw}; S_{ew}\}$$

Розроблено підхід по визначенню ефективної системи управління транспортним підрозділом гірничодобувних та металургійних підприємств. В цьому підході розглядається

представлена система, як багатоканальна система масового обслуговування з очікуванням, без обмежень черги. Побудована математична модель системи обслуговування замовлень транспортним підрозділом виробничого підприємства, при виконанні аварійних ремонтних робіт на даному підприємстві, дає можливість врахувати різні ймовірнісні фактори (моменти надходження замовлень, час обслуговування та інші). Розроблені аналітичні моделі визначення витрат на обслуговування замовлень гірничодобувних та металургійних компаній.

Список літературних джерел

1. Śladkowski, A., Utegenova, A., Kolga, A.D., Gavrishev, S.E., Stolpovskikh, I., & Taran, I. (2019). Improving the efficiency of using dump trucks under conditions of career at open mining works. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2, P. 36-42.
2. Gou, J., Li, N., Lyu, T., Lyu, X. & Zhang, Z. (2019). Barriers of knowledge transfer and mitigating strategies in collaborative management system implementations. *Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 49 (1), P. 2-20.
3. Velykodnyi, D., Pavlenko, O. (2017). The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. *International journal for traffic and transport engineering*, 7(2), P. 164-175.
4. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyy, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hrinkiv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. *Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPT)*, P. 120-132.
5. Saraeian, S., Shirazi, B. & Motameni, H. (2019). Adaptive control of criticality infrastructure in automatic closed-loop supply chain considering uncertainty. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*. 25, P. 102-124.
6. Shramenko, N., & Muzylyov, D. (2020). Forecasting of Overloading Volumes in Transport Systems Based on the Fuzzy-Neural Model. In: Ivanov V. et al. (eds) *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, P. 311-320.
7. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V. & Sokol, M. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. *Communications - Scientific Letters of the University of Zilina*, 21(2), P. 3-12.
8. Shramenko, N., Pavlenko, O. & Muzylyov, D. (2019) *Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System*, CEUR Workshop Proceedings, 2353, P. 935-949.
9. Rossolov, A., Kopytkov, D., Kush, Y. & Zadorozhna V. (2017). Research of effectiveness of unimodal and multimodal transportation involving land modes of transport. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(89), P. 60-69.
10. Shramenko, N. & Muzylyov, D. (2020). Forecasting of Overloading Volumes in Transport Systems Based on the Fuzzy-Neural Model. *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. DSMIE 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham, P. 311-320.
11. Ni, D. (2015) *Traffic Flow Theory*. Butterworth-Heinemann. 412.

Павленко Олексій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ttpov@ukr.net

Волкова Тетяна Вікторівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Конькова Юлія Олександрівна – студент факультету транспортних системи, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко О. В., к.т.н., доц.; Іванченко Д. Є.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМИ ПІДПРИЄМСТВА

Розроблено повнофакторний план експерименту для трьох параметрів впливу, який складається з восьми серій дослідів. При цьому були використані різні комбінації цих параметрів з інтервалами варіювання відповідних інтенсивностей потоку вантажу. За проведеним експериментом отримали результати досліджень по запропонованому критерію визначення ефективної організації роботи складської системи підприємства для трьох запропонованих варіантів

Вступ. Склади є одним із найважливіших елементів логістичних систем. Об'єктивна необхідність у спеціально обладнаних місцях для утримання запасів/товарів існує на всіх стадіях руху матеріального потоку, починаючи від первинного та закінчуючи кінцевим споживачем. Останнім часом відбувається значна спеціалізація складської нерухомості. Так, зазвичай склади відносять до інфраструктури підприємств, але в розвинених країнах існує та швидко розвивається сегмент складів індивідуального зберігання. У США сегмент складів індивідуального зберігання займає близько 9 % ринку комерційної нерухомості. У Європі, де бізнес індивідуального зберігання речей почав розвиватися 10 років тому, вже діють 5000 складів [1].

Загальна площа складських і логістичних приміщень, які можна класифікувати як сучасні і які знаходяться у п'яти найбільших регіональних центрах України (Київ, Харків, Дніпро, Одеса, Львів), становить близько 2,35 мільйона квадратних метрів. Для порівняння, у Польщі обсяг ринку становить близько 11,6 мільйона квадратних метрів, при цьому якість приміщень в цій країні у багатьох випадках істотно вище, ніж в Україні. Традиційно ринок складської нерухомості тісно взаємодіє з декількома великими категоріями: сільське господарство, будівництво, енергетика і гірничодобувна галузі, металургійна і хімічна промисловості, охорона здоров'я, транспорт і логістика, оптова та роздрібна торгівля та ін. В даний час, за даними компанії NAI Ukraine, найбільш вагомими категоріями орендарів складських комплексів є логістичні оператори та оператори торгівлі, які ділять між собою близько 70-80% всього ринку [2].

Аналіз існуючих рішень. Автори статей Шимко О.В., Шкодін О.С., Шандривська О.Є., Кобиліох О.Я. та інші розглядають тенденції, проблемні аспекти формування та функціонування ринку логістичних та складських послуг. Визначають основні напрямки і перспективи подальшого розвитку ринку логістичних послуг в Україні. Причому, автор Кобиліох О.Я. концентрує увагу на впровадженні складів індивідуального зберігання (self storage) [3, 4, 5, 6].

Також питаннями впровадження сучасних технологій займалися ряд вчених Aulin V., Нагорний Є.В., Миротін Л.Б. та Корутков Д., які розглядали необхідність та ефективність впровадження сучасних складських технологій: в роботі складських систем, обслуговування замовлень, використання новітнього обладнання – для скорочення витрат, і поліпшення якості функціонування складів різних систем доставки [7, 8, 9, 10].

Метою даної роботи є проведення експериментальних досліджень по виборі ефективного функціонування складської системи підприємства за витратами на функціонування складського комплексу.

Результати дослідження. Визначення ефективної організації роботи складського комплексу ТЛЩ буде проводитися за оціночним параметром – сумарними витратами, які

формують множину значень відповідних витрат за кожним елементом схеми технологічного процесу [11] та дозволяють скласти цільову функцію

$$C = f(I_P, S_P, S_R, t_{VO}, N_P) \rightarrow \min. \quad (1)$$

де I_P – інтенсивність відповідних потоків вантажу, т/год.; S_P – вартість одиниці відповідної роботи, грн./т.; S_R – вартість однієї години роботи одного робітника, грн./год.·од.; t_{VO} – час виконання відповідної операції, год.; N_P – кількість задіяних ресурсів для виконання відповідної операції, од.

Для визначеної цільової функції встановлено систему обмежень зі значеннями відповідних параметрів, які були визначені під час проходження практики на ТОВ «Автомаг-Україна»:

$$\begin{cases} 2 \leq I_{VP} \leq 40 \text{ т/год.}; \\ 0,25 \leq I_{VV} \leq 3 \text{ т/год.}; \\ 0,2 \leq I_{VIP} \leq 13 \text{ т/год.}; \\ 10 \leq S_P \leq 500 \text{ грн./од.}; \\ 150 \leq S_R \leq 350 \text{ грн./год.}; \\ 0,25 \leq t_{VO} \leq 2 \text{ год.}; \\ 1 \leq N_P \leq 4 \text{ од.} \end{cases} \quad (2)$$

При проведенні експерименту далі обґрунтовуємо інтервали варіювання відповідних вхідних факторів наступним чином: на підставі раніше проведених досліджень (на ТОВ «Автомаг-Україна») встановлено, що інтенсивність вхідного потоку вантажу змінюється від 2 до 40 т/год.; інтенсивність внутрішнього потоку вантажу змінюється від 0,25 до 3 т/год.; інтенсивність вихідного потоку вантажу змінюється від 0,2 до 13 т/год.

Визначаємо кількість серій дослідів $k^n = 2^3 = 8$ серій дослідів.

Оскільки було обрано 2 рівні варіювання, позначимо їх наступним чином: «-» – 1-й рівень варіювання («min»), «+» – 2-й рівень («max»). Після цього усі можливі комбінації сполучень заносимо до табл.1.

Таблиця 1 – План експерименту

Серія дослідів	Рівні варіювання		
	Інтенсивність вхідного потоку вантажу, т/год.	Інтенсивність внутрішнього потоку вантажу, т/год.	Інтенсивність вихідного потоку вантажу, т/год.
1	2	0,25	0,2
2	2	0,25	13
3	2	3	13
4	2	3	0,2
5	40	0,25	13
6	40	0,25	0,2
7	40	3	0,2
8	40	3	13

За встановленою методикою [11] проведені розрахунки оціночного показника – витрат з урахуванням зміни параметрів впливу та припущеннях, які були запропоновані, що

враховують всі особливості виконання операцій по всьому процесу переробки вантажу, а також організаційну складову використання потужностей складу підприємства. На підставі аналізу параметрів потоку замовлень по ТОВ «Автомаг-Україна» з'ясовано, що інтенсивності вхідного, внутрішнього та вихідного потоку вантажу розподілені за експоненційним законом, це було підтверджено відповідним рівнем довірчої ймовірності (більшим за 5%) [12].

Результати розрахунків по серіям наведено у табл. 2.

Таблиця 2 – Результати проведення розрахунків за серіями дослідів

Серія дослідів	Сумарні витрати, грн.
1	1508,38
2	2824,14
3	2906,64
4	1677,84
5	10968,31
6	9739,51
7	9822,01
8	11050,81

Далі на основі визначених результатів – першого варіанту (початкового), сформуємо варіанти організації роботи складського комплексу, виходячи з відповідних значень керованих параметрів: збільшимо кількість задіяних ресурсів – робітників на одного по кожній ділянці виконання відповідних робіт (табл.3) – це другий варіант та НРМ, які задіяні при навантаженні та розвантаженні вантажів, до двох, інші ресурсні параметри залишимо на початковому рівні (табл.4).

Таблиця 3 – Результати проведення розрахунків при збільшенні кількості робітників

Серія дослідів	Сумарні витрати, грн.
1	2181,03
2	2699,43
3	2726,93
4	2208,53
5	8217,71
6	7699,31
7	7726,81
8	8245,21

Таблиця 4 – Результати проведення розрахунків при збільшенні кількості НРМ

Серія дослідів	Сумарні витрати, грн.
1	1746,60
2	2543,40
3	2584,65
4	1787,85
5	11386,11
6	10589,31
7	10630,56
8	11427,36

Висновки. При проведенні експериментальних досліджень розроблено повнофакторний план експерименту для трьох вхідних параметрів, який складається з 8 серій дослідів. При цьому були використані різні комбінації параметрів зовнішнього впливу з

інтервалами варіювання відповідних інтенсивностей потоку вантажу. За проведеним експериментом отримали результати досліджень по запропонованому критерію визначення ефективної організації роботи складської системи підприємства для трьох запропонованих варіантів. Це дозволить в подальшому проаналізувати вплив факторів на параметри об'єкту шляхом регресійного аналізу та провести практичну перевірку ефективності запропонованих рішень.

Список літературних джерел

1. Одарченко Д.М. Модернізація складських приміщень підприємства на базі WMS. / Д.М. Одарченко, Є.Б. Соколова // Проблеми економіки № 4, 2015. – С. 210-215
2. Складська нерухомість: якісна трансформація ринку. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://investment-estate.com/uk/novosti/skladska-neruhomist-yakisna-transformaciya-rinku>
3. Шимко О.В. Ринок логістичних послуг: проблеми становлення та розвитку / О. В. Шимко // Наукові записки. Серія «Економіка». 2011. – Вип. 16. – С. 424-433
4. Шкодінна О. С. Стан сучасного ринку складської нерухомості / О.С. Шкодінна // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2008. – № 623 : Логістика. – С. 279–284.
5. Шадривська О.Є. Комплексний аналіз ринку логістичних послуг в Україні / О.Є. Шадривська, Л.Ю. Шевців // Актуальні проблеми економіки. – Л., 2016. № 7 (181).– С. 163-174
6. Кобилюх О. Я. Тенденції та перспективи розвитку формату self storage в Україні / О. Я. Кобилюх // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Логістика: збірник наукових праць. – 2016. – № 846. – С. 197–203
7. Aulin V., Hryniv A., Lyashuk O., Vovk Y., Lysenko S., Holub D., Zamota T., Pankov A., Sokol M., Ratynskiy V., Lavrentieva O. (2020). Increasing the Functioning Efficiency of the Working Warehouse of the “UVK Ukraine” Company Transport and Logistics Center. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, Vol. 22(2), P. 3-14.
8. Нагорний Є.В. Визначення раціональної кількості ресурсів термінального комплексу на основі теорії сітьового планування / Є.В. Нагорний, Н.Ю. Шраменко // Автомобільний транспорт, – 2012. – Вип. 3. – С. 83-87
9. Миротин Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов [Текст]: Монография – Ростов н/Д: Феникс, 2009. - 408 с.
10. Kopytkov D. An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. / D. Kopytkov O. Pavlenko // Комунальне господарство міст. - 2019. - 147 (1). - 35-41.
11. Павленко О.В., Гречка Д.Є. Формування критерію вибору ефективного функціонування складської системи підприємства. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності машин і обладнання». м. Кропивницький, ЦУНТУ. 2019. С. 268-270
12. Aulin, V., Pavlenko, O., Velikodnyu, D., Kalinichenko, O., Zielinska, A., Hryniv, A., Diychenko, V., Dzyura, V. (2019). Methodological approach to estimating the efficiency of the stock complex facing of transport and logistic centers in Ukraine. Proceedings Paper 1st International Scientific Conference on Current Problems of Transport (ICCPPT), P. 120-132.

Павленко Олексій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: ttpov@ukr.net

Іванченко Дар'я Євгенівна – студент факультету транспортних систем, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Павленко О. В., к.т.н., доц.; Шарий С. В.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПО ВИБОРУ ЕФЕКТИВНОЇ СХЕМИ ДОСТАВКИ ЗБІРНИХ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ У МІЖНАРОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

При проведенні експерименту розроблено повнофакторний план експерименту для чотирьох вхідних параметрів, який складається з шістнадцяти серій дослідів. При цьому були використані різні комбінації параметрів зовнішнього впливу з інтервалами варіювання обсягу замовлення вантажу, відстані перевезення вантажу територією України, інтенсивності надходження замовлень та відстані перевезення вантажу територією іноземних держав. Отримані значення витрат на доставку збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні за запропонованими схемами

Вступ. Зовнішня торгівля відіграє важливу роль в економіці України. Тенденцією протягом 2012-2016 років було скорочення виручки від експорту товарів з одночасним скороченням експорту основної групи товарів (рис.1) [1]. Не дивлячись на загальний негативний тренд, у 2017 році спостерігалось зростання експорту. За 2017 рік загальний експорт продукції склав 43,3 млрд дол. США, що на 19% більше ніж за 2016 рік. А за результатами 2018 року загальний експорт продукції з України становив 47,3 млрд дол. США, що на 9,2% більше порівняно з 2017 роком. Значну частину експорту, приблизно 26 %, складають товари, які відправляються дрібними партіями [2].

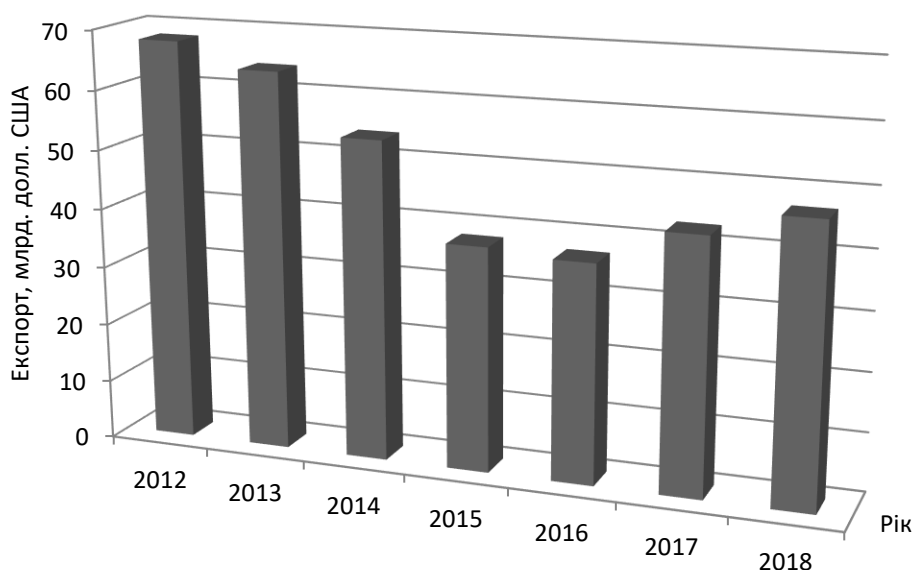


Рисунок 1 – Обсяг експорту товарів з України

З кожним роком збільшується інтерес до відправок товарів у міжнародному сполученні у контейнерах. За 2018 рік у українських портах було перероблено 846,5 тисяч TEU. У тоннах вантажообіг контейнерних вантажів склав 10,9 млн. Показник перевалки контейнерів в 2018 році став рекордним за останнє десятиліття [3]. Ефективність та якість доставки збірних вантажів у контейнерах значно залежать від оптимізації процесів координації роботи різних видів транспорту, раціонального розподілу між ними обсягів перевезень, своєчасного формування необхідних управлінських рішень.

Аналіз існуючих рішень. На теперішній час зросли вимоги до якості доставки товарів, з одного боку, і жорсткість екологічних вимог до транспорту - з іншого, викликали розширення використання змішаних і головним чином збірних перевезень, а саме за допомогою LCL логістики (доставка збірних вантажів у контейнерах). [4]. Організація LCL логістики - доставка збірних вантажів повинна забезпечувати задоволення потреб клієнтів у перевезенні при високому рівні якості та можливо низьких витратах [5]. Райони України як і всього світу потребують постійних поставок різних ресурсів і товарів, вимагають доставки устаткування, матеріалів, промислових товарів і інших ресурсів невеликими партіями, оскільки споживання їх обмежено, а накопичення і зберігання неефективні [6, 7, 8, 9]. Важливе місце в транспортному обслуговуванні економіки займають перевезення збірних вантажів у міжнародному сполученні [10]. Таким чином, необхідно провести визначення ефективної схеми доставки збірних вантажів у міжнародному сполученні шляхом експериментальних досліджень.

Результати дослідження. Для проведення експерименту проводилися натурні дослідження проводилися під час проходження науково-дослідницької практики на ТОВ «Автомаг-Україна». У якості вихідних даних буде використовуватися потік замовлень за період проходження практики. У якості змінних виступають такі параметри потоку замовлень як обсяг замовлення вантажу, відстань перевезення вантажу територією України, інтенсивність надходження замовлень та відстань перевезення вантажу територією іноземних держав [11].

Для одержання найбільш достовірних даних про зміну значень параметрів технологічного процесу визначається необхідна кількість спостережень (табл.1).

Таблиця 1 – Результати розрахунків обсягу вибірки

Показники	Обсяг замовлення вантажу, т	Відстань перевезення вантажу територією України, км	Інтенсивність надходження замовлень, т/год	Відстань перевезення вантажу територією іноземних держав, км
Математичне очікування	5,05	555	8	415
Середньоквадратичне відхилення	1,65	181,67	2,33	21,67
Похибка розрахунків	0,2525	27,75	0,4	20,75
Обсяг вибірки	51	79	60	42

Використовуючи програму Statistica.exe, були проведені розрахунки по виявленню законів розподілу визначених параметрів вхідного потоку замовлень. Виходячи з [12], приймаємо для вхідних параметрів – нормальний закон розподілення випадкових величин, результати визначення характеристик яких представлено в якості прикладу на рис.1. Для всіх інших вхідних параметрів отримано підтвердження розподілу за нормальним законом параметрів впливу.

В результаті отриманих даних теоретичних досліджень, складено план експерименту для чотирьох параметрів, який складається з 16 серій. Користуючись даними моделі [11], були встановлені 4 фактори, які впливають на ефективність перевезення, а саме: обсяг замовлення вантажу (q_i), відстань перевезення вантажу територією України ($L_{пер.тУ}$), інтенсивність надходження замовлень (I_3), відстань перевезення вантажу територією іноземних держав ($L_{пер.ІД}$). Для розробки плану експерименту потрібно визначити мінімальні та максимальні значення, для отриманих параметрів розподілення.

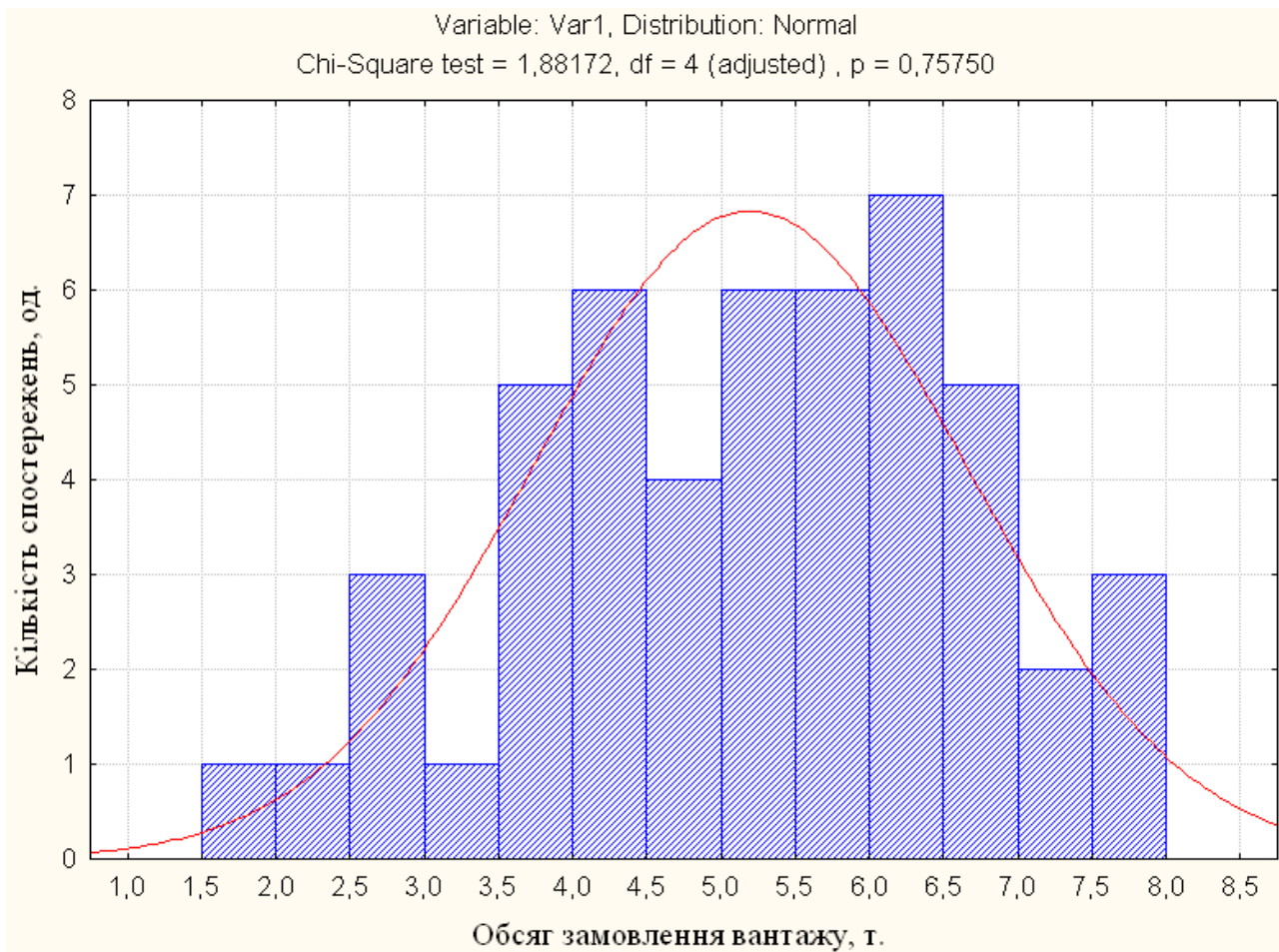


Рисунок 1 – Гістограма розподілу значень обсягу замовлення вантажу за нормальним законом розподілу

Для обсягу замовлення вантажу, що розподіляється за нормальним законом, мінімальне значення дорівнює 0,1 т та максимальне значення дорівнює 10 т , для відстані перевезення вантажу територією України, розподіленою за нормальним законом, мінімальне значення дорівнює 10 км та максимальне значення дорівнює 1100 км, для відстань перевезення вантажу територією іноземних держав, розподіленою за нормальним законом, мінімальне значення дорівнює 350 км та максимальне значення дорівнює 480 км, для інтенсивності надходження замовлень, розподіленою за нормальним законом розподілу, мінімальне значення дорівнює 1 т/год. та максимальне значення дорівнює 15 т/год (табл. 2).

Таблиця 2 – План експерименту з результатами отриманих даних

Серія дослідів	Рівні варіювання			
	Обсяг замовлення вантажу , т	Відстань перевезення вантажу територією України , км	Інтенсивність надходження замовлень, т/год.	Відстань перевезення вантажу територією іноземних держав, км
1	2	3	4	5
1	0,1	10	1	350
2	10	10	1	350
3	10	1100	1	350
4	10	1100	15	350
5	10	1100	15	480

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
6	0,1	1100	1	480
7	10	10	15	350
8	0,1	10	15	480
9	10	10	1	480
10	0,1	10	15	350
11	10	1100	1	480
12	10	10	15	480
13	0,1	10	1	480
14	0,1	1100	1	350
15	0,1	1100	15	350
16	0,1	1100	15	480

Результати експерименту за запропонованою методикою представлені на рис. 2.

**Витрати на
доставку, грн.**

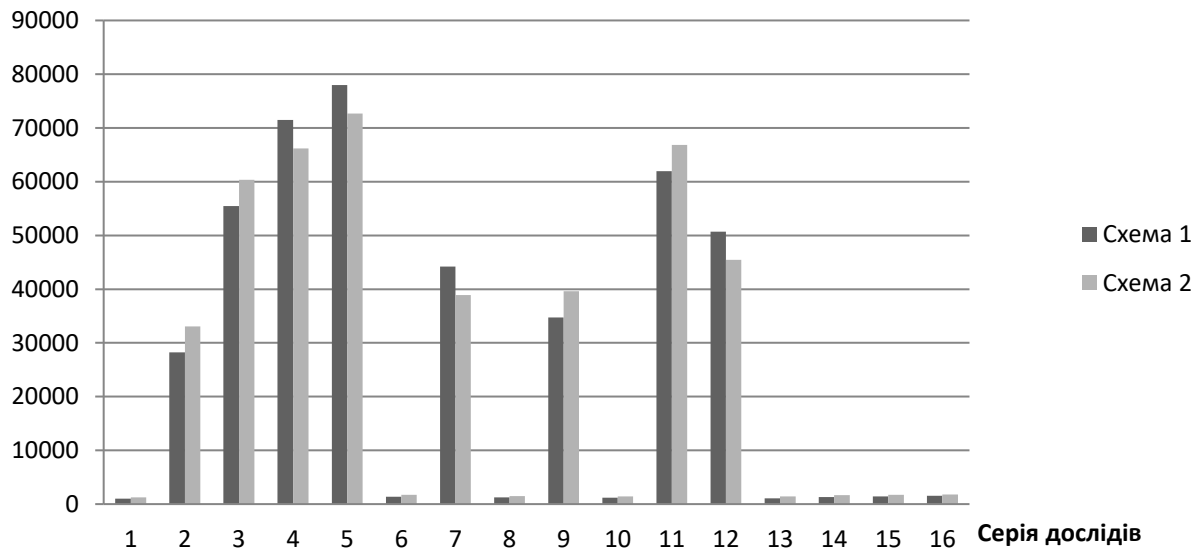


Рисунок 2 – Результати визначення витрат на доставку для двох схем

Із результатів бачимо, що у більшості серій дослідів найменші значення витрат у «Схема 1» – схема взаємодії учасників доставки збірних відправлень за участю терміналу регіону відправлення.

Висновки. На підставі аналізу параметрів потоку замовлень по ТОВ «Автомаг-Україна» з’ясовано, що значення обсяг замовлення вантажу, відстань перевезення вантажу територією України, інтенсивність надходження замовлень, відстань перевезення вантажу територією іноземних держав розподілені за нормальним законом розподілу випадкових величин. Розроблено повнофакторний план експерименту для чотирьох вхідних параметрів, який складається з шістнадцяти серій дослідів. При цьому були використані різні комбінації параметрів зовнішнього впливу з інтервалами варіювання обсягу замовлення вантажу, відстані перевезення вантажу територією України, інтенсивності надходження замовлень та відстані перевезення вантажу територією іноземних держав. В результаті проведення експерименту

отримали значення витрат на доставку збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні за запропонованими схемами. З яких визначено, що у більшій кількості серій дослідів найменш витратною є «Схема 1» – схема взаємодії учасників доставки збірних відправлень за участю терміналу регіону відправлення. На основі отриманих даних далі будуть побудовані регресійні моделі та перевірена ефективність запропонованих рішень.

Список літературних джерел

1. Державна служба статистики України [Електрон. ресурс]: <http://ukrstat.gov.ua/>
2. Експорт та імпорт 2018 – чим заробляємо, на що витрачаємо? [Електрон. ресурс]: <https://financer.com/ua/eksport-import-2018/>
3. Вантаж у контейнерах: максимум за останні 10 років України [Електрон. ресурс]: https://cfts.org.ua/articles/gruz_v_konteynerakh_maksimum_za_poslednie_10_let_1508/106738
4. FM Logistic вышла на рынок морских контейнерных перевозок Украины [Електрон. ресурс]. – http://cfts.org.ua/news/fm_logistic_vyshla_na_rynok_morskikh_konteynerykh_perevozok_ukrainy_24232
5. Международные перевозки. Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / [Курганов В.М., Миротин Л.Б.] / - М.: Издательский центр Академия, 2011. - 304 с.
6. Velykodnyi, D., Pavlenko, O. (2017). The choice of rational technology of delivery of grain cargoes in the containers in the international traffic. International journal for traffic and transport engineering, Vol.7(2), P. 164-175.
7. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O., Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., Lysenko, S., Holub, D., Vovk, Y., Dzyura, V., Sokol, M. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 21(2), P. 3-12.
8. Shramenko, N., Pavlenko, O., Muzylyov, D. (2019). Information and Communication Technology: Case of Using Petri Nets for Grain Delivery Simulation at Logistics System, CEUR Workshop Proceedings, 2353, P. 935-949.
9. Копытков, D. An approach to determine the rational scheme of delivery for the international consolidated shipments. / D. Копытков O. Pavlenko // Комунальне господарство міст. 2019. № 147 (1). С. 35-41.
10. Б.А. Опанчук // Развитие контейнерных перевозок в Украине: проблемы и пути их решения / Економічні інновації: Зб. наук. пр. – Одеса: ІПРЕЕД НАН України, 2009. – Вип. 39. – С.72-78.
11. Павленко О.В., Шарий С.В. Підхід до визначення критерію вибору ефективної схеми доставки збірних вантажів у контейнерах у міжнародному сполученні. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Підвищення надійності машин і обладнання». м. Кропивницький, ЦУНТУ. 2019. С. 273-275
12. Наумов В.С. Основи наукових досліджень (методи, задачі, приклади): Навч. посібник. / Павленко О.В., Наумов В.С., Шраменко Н.Ю., Потапенко А.В. Х.: ХНАДУ, 2014. 154 с.

Павленко Олексій Вікторович – к.т.н., доцент, доцент кафедри транспортних технологій, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: tppv@ukr.net

Шарий Сергій Віталійович – студент факультету транспортних систем, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Подригало М. А., д.т.н., проф.; Подригало Н. М., д.т.н., доц.;
Бобошко О. А., д.т.н., доц.; Коряк О. О., к.т.н., доц.

ВІБРОСТІЙКІСТЬ МОТОРНО-ТРАНСМІСІЙНИХ УСТАНОВОК З ДВИГУНАМИ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

В роботі запропоновано метод, що дозволяє проводити оцінку і забезпечувати вібростійкість моторно-трансмiсійних установок з двигуном внутрішнього згорання. Встановлено вимоги, що стосуються вибору пружно-інерційні характеристик трансмісії в залежності від характеристик ДВЗ

Вступ. Коливальні процеси в моторно-трансмiсійних установках автомобілів і тракторів обумовлені нерівномірністю крутного моменту двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Нерівномірність крутного моменту залежить від ряду характеристик: кількості циліндрів, тактності двигуна, кутової швидкості колінчастого вала, моменту інерції обертових мас тощо. В свою чергу, крутний момент двигуна в кожний момент часу врівноважується сумарним моментом опору, а також моментом сил інерції зведених до колінчастого валу обертових мас.

Відносні кутові коливання зосереджених і розподілених мас на валах призводять до виникнення крутильних коливань, що є причиною додаткових циклічних навантажень, а також знижують коефіцієнт корисної дії (ККД) трансмісії. Негативні наслідки крутильних коливань зростають з наближенням частоти вимушених коливань, джерелом яких є двигун, до частоти власних крутильних коливань валів трансмісії, тобто за умови виникнення резонансних коливань. Щоб запобігти появі резонансних коливань необхідно уникати рівності вказаних частот. Для цього потрібно на етапі проектування узгодити пружно-інерційні характеристики трансмісії з параметрами наявного ДВЗ.

Стан питання та мета дослідження. Дослідженню динаміки машинних агрегатів присвячено значну кількість наукових робіт [1-5]. Пропонується розділити всі ланки кінематичного ланцюга трансмісії за видами накопиченої та розсіяної енергії на інерційні, пружні і дисипативні. В ряді робіт [6-10] показано, що пружні та інерційні ланки істотно впливають на динаміку і ККД машинного агрегату з двигуном внутрішнього згорання.

У дослідженні [6] показано, що причиною виникнення енергетичних втрат в трансмісії при коливаннях крутного моменту є наявність відбитих хвиль пружних коливань валів. Це дозволило автору роботи [6] визначити коефіцієнт корисної дії трансмісії, який названий пружним цикловим ККД

$$\left(\eta_{\text{тр}}^{\text{пр}}\right)_{\text{цикл}} = 1 - \frac{A_{\text{м}} \left(1 - \frac{A_{\text{м}}}{2\bar{M}_i}\right)}{\pi I_{\text{зв}} \bar{\omega}_e \omega_{\text{м}} \left(\frac{k^2}{\omega_{\text{м}}^2} - 1\right)}, \quad (1)$$

где $A_{\text{м}}$ – амплітуда коливань індикаторного крутного моменту двигуна [6],

$$A_{\text{м}} = 0,5 K_1 \bar{M}_i; \quad (2)$$

где \bar{M}_i – середнє за цикл коливань значення індикаторного крутного моменту;
 $\bar{\omega}_e$ – середнє за цикл коливань значення кутової швидкості колінчастого вала; $i_{\text{ц}}$ – число циліндрів ДВЗ; K_1 – коефіцієнт нерівномірності крутного моменту [6],

$$K_1=0,08+14,44/i_{ц}; \quad (3)$$

где ω_m – кругова частота коливань індикаторного крутного моменту ДВЗ,

$$\omega_m = 0,5\bar{\omega}_e i_{ц}; \quad (4)$$

где k – кругова частота вільних (власних) коливань системи «двигун-трансмiсія-ведучі колеса-опорна поверхня-поступальна маса машини»,

$$k = \sqrt{c_{зв} / I_{зв}}; \quad (5)$$

где $c_{зв}$ – зведена до колінчастого валу ДВЗ жорсткість розглянутої коливальні системи; $I_{зв}$ – зведений до колінчастого валу ДВЗ момент інерції обертових мас двигуна і трансмісії, а також мас машини, що рухаються поступально.

В роботі [6] також показано, що, як впливає з виразу (1), за умови

$$k = \omega_m \quad (6)$$

настає резонанс коливань, при якому $(\eta_{тр}^{пр})_{цикл} \rightarrow -\infty$. Такий стан коливальної системи є вібронестійким. Проте при цьому не визначені умови забезпечення вібростійкості моторно-трансмісійних установок і не дані рекомендації щодо раціонального вибору частоти власних коливань трансмісії при даній кількості циліндрів ДВЗ.

Таким чином, метою дослідження є забезпечення високого рівня енергоефективності машинних агрегатів з ДВЗ шляхом підвищення ККД за рахунок раціонального вибору частоти вільних (власних) коливань трансмісії.

Визначення умов забезпечення вібростійкості трансмісії. Вираз (1), з урахуванням (2) і (4), прийме вид

$$(\eta_{тр}^{пр})_{цикл} = 1 - \frac{\bar{M}_i}{I_{зв}} \frac{i_{ц} K_1 (1 - 0,25 K_1)}{4\pi(k^2 - \omega_m^2)}. \quad (7)$$

Вібростійкість моторно-трансмісійної установки буде забезпечена при знаходженні циклового пружного ККД в межах

$$0 < (\eta_{тр}^{пр})_{цикл} \leq 1. \quad (8)$$

З умови $(\eta_{тр}^{пр})_{цикл} > 0$ визначимо

$$\frac{I_{зв}}{\bar{M}_i} (k^2 - \omega_m^2) > \frac{i_{ц} K_1 (1 - 0,25 K_1)}{4\pi}. \quad (9)$$

З умови $(\eta_{тр}^{пр})_{цикл} < 1$ отримаємо нерівність

$$\frac{\bar{M}_i}{I_{зв}} \frac{i_{ц} K_1 (1 - 0,25 K_1)}{4\pi(k^2 - \omega_m^2)} > 0. \quad (10)$$

Нерівність (10) виконується в двох випадках:

$$\begin{cases} 1 - 0,25 K_1 > 0; \\ k - \omega_m > 0, \end{cases} \quad (11)$$

а також

$$\begin{cases} 1 - 0,25K_1 < 0; \\ k - \omega_M < 0. \end{cases} \quad (12)$$

Аналізуючи системи нерівностей (11) і (12), можна зробити наступні висновки:

– при $K_1 < 4$ моторно-трансмісійна установка повинна бути спроектована так, щоб $\omega_M < k$;

– при $K_1 > 4$ моторно-трансмісійна установка повинна бути спроектована так, щоб $\omega_M > k$.

Враховуючи, що моторно-трансмісійна установка може працювати в дорезонансній, або в зарезонансній зонах (в залежності від k і ω_M), та позначивши

$$\chi = \frac{I_{зв}}{M_i} |k^2 - \omega_M^2|, \quad (13)$$

отримаємо умову (9) в вигляді

$$\chi > \frac{i_{ц} K_1 |1 - 0,25K_1|}{4\pi}. \quad (13)$$

Права частина нерівності (13) являє собою мінімально допустиме значення $\chi = \chi_{\min}$, яке, в свою чергу, є критерієм вібростійкості моторно-трансмісійної установки. Таким чином

$$\chi_{\min} = \frac{i_{ц} K_1 |1 - 0,25K_1|}{4\pi}. \quad (14)$$

Згідно з (3) коефіцієнт нерівномірності крутного моменту K_1 є функцією числа циліндрів $i_{ц}$. Тому χ_{\min} зручно представити в вигляді функції $i_{ц}$. На рис. 1 наведено графік залежності $\chi_{\min} = \chi_{\min}(i_{ц})$. Штрихуванням показана зона вібронестійкості моторно-трансмісійної установки.

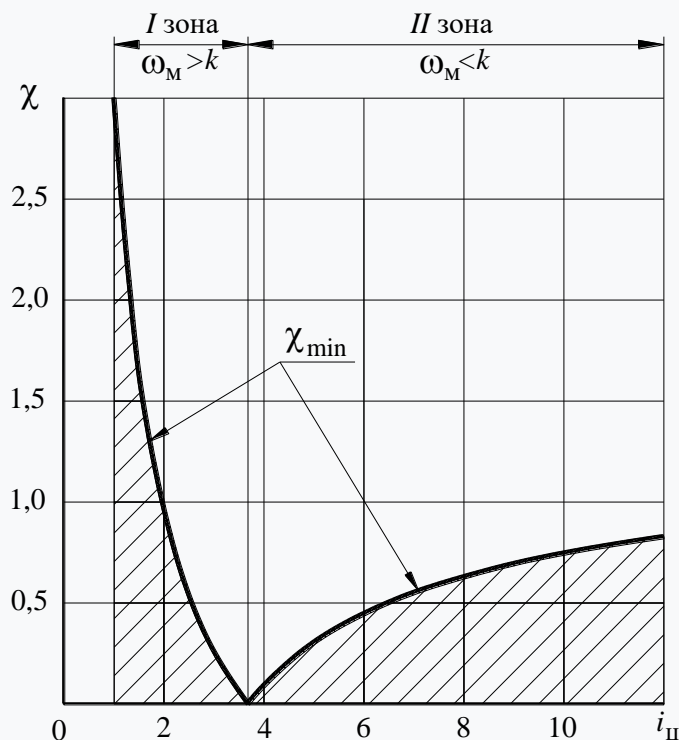


Рисунок 1 – Зона вібронестійкості моторно-трансмісійної установки з ДВЗ
I – зарезонансна зона; II – дорезонансна зона

Висновки.

1. Запропонований метод дозволяє здійснювати оцінку та забезпечувати вібростійкість машинних агрегатів з двигунами внутрішнього згоряння.
2. На підставі раніше отриманого виразу для циклового пружного ККД трансмісії, що знаходиться в агрегаті з ДВЗ, визначено умови забезпечення вібростійкості моторно-трансмісійної установки. Встановлено вимоги до вибору пружно-інерційних параметрів трансмісії.
3. Введені узагальнені параметри χ і χ_{\min} дозволили визначити зону вібростійкості машинних агрегатів з різною кількістю циліндрів ДВЗ.

Список літературних джерел

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин / И. И. Артоболевский. – М.: Наука, 1975. – 639 с.
2. Вейц В. Л. Динамика машинных агрегатов / В. Л. Вейц. – М. – Л.: Машиностроение, 1969. – 370 с.
3. Комаров М. С. Динамика механизмов и машин / М. С. Комаров. – М.: Машиностроение, 1969. – 296 с.
4. Вейц В. Л. Динамика машинных агрегатов с двигателями внутреннего сгорания / В. Л. Вейц, А. Е. Кочура. – Л.: Машиностроение. Ленинградское отделение, 1976. – 384 с.
5. Кожевников С. Н. Динамика машин с упругими звеньями / С. Н. Кожевников. Монография. – К.: Изд-во АН УССР, 1961. – 160 с.
6. Подригало Н. М. Концепция обеспечения эффективности и контроля функциональной стабильности моторно-трансмиссионных установок транспортно-тяговых средств: дис. на соиск. ученой степени доктора техн. наук: 05.22.20 / Подригало Надежда Михайловна. – Харьков, 2016. – 408 с.
7. Подригало М. А. Динамика разгона и коэффициент полезного действия легкового автомобиля / М. А. Подригало, Д. М. Клец, А. Н. Мостовая, О. А. Назарько // Механіка та машинобудування. Науково-технічний журнал. – Харків: НТУ "ХПІ", 2009. – №2. – С. 56-63.
8. Лепешкин А. В. Показатели оценки эффективности передачи и преобразование энергии трансмиссией и двигателем колесной машины / А. В. Лепешкин // Тракторы и сельхозмашины. – М., 2014. – №11. – С. 29-35.
9. Смирнов В. И. Коэффициент полезного действия трактора / В. И. Смирнов // Тракторы и сельхозмашины. – М., 2007. – №1 – С. 23-25.
10. Подригало М. А. Влияние неравномерности крутящего момента двигателя внутреннего сгорания на энергетическую экономичность колесных транспортных средств / М. А. Подригало, А. С. Полянский, Н. М. Подригало, Д. В. Абрамов // Залізничний транспорт України: науково-практичний журнал. – 2015. – №6(115). – С. 40-46.
11. Гухман А. А. Введение в теорию подобия / А. А. Гухман. – М.: Высшая школа, 1963. – 255 с.

Подригало Михайло Абович – д. т. н., професор, завідувач кафедри технології машинобудування та ремонту машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: pmikhab@gmail.com

Подригало Надія Михайлівна – д. т. н., доцент, доцент кафедри інженерної та комп'ютерної графіки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Бобошко Олександр Андрійович – д. т. н., доцент, професор кафедри деталей машин і теорії механізмів і машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Коряк Олександр Олексійович – к. т. н., доцент, доцент кафедри деталей машин і теорії механізмів і машин, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: alexanderalexkor@gmail.com

Поляков А. П., д.т.н., проф.; Мірний С. І.

ВИБІР КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РОБІТ З ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

Головним критерієм, що дозволить визначити ефективність застосування методу визначення необхідної номенклатури та кількості запасних частин для проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту вантажних автомобілів є економія витрат

При прогнозуванні кількості та номенклатури запасних частин в групових та ремонтних комплектах для проведення робіт з обслуговування і відновлення вантажних автомобілів (ВА) за критерій оптимальності приймаємо мінімум сумарних витрат

Запропонований підхід ґрунтується на врахуванні всіх видів витрат (по кожній позиції номенклатури), пов'язаних з управлінням запасами запасних частин. Тому цільову функцію, яка характеризує сумарні витрати по забезпеченню ремонтних підрозділів ВА необхідною кількістю запасних частин відповідної номенклатури можна записати у вигляді формули:

$$C_{\Sigma} = \sum C_{л} + \sum C_{м} \Rightarrow \min, \quad (1)$$

де $\sum C_{л}$ – сумарні логістичні витрати, пов'язані з придбанням $C_{пр}$ і зберіганням $C_{зд}$ необхідної кількості запасних частин відповідної номенклатури; $\sum C_{м}$ – матеріальні втрати, які викликані відсутністю необхідних запасних частин, спричинені додатковими непередбаченими простоями ВА.

Витрати, пов'язані з придбанням необхідної кількості запасних частин відповідної номенклатури:

$$C_{np} = \sum_{j=1}^m C_j \cdot \left(\sum_{i=1}^k x_{ij} \cdot \Delta t_i \right), \quad (2)$$

де C_j – затрати на зберігання j -ї деталі в складі групових та ремонтних комплектів ВА на протязі проміжку часу; x_{ij} – обсяг запасу j -х деталей в момент поставки i -ї партії необхідних запасних частин; Δt_i – розрахунковий проміжок часу між i -ю та $(i+1)$ партіями поставок запасних частин; k – кількість інтервалів між поставками.

Витрати, пов'язані із зберіганням необхідної кількості запасних частин відповідної номенклатури:

$$C_{зб} = \sum_{i=1}^k \left(\sum_{j=1}^m C_{1j} \cdot \lambda_j(t_i) \cdot \Delta t_i \right), \quad (3)$$

де C_{1j} – витрати на придбання та доставку j -ї запасної частини; $\lambda_j(t_i)$ – інтенсивність відмов деталей j -го найменування під час експлуатації ВА однієї номенклатури на протязі проміжку часу Δt_i .

Матеріальні втрати підприємства, які викликані відсутністю необхідних запасних частин, спричинені додатковими непередбаченими простоями ВА, пропонується визначати за формулою:

$$C_m = C_n \cdot T_o \cdot P_k, \quad (4)$$

де C_n – матеріальні втрати підприємства на протязі 1 року, викликані простоем рухомого складу; T_o – час простою ВА через відсутність необхідних запасних частин; P_k – імовірність не своєчасного виконання завдань, яка викликана відсутністю необхідної кількості запасних частин.

Застосування в якості критерію ефективності сумарні витрати по забезпеченню групових та ремонтних комплектів необхідною кількістю запасних частин відповідної номенклатури дозволить порівняти існуючі та запропонований методи визначення номенклатури та кількості запасних частин в складі групових і ремонтних комплектів для ремонтних підрозділів.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор, професор кафедри автомобілів транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Мірний Сергій Іванович – студент, Вінницький національний технічний університет

Поляков А. П., д.т.н., проф.; Мороз Л. В.

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Розглядаються фактори, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів, та надається якісна оцінка їх впливу на функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів

Фактори, які впливають на саму систему технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів (ТЗ) можливо поділити на зовнішні і внутрішні.

До зовнішніх факторів, які впливають на функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ належать:

- особливості застосування ТЗ при виконанні транспортної роботи;
- фізико-географічні та кліматичні умови району виконання перевезень.

Кліматичні умови проявляються в метеорологічному впливі температури, вологості і тиску повітря, а також домішок у повітрі у вигляді пилу, піску, солей і кислот.

Висока температура впливає на погіршення властивостей гумотехнічних виробів, зменшує термін їх роботи. Вплив світла на матеріали визначається головним чином у хімічному розкладанні деяких органічних матеріалів – пластмас, фарби, матерії, гумотехнічних виробів.

Вплив вологи визначається не тільки втратами металу і зниженням механічної міцності через корозію, а і зменшенням опору ізоляції електропроводки, погіршенням термоізоляційних якостей матеріалів, зменшенням точності і скороченням термінів роботи механізмів.

Таким чином перераховані зовнішні фактори безпосередньо впливають на особливості функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ.

До внутрішніх факторів, які впливають на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ належать:

- надійність зразків ТЗ;
- кваліфікація обслуговуючого персоналу;
- технічний стан ТЗ.

Під надійністю розуміють властивість ТЗ виконувати задані функції, зберігаючи при цьому у часі значення встановлених експлуатаційних показників в заданих межах, які відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання та транспортування. Значення надійності фактично полягає в збереженні тактико-технічних показників засобів в процесі експлуатації. Надійність машини закладається ще на перших трьох етапах її життєвого циклу: при дослідженні і обґрунтуванні, при розробці та при виробництві, і підтримується на наступних четвертому та п'ятому етапах – при експлуатації та капітальному ремонті. Але завжди існували та будуть існувати такі поняття як конструктивні недоліки і технологічні причини виходу із строю ТЗ які впливають на їх технічний стан та призводять до виникнення відмов.

Наступний внутрішній фактор, який впливає на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ, є кваліфікація обслуговуючого персоналу. Вихід ТЗ із строю в результаті низької підготовленості особового складу, що приводить до порушення правил експлуатації, та як наслідок до виникнення відмов, носить випадковий характер але

періодично трапляється. З підвищенням кваліфікації водіїв та обслуговуючого персоналу ремонтних підрозділів кількість відмов по даному фактору буде не значною.

Одним з головних факторів, який впливає на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ є технічний стан зразків, який, в свою чергу, залежить в основному від їх напрацювання з початку експлуатації, терміну перебування в експлуатації та терміну утримання на зберіганні.

На технічний стан, а в свою чергу і на ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ, поряд з іншими факторами, суттєво впливає напрацювання їх з початку експлуатації і термін перебування в експлуатації.

Із збільшенням напрацювання і терміну перебування ТЗ в експлуатації під дією експлуатаційних факторів через знос, старіння, розвиток корозійних процесів, тощо у системах, вузлах і агрегатах відбуваються безповоротні процеси погіршення їх технічного стану, що спричиняє виникнення відмов у роботі.

Таким чином, всі вище перераховані фактори, в більшій чи меншій ступені, впливають на необхідність розробки організаційних та технічних заходів щодо підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ. Ці заходи можуть оцінюватися тривалістю проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту ТЗ, яка в свою чергу є оціночними показниками функціонування системи технічного обслуговування і ремонту ТЗ.

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., професор кафедри автомобілів транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Мороз Лариса Василівна – викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет

*Сакно О. П., к.т.н., доц.; Колеснікова Т. М., к.т.н., доц.;
Олло В. П., к.пед.н., доц.; Медведєв Є. П., к.т.н., доц.*

МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З УРАХУВАННЯМ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Застосування структурного синтезу, дозволило запропонувати основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів. Технології нового покоління характеризуються оптимальними характеристиками, що обумовлені основними признаками (або властивостями), особливостями автомобіля і забезпеченням системи обслуговування. В результаті моделювання зміни технічного стану отримана функція стану, що дає узагальнений опис контрольованих процесів в системах автотранспортних засобів

Вступ. Під технічним станом автотранспортного засобу (АТЗ), слід розуміти сукупність схильних до зміни властивостей АТЗ, які характеризуються в певний момент часу ступенем відповідності фактичних значень показників і (або) якісних ознак, встановленим в нормативно-технічних документах.

Зміна технічного стану об'єкта визначається значеннями діагностичних (контрольованих) параметрів.

Вибір найбільш інформативних параметрів об'єкта діагностування може починатися тільки після дослідження явищ, що протікають в об'єкті, і наявності хоча б наближеного опису контрольованих процесів.

Контроль об'єкта як динамічної системи зазвичай розглядають як реакцію на вхідні ті, хто підбурюють та управляють [1-2]. У такій схемі, заснованій на принципі «вхід-вихід», контроль і оптимізація роботи об'єкта здійснюється на основі зв'язків між вхідними змінними, за які вживаються всі зовнішні, що обурюють (умови експлуатації) та управляючі (з боку оператора і керуючих пристроїв) і вихідні змінні.

Метою роботи є запропонувати основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів та узагальнити опис контрольованих процесів, що протікають в системах автотранспортних засобів.

Аналіз існуючих рішень. Сучасне сервісне обслуговування АТЗ посідає таке саме почесне місце, як і класичні інструменти – рекламування товару виробника, стимулювання продажу товару за певних умов, робота з громадськістю і персональний продаж. Розвиток якісного, відповідно до сучасних вимог споживача, сервісного обслуговування протягом усього життєвого циклу АТЗ розглядається як передумова створення нових технологій для технічного обслуговування і ремонту (ТОіР) АТЗ.

На етапі моделювання технології технологічного процесу виникає питання вибору прогресивної раціональної або оптимальної технології, саме технологічного процесу і технологічної системи.

В даному випадку вибір раціонального або оптимального варіанту технології полягає в генеруванні множини варіантів рішення і вибір із множини спочатку деякої підмножини перспективних рішень, а потім і раціонального або оптимального варіанту технологічного рішення. Для вибору раціонального або оптимального варіанту використовують методи спрямований пошук [1]. Процес прийняття необхідного технологічного рішення в процесі проведення ТОіР АТЗ завершується вибором єдиного домінуючого варіанту технології, який виконується на основі загальних та часткових законів, що діють в АТЗ. Для прийняття даного

рішення виступає попереду ситуація з характерними властивостями (рівень конструкція АТЗ, рівень його технічного стану на всіх етапах життєвого циклу, рівень підприємства тощо), а також наявність інформація щодо прогресивної технології або можливість її використання.

Результати дослідження. Основні характеристики прогресивних технологій надано структурною схемою на рис. 1. Вона має ієрархічну структуру і містить основні признаки (властивості) АТЗ, особливості конструкції АТЗ та напрями забезпечення ефективної експлуатації АТЗ.

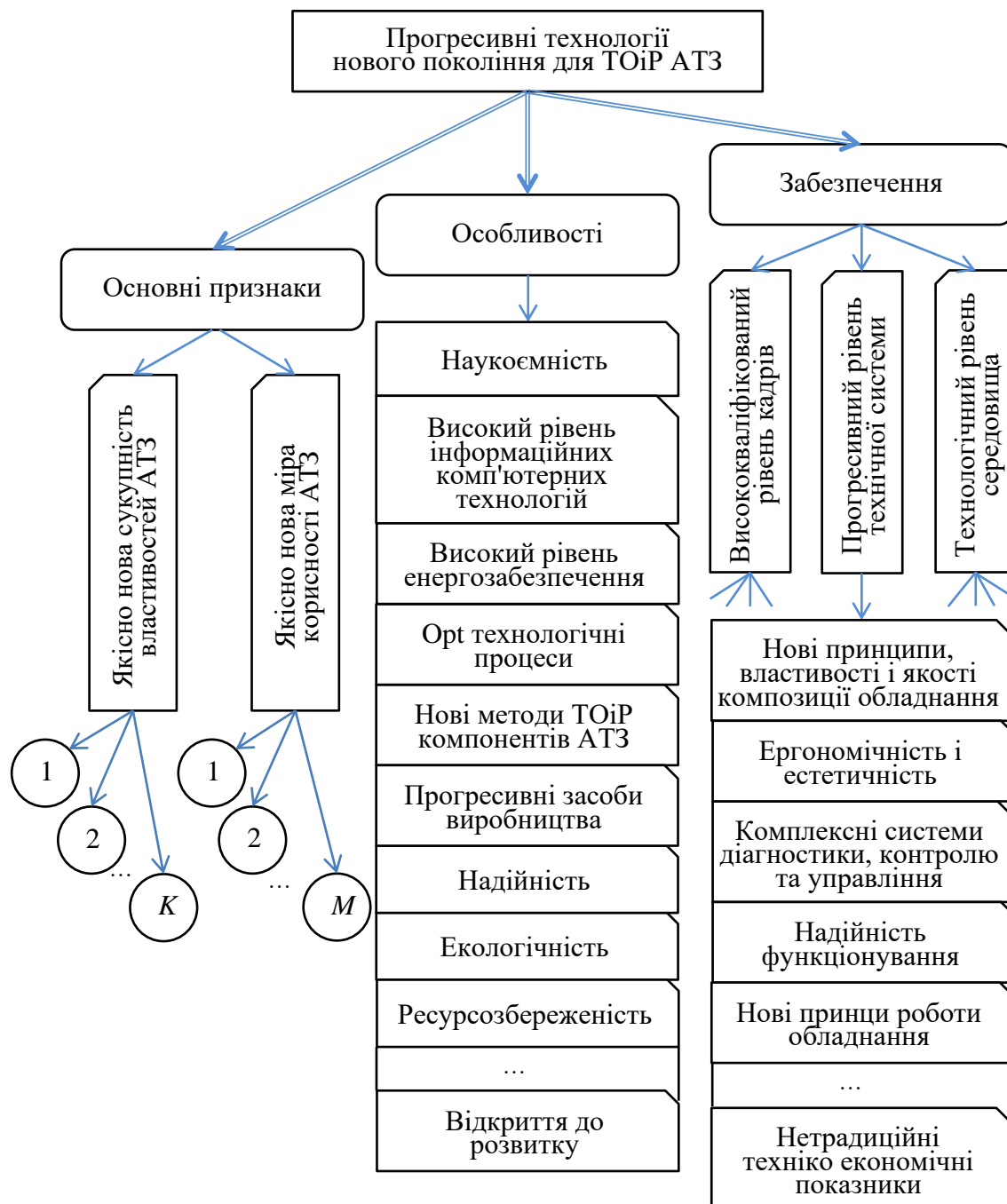


Рисунок 1 – Основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі ТОіР АТЗ

Міркувати про прогресивні нові технології в системі ТОіР АТЗ потрібно по кінцевому результату, а саме по надійності АТЗ. На основі цього основні признаки за рис. 1 мають наступні категорії:

- якісно нова сукупність властивостей АТЗ або його компонентів (причина);
- якісно нова міра корисності компонентів АТЗ (наслідок).

Створені прогресивні технології нового покоління мають нові базові особливості. Основні з них зв'язані з високою наукоємністю їх створення, складністю реалізації і функціонування. Потрібен високий рівень інформаційних комп'ютерних технологій, оптимальний рівень енергозабезпечення. Моделювання нових технологій повинно базуватися на оптимальних технологічних процесів, при цьому використовуються нові методи ТОіР компонентів, агрегатів, АТЗ в цілому. Використовуються прогресивні засоби виробництва. Створені технології повинні мати високу стійкість та надійність функціонування за заданим маршрутом технологічного процесу. Усе це повинно бути детально пророблено на основі нових підходів в моделюванні і забезпечення екологічності та ресурсозбереженості. Разом з цим створена технологія повинна буди відкрита до розвитку та мати можливість еволюціонувати і модифікувати згідно зі зовнішніми умовами, що змінюються. Крім того прогресивні технології можуть мати ряд інших особливостей, що відносяться до спеціальних питань їх моделювання.

Для створення прогресивних технологій нового покоління необхідно нетрадиційне забезпечення [3], а саме: висококваліфікований рівень кадрів, прогресивний рівень технічної системи та технологічний рівень середовища. В даному випадку моделювання технологічних систем повинно визначатися кон'юктурою ринку; базуватися на нових принципах, властивостях і якостях композиції обладнання ТОіР АТЗ. Створені технологічні системи повинні мати ергономічність і естетичність, високу надійність функціонування, Для цього широко повинні використовуватися комплексні системи діагностики, контролю та управління обладнанням ТОіР, а також нові принципи роботи обладнання, Такий комплексний підхід дозволяє використовувати нетрадиційні техніко-економічні показники.

Характеристичні показники якості створеної нової технології мають наступний вираз:

$$\left. \begin{aligned} C(t_k) &= \sum_{i=1}^z \sum_{j=1}^v C_{ij}(t_k) = K(t_k) \rightarrow \min(t_k) \\ C_{ij}(t_k) &= C(S_{ij}) + C(E_{ij}) + C(I_{ij}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де $C(t_k)$ – загальна вартість витрат на усі об'єкти рівнів ієрархії макросистеми, в момент часу t_k ; $C_{ij}(t_k)$ – вартість життєвого циклу j -го об'єкту на i -м ієрархічному рівні макросистеми момент часу t_k ; $C(S_{ij}), C(E_{ij}), C(I_{ij})$ – вартість множини витрат матеріального, енергетичного і інформаційного типів, відповідно; v – кількість об'єктів на i -м ієрархічному рівні макросистеми; z – кількість ієрархічних рівнів макросистеми; $K(t_k)$ – оптимальний функціонал мінімізуючий витрати ($\min(t_k)$) в момент часу t_k .

Таким чином технології нового покоління характеризуються оптимальними характеристиками. Вони обумовлені основними признаками, особливостями і забезпеченням.

Наприклад, системи нового покоління: система Predictive Powertrain Control (PPC) - вантажівка активно гальмує та прискорює, розпізнає дорожні знаки та залучає відповідну стратегію переміщення; eActros - електричний вантажний автомобіль Mercedes Trucks; driver-assistance systems (ADAS) - самостійно ініціює повне аварійне гальмування (Level 2 автоматичного водіння) [4-6] тощо. Вони потребують сучасного нового підходу при проведенні ТОіР.

Таким чином, зміна технічного стану і контроль працездатності АТЗ контролю можна представити у вигляді системи (рисунок 2), на вході якої діють векторні функції:

1. Умови експлуатації $S = [s_1(t), \dots, s_n(t)]$.
2. Управління системою ТОіР АТЗ $U = [u_1(t), \dots, u_m(t)]$.
3. Внутрішні зв'язки системи $\Phi = [\phi_1(t), \dots, \phi_r(t)]$.

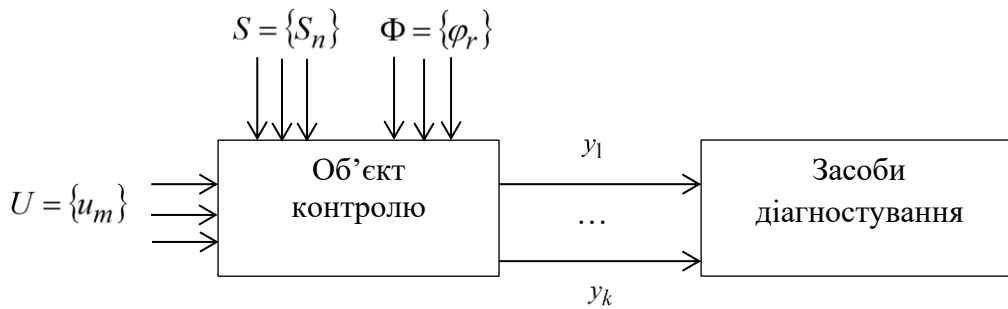


Рисунок 2 - Схема впливу факторів, що впливають на стан об'єкта:

$S = \{S_n\}$ - умови експлуатації; $U = \{u_m\}$ - управління системою ТОiP АТЗ;
 $\Phi = \{\varphi_r\}$ - внутрішні зв'язки системи; y_k - вихідні параметри k -системи для діагностування

Це означає, що на об'єкт контролю діє n - обурені, m - керуючі і l - внутрішні впливи, які є функцією якого-небудь аргументу t , наприклад, часу або пробігу. Для АТЗ аргументом t є пробіг.

При цьому функція $S(t)$ характеризує зовнішні впливи: характеристики дороги, кліматичні впливи, навантаження. Внутрішні зміни характеризуються вектором $\Phi(t)$, що відображає вплив старіння і зносу.

Вихідні змінні утворюють також векторну (k -мірну) функцію $Y = [y_1(t), \dots, y_k(t)]$, компонентами якої є всі контрольовані параметри.

Вихідні параметри $Y(t)$ відображають відповідність поточного стану контрольованих об'єктів вимогам нормативної документації і залежність від вхідних впливів $\Phi(t)$, $U(t)$ і $S(t)$.

Тоді задача контролю на початковому етапі зводиться до розпізнавання приналежності цієї функції до одного з двох класів: S_1 - об'єкт справний або S_2 - об'єкт несправний.

Тут і надалі під об'єктом контролю розуміється агрегат, вузол або складова частина машини, що характеризуються великою кількістю контрольованих параметрів, за якими автоматично ідентифікується вид технічного стану. При цьому, деякі параметри можуть характеризувати технічний стан як однієї складальної одиниці, так і декількох одночасно, або автомобіля в цілому.

При стаціонарному діагностуванні автомобілів, а відповідно і об'єкти контролю намагаються помістити в жорстко фіксовані умови, але, як правило, при цьому не вдається повністю стабілізувати все навантажувальні і швидкісні режими стендів. Тому стан входів і виходів є деякими, в загальному випадку, випадковими функціями часу і для опису стану об'єкта необхідно використовувати функціонали від них.

Таким чином, при контролі доцільно контролювати два динамічних процесу - вхідний і вихідний.

Вище було показано, що об'єкт має вихідну функцію Y , характеристики якої залежать від Φ , U і S . Цей вектор піддається виміру. При цьому на нього впливає вектор $Z = [z_1, \dots, z_s]$, який вносить похибки в процес вимірювання.

В результаті вектор Y залежить від чотирьох аргументів:

$$Y = F_{\varphi}(U, \Phi, S, Z), \varphi = \overline{1, M} \quad (2)$$

Працездатність об'єкта, як відомо [3], характеризує його здатність виконувати задані функції в певних умовах експлуатації. При цьому працездатність об'єкта характеризується таким технічним станом, при якому в даний момент часу (пробігу АТЗ) параметри вектора Y знаходяться в межах, встановлених нормативно-технічною документацією

$$Y_{\phi}(U, \Phi, S, Z) \leq Y_{\phi}^* \quad (3)$$

де Y_{ϕ}^* - гранична межа заміру для ϕ -го параметру.

Нерівність (3) виділяють в просторі, що характеризує працездатність об'єкта, область G , де може змінюватися вектор Y . Зміна вектора всередині області G безпосередньо залежить від характеру U, Φ, S, Z .

При описі фізичних процесів, що протікають в об'єкті, вплив вектора Z не враховується.

Зміна стану об'єкта може бути представлено значеннями деякої, в загальному випадку, векторної функцією W [1], яку в подальшому будемо називати функцією стану або просто станом об'єкта.

До сукупності контрольованих параметрів, що входять в функцію стану, і до форми функції пред'являються різні вимоги. Серед них - вимога необхідної повноти надання зміни технічного стану об'єкта. Це означає, будь-яке розходження в стані об'єкта повинно бути відображено в зміні значення аргументу. Тоді функція стану повинна бути:

$$W(Y) = W \left(Y_0 + \frac{1}{1!} \sum_1^j W' \cdot \Delta y_j + \frac{1}{2!} \sum_1^j W'' \cdot \Delta y_j^2 + \dots \right) \quad (4)$$

або

$$W(Y) = W \left(Y_0 + \frac{1}{1!} \sum_1^j \frac{dW}{dy_j} \cdot \Delta y_j + \frac{1}{2!} \sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2} \cdot \Delta y_j^2 + \dots \right), \quad (5)$$

де Y_0 - сукупність номінальних значень контрольованих параметрів об'єкта контролю; j - кількість контрольованих параметрів.

Не гаючи спільності, функцію стану можна визначити таким чином, щоб виконувалася умова:

$$W(Y_0) = 0. \quad (6)$$

У цьому випадку функція стану буде визначатися збільшенням всіх її аргументів щодо їх номінальних значень:

$$W(Y) = W(Y_0 + \Delta Y) = \frac{1}{1!} \sum_1^j \frac{dW}{dy_j} \cdot \Delta y_j + \frac{1}{2!} \sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2} \cdot \Delta y_j^2 + \dots \quad (7)$$

Для різних форм аналізу доцільно залишення в розкладанні (7) тільки члена з першим приріст. Умовою допустимості такого обмеження числа розкладання є співвідношення:

$$\sum_1^j \frac{dW}{dy_j} \cdot \Delta y_j \gg \sum_1^j \frac{d^2W}{dy_j^2} \cdot \Delta y_j^2 \quad (8)$$

Природно, що члени розкладання з більш високими ступенями збільшень покладаються і поготів малими. Тоді:

$$W = \sum_1^j \frac{dW}{dy_j} \cdot \Delta y_j \quad (9)$$

Функцію стану W у формулі (9) можна представити як суму збільшень аргументів:

$$W = \sum_1^j \beta_j \cdot \Delta y_j \quad (10)$$

Кожне з збільшень аргументів функції стану є деякою, в загальному випадку, випадковою функцією часу (пробігу), тобто:

$$\Delta y_j = y_j(t) \quad (11)$$

Відповідно до (10) з (11) випливає, що і сама функція стану також залежить від часу, а для АТЗ - від пробігу:

$$W(Y) = \sum_1^j \beta_j \cdot \Delta y_j = \sum_1^j \beta_j \cdot \Delta y_j(t) = Y(t) \quad (12)$$

Міна контрольованих параметрів об'єкта можуть бути за своїми властивостями розчленовані на дві незалежні адитивних компонента: оборотного і необоротного. Перший з цих компонентів зумовлений існуванням цілого комплексу різного роду випадкових факторів, частина з яких носить зовнішній для об'єкта характер і обумовлений флуктуаціями зовнішніх умов і керуючих впливів і відображає вплив векторних функцій $S(t)$ і $U(t)$.

За своїми властивостями оборотний компонент може розглядатися як випадкова функція з досить широким енергетичним спектром, тобто з досить швидкими змінами своїх значень. Її можна позначити як $V_j(t)$, де індексом j відзначена приналежність даного компонента j - му контрольованим параметром.

Другий компонент обумовлений протіканням сукупності необоротних фізичних процесів всередині контрольованого об'єкта. У числі таких процесів, в першу чергу, знаходяться процеси старіння і зносу, що характеризуються вектором Φ . Ці процеси протікають порівняно повільно, мають досить гладкий характер, і як правило, відрізняються певними напрямками змін. Це дозволяє залучати для їх опису детерміновані функції часу (пробігу). Другий компонент називають детермінованим компонентом і позначають $f_j(t)$.

Таким чином, залежність j -го контрольованого параметра від часу або пробігу матиме вигляд [1]:

$$y_j(t) = f_j(t) + V_j(t) \quad (13)$$

Тоді в цілому математичну модель функції стану об'єкта відповідно до (13) можна записати:

$$Y(t) = \sum_1^j \beta_j \cdot \Delta y_j(t) = \sum_1^j \beta_j \cdot [f_j(t) + V_j(t)] = \sum_1^j \beta_j \cdot f_j(t) + \sum_1^j \beta_j \cdot V_j(t) = F(t) + V(t) \quad (14)$$

З останнього виразу (14) випливає, що функція стану також буде володіти детермінованим - $F(t)$ і випадковим $V(t)$ компонентами.

Компоненти функції стану можуть мати як загальні, так і аргументи, що різняться із загального набору аргументів функції. Зокрема, компоненти можуть являти собою ті чи інші взяті контрольовані параметри.

Для одного і того ж об'єкта контролю функції стану можуть бути обрані не єдиним способом. При цьому вимога про те, щоб обрані параметри допускали свою кількісну оцінку є одним з основних.

Для АТЗ в цілому, так і для багатьох вузлів і агрегатів ці моделі відсутні. У той же час існуючі математичні аналогії часто мають складний вид [2] з численними припущеннями, які не дозволяють конкретно ставити селекцію параметрів.

Висновки. Таким чином, в результаті моделювання зміни ТС отримана функція стану, що дає узагальнений опис контрольованих процесів в системах АТЗ.

Список літературних джерел

1. Кокорев Г. Д., Успенский И. А., Бышов Н. В., Борычев С. Н. и др. Периодичность контроля технического состояния мобильной сельскохозяйственной техники // Научный журнал КубГАУ. – 2012. - № 07 (081). - С. 480–490.
2. Ivanovich V., Mitrovich R., Jovanovich D. “Software for Management of Maintenance System for Truck, Passenger Car, Coach and Work Machines”. Sustainable Automotive Technologies. 2012. – P. 267-273.
3. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения / А.Н. Михайлов. – М.: Машиностроение, 2009. – 346 с.
4. Матеріали сайту SAE. Режим доступу: <https://www.sae.org/news/2018/08/connectivity-for-truck-of-the-future>
5. Cheng Y.-H., Chang Y.-H., Lu I.J. “Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies”. Applied Energy. 2015. Vol. 157. P. 953-973.
6. Brown J. “Ultra-High Efficiency Electric Motor Generator”. Sustainable Automotive Technologies. 2012. P. 187-191.

Сакно Ольга Петрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: sakno-olga@ukr.net

Колеснікова Тетяна Миколаївна – к.т.н., доцент, доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», e-mail: tnk1403@ukr.net

Олло Василь Петрович – к.пед.н., доцент кафедри продовольчого та речового забезпечення, Військова академія, м. Одеса, e-mail: ollovp@gmail.com

Медведєв Євген Павлович – к.т.н., доцент кафедри логістичного управління та безпеки руху на транспорті, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля, проспект Центральний, 59-а, Сєвєродонецьк, e-mail: medvedev.ep@gmail.com

Сауляк Л. В.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ РОЗВИТКУ ЛОГІСТИКИ НА АВТОТРАНСПОРТІ

Так як автомобільний транспорт відіграє велику роль в логістиці усіх галузей народного господарства по забезпеченню споживчих вимог, з'являється необхідність у більш глибокому вивченні проблем, що стають на шляху подальшого розвитку логістики автотранспорту та можливостей їх вирішення

Транспортна логістика в сучасній економіці відіграє важливу роль, забезпечуючи задоволення споживчих потреб, що формуються в рамках економічних та соціальних процесів по переміщенню товарів та послуг по всій державі, використовуючи міжгалузеву логістику та можливості товаропровідних мереж. Для України, з її досить вигідним територіальним розташуванням, в середині Європи, важливі всі функціонуючі на теперішній час види транспорту, особливо це стосується автомобільного вантажного транспорту. Зважаючи на найбільш перспективний рівень розвитку логістики автотранспорту вона заслуговує на особливу увагу, в частині виявлення її проблем і можливостей їх вирішення.

В складі транспортного комплексу автомобільна галузь посідає значне становище зважаючи на динаміку розвитку і попиту послуги. При цьому, галузь автомобільних вантажоперевезень, виділяється не менш значущими проблемами і достатньо гострими протиріччями.

До основних проблем, що виникають на шляху розвитку автотранспортної логістики, відносяться:

- неефективне використання маршрутів доставки вантажів від постачальника до споживача;
- неефективне використання рухомого складу;
- погана якість автомобільних доріг;
- дорожня безпека та велика інтенсивність руху транспортних засобів у великих містах;
- дефіцит кваліфікованих фахівців на автотранспортних підприємствах;
- недостатня кількість вантажних терміналів;
- нездорова конкуренція серед автотранспортних компаній;
- недостатня кількість транспортних засобів, що відповідають сучасним вимогам світових стандартів;
- високий рівень морального та фізичного зносу рухомого складу.

Зважаючи на це, сьогодні, як ніколи виникає необхідність проводити правильний та своєчасний аналіз стану автотранспортного ринку, достатньо точно оцінювати можливості і умови розвитку та чітко виявляти шляхи його реалізації.

Автотранспортний комплекс поступово збільшуючи свою присутність в транспортній галузі, має непогані перспективи розвитку, але при цьому, як видно, має достатньо велику кількість проблем. Вирішення питань, що виникають, потребують, як внутрішніх зусиль транспортних компаній, що надають послуги споживачам, так і суттєвого втручання в процес державних установ.

Сауляк Людмила Валеріївна – асистент кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху, Національний транспортний університет, e-mail: saluva@bigmir.net

Сахно В. П., д.т.н., проф.; Шарай С. М., к.т.н., доц.; Поляков В. М., к.т.н., доц.; Дехтяренко Д. О.

ЗАСАДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ В ПРОЦЕСАХ УПРАВЛІННЯ ДІЯЛЬНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

В роботі розглядаються питання, пов'язані з формуванням транспортно-логістичних кластерів, створення яких сприяє підвищенню конкурентоздатності транспортної галузі та її інтеграції у європейські та світові транспортні і торгівельні мережі.

Координація діяльності учасників ринку транспортних послуг є однією із важливих задач розвитку транспортного сектору країни. Стан його виробничо-технічної бази та рівень організації процесу перевезень не завжди відповідають європейським стандартам якості надання транспортних послуг у відповідності до вимог споживачів, що перешкоджає підвищенню ефективності функціонування транспортного сектору та вимагає заходів щодо його модернізації.

Як показує світовий досвід, кластеризація розглядається як процес, що об'єднує транспортно-логістичні підприємства, урядові, державні та комерційні структури, установи та організації, які забезпечують їх діяльність з метою успішної взаємодії, в результаті чого очікується розвиток транспортної інфраструктури країни, покращення якості виконання процесів доставки вантажів та перевезення пасажирів, зростання транзитного потенціалу. Кластеризація є одним із напрямків удосконалення роботи системи управління транспортним сектором країни. Кластерна політика спрямована на підвищення ефективності діяльності підприємств, що входять до складу кластерної одиниці, шляхом зниження витрат у системі їх логістики та передбачає використання механізмів координації і управління інформаційними, фінансовими і нормативно-правовими ресурсами.

Сучасні інтеграційні процеси у транспортному секторі вантажних перевезень передбачають формування транспортно-логістичних кластерів (ТЛК), які розглядаються як комплекс підприємств, що спеціалізуються на послугах зберігання вантажів, виконання процесів їх доставки та супроводу, та підприємств і установ їх інфраструктури [1]. На формування ТЛК мають вплив взаємозв'язок та взаємодія ряду секторів транспортної галузі. До них відносяться виробничий сектор, адміністративний, транспортно-логістичний, фінансовий, юридичний, державний та інноваційний [2]. Принципово новим напрямком у формуванні ТЛК є використання можливостей кластеру в забезпеченні інформаційно-просвітньої діяльності, якою передбачається створення на базі кластеру учбових, наукових та консультаційних центрів.

Аналіз зарубіжного досвіду формування та функціонування ТЛК показав, що кожна країна розробляє власні підходи до створення кластерів та управління їх розвитком, враховуючи наявність природних, технологічних, фінансових, трудових та інтелектуальних ресурсів.

Створення ТЛК передбачає об'єднання в єдину систему функціонально та економічно пов'язаних між собою логістичних ланок - транспортних вузлів, транспортно-логістичних центрів, міжнародних транспортних коридорів, шляхів сполучення різного рівня тощо - які будуть сприяти якісному логістичному сервісу доставки вантажів при мінімізації загальних логістичних витрат. Регіони країни із високим транзитним потенціалом мають переважаючі передумови, можливості та перспективи для реалізації процесів створення та формування ТЛК [3]. Основу для їх формування мають складати підприємства, які виконують основні та допоміжні логістичні функції, та установи законодавчої і виконавчої влади різних рівнів.

Методологія формування ТЛК включає в себе визначення типу та складу кластера, проведення його кількісного аналізу та структури взаємозв'язків його учасників, проведення аналітичних досліджень його конкурентної середовища, інноваційних складових кластеру, формування його організаційної структури та прогнозування ступеня його успішності [4]. Розробка методологічних засад формування ТЛК сприяє підвищенню конкурентоздатності регіону його створення та дозволяє реалізувати інноваційні підходи в стратегії розвитку транспортної галузі країни. Формування транспортно-логістичних кластерів дозволяє підвищувати ефективність діяльності підприємств транспортної галузі за рахунок зниження витрат у сфері транспорту і логістики.

В Україні розвиток кластерних ініціатив пов'язаний із вирішенням таких задач, як розробка та затвердження стратегії підвищення конкурентоспроможності країни та її регіонів на основі інноваційних кластерних структур; проведення фундаментальних досліджень для визначення пріоритетів формування національних та регіональних кластерів; створення національних та регіональних структур, до повноважень яких входять координація розробок та реалізація проектів інноваційних кластерних одиниць; забезпечення на законодавчому рівні формування сприятливого для розвитку підприємництва середовища, основу якого становить співробітництво підприємств, організацій та установ влади, бізнесу, науки, освіти тощо.

Висновки. Впровадження кластеризації в процеси управління діяльністю транспортної галузі сприяє формуванню нової стратегії співробітництва підприємств, які входять до складу транспортно-логістичного кластеру, підвищенню ефективності їх функціонування і, як результат, - сприяє розвитку транспортного сектору країни.

Список літературних джерел

1. Карпенко О. О., Механізм кластеризації транспортно-логістичних підприємств. транспорту / О.О. Карпенко, Електронне наукове фахове видання "Ефективна економіка" - №10, 2015 [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/10_2015/73.pdf
2. Шарай С.М. Кластер як важлива складова транспортного сектору України / С.М. Шарай, М.П. Рой // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2018. Вип. 2 (41).
3. Гриценко С.И. Транспортно-логистические кластеры в Украине: пути становления и развития: Монография / С.И. Гриценко. - СПб.: Изд-во СПбГУЭФ. - 2009. – 218 с.
4. Ніколаєв Ю. О. Структура транспортно-логістичного кластера та процес його формування [Текст] / Ю. О. Ніколаєв // Вісник соціально-економічних досліджень. – 2012. – Вип. 1 (44). – С.345-350.

Сахно Володимир Прохорович – д.т.н., професор, завідувач кафедри автомобілі, Національний транспортний університет, м. Київ

Шарай Світлана Михайлівна – к.т.н., доцент, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Національний транспортний університет, м. Київ, e-mail: Svetasharai@gmail.com

Поляков Віктор Михайлович – к.т.н., доцент, професор кафедри автомобілі, Національний транспортний університет, м. Київ

Дехтяренко Дарина Олександрівна – асистент кафедри менеджменту, Національний транспортний університет, м. Київ

Свершок А. В.

ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН, ПОВ'ЯЗАНИХ З ГАЛУЗЗЮ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

В даній статті представлено досвід практичної реалізації викладачами кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» ВНТУ інтерактивних форм навчання, які можуть бути використані в процесі викладанням дисциплін, пов'язаних з галуззю автомобільного транспорту

Вступ. Проблема формування у студентів вищих навчальних закладів мотивації до навчання є дуже актуальною в даний час. Перш за все, це обумовлено особливостями сприйняття інформації сучасними студентами, необхідністю формування необхідних професійних компетенцій і забезпечення високого рівня якості засвоєння дисциплін студентами [1].

Виникає необхідність застосування інтерактивних технологій з метою поліпшення сприйняття інформації студентами, а також формування професійних компетенцій відповідно до вимог національних освітніх стандартів. Сучасні розробки інтерактивних методів навчання в професійній підготовці фахівців можна знайти у працях Н. В. Борисової, В. А. Петрук, М. В. Кларина, А. М. Мартинець, Л. В. Пироженко, І.В.Хом'юк, О. І. Пометун та інших.

На сьогодні педагогічною наукою напрацьовано велику кількість інтерактивних технологій. О. І. Пометун та Л. В. Пироженко [2, с. 33] виділяють чотири групи інтерактивних технологій:

- інтерактивні технології кооперативного навчання (робота в парах, два – чотири – всі разом, робота в малих групах);
- інтерактивні технології колективно-групового навчання (мікрофон, незакінчене речення, мозковий штурм, навчаючи – учусь, ажурна пилка);
- технології ситуативного моделювання: симуляції, імітації, розігрування ситуації за ролями);
- технології опрацювання дискусійних питань (займи позицію, зміни позицію, дебати, дискусія).

У той же час, існує необхідність створення освітнього середовища, яке відповідає індивідуальним запитам кожного студента, що дозволяє диференціювати освітній процес, надавши студентам можливість розвитку по індивідуальним освітнім траєкторіям. Таке освітнє середовище створює умови для залучення студентів до активної навчальної діяльності, орієнтовану на вивчення навчального матеріалу.

Результати дослідження. Навчальні стандарти технічних напрямків підготовки бакалаврів і магістрів [3; 4] висувають певні вимоги до кваліфікації випускників, які повинні бути готові до вирішення завдань, пов'язаних з:

- 1) науково-дослідницькою діяльністю;
- 2) проектно-конструкторської діяльністю;
- 3) виробничо-технологічної діяльністю;
- 4) організаційно-управлінською діяльністю.

«Авторитарний стиль» взаємодії викладача та студента із застосуванням навчально-дисциплінарної моделі процесу навчання не дозволяє повною мірою реалізувати творчий потенціал студентів, оскільки основним завданням такої освітньої моделі є реалізація освітньої програми в чіткій відповідності з методичними вказівками. Така модель процесу навчання вважається традиційною і передбачає використання односторонньої форми

комунікації: викладач надає певний обсяг інформації, а студенти намагаються її засвоїти, опрацювати, відтворити в усній чи письмовій формі в майбутньому. Студенти знаходяться в ситуації, коли вони сприймають тільки інформацію від викладача або певного додаткового джерела – навчального або методичного посібника, мережі Інтернет. Відмінна риса такого стилю – однаковість моделей і змісту навчання.

«Демократичний стиль» взаємодії викладача та студента дозволяє використовувати особистісно-орієнтовану модель процесу навчання, основним завданням якої є сприяння розвитку в студента індивідуальних творчих здібностей. Очікуваний результат – збільшення ступеня свободи особистості, що розвивається, при цьому знання, вміння є засобом для індивідуального розвитку.

Інтерактивні технології – спосіб організації процесу навчання, під час використання якого неможлива пасивна роль студента, всі учасники мають бути залучені в навчальний процес, при цьому налагоджується спільна (групова) діяльність. При цьому, різко змінюється роль викладача: з центральної на регулюючу.

Педагог перестає виступати в якості домінуючої ланки в отриманні знань і займається лише загальною організацією процесу. Не варто вважати, що роль викладача стає менш значущою, як і раніше необхідна підготовка завдань і формулювання питань, консультація в спірних і складних ситуаціях, контроль часу і порядку виконання поставленого перед студентами завдання.

Групова діяльність студентів в процесі освоєння навчального матеріалу дозволяє організувати навчальний процес, в який кожен учасник освітнього процесу вносить свій індивідуальний внесок. Здійснюється обмін знаннями, ідеями, способами діяльності. Спільна діяльність сприяє встановленню емоційних контактів між студентами, демонструє ефективність командної роботи, одночасно створює відчуття захищеності, взаєморозуміння і власної успішності.

Застосування інтерактивних технологій у навчальному процесі є необхідною складовою сучасного навчання. Вони сприяють більш результативному формуванню професійних компетентностей у студентів ЗВО. Інтерактивні технології базуються на ініціативі студентів, залучених в навчальний процес і поділяють на дві основні групи: імітаційні або не імітаційні. В основу такої класифікації, адекватної організації процесу навчання у ЗВО, покладено ознаку відтворення контексту професійної діяльності.

Неімітаційні технології (проблемна лекція, семінар-диспут, навчальна дискусія, «мозковий штурм», кооперативне навчання, робота в парах і малих групах, метод круглого столу і т.п.) не передбачають побудову моделей досліджуваного явища або діяльності. В основі імітаційних технологій (неігрових: аналіз конкретних професійних ситуацій; ігрових: імітаційний тренінг, проектування тощо) лежить імітаційне або імітаційно-ігрове моделювання, тобто відтворення в умовах навчання процесів, що відбуваються в реальній системі. Викладач не надає готові рішення, а стимулює процес самостійного пошуку найбільш оптимального рішення студентами, створюючи при цьому необхідні умови для прояву ініціативності. Значною мірою змінюється взаємодія між викладачем і студентами, активність викладача поступається місцем активності студентів, при цьому функція викладача – підтримувати певну траєкторію навчального процесу та стимулювати активну діяльність студентів, прагнучи залучити абсолютно всіх студентів в навчальний процес.

Ігрові методи відносяться до імітаційних методів активного навчання. Ознаки імітаційних методів: взаємодія студентів та професійно-колективної діяльності, наявність і розподіл ролей (одна з основних ознак ігрових методів). У літературі зустрічається така класифікація цих методів [5].

Такий спосіб організації навчального процесу дисциплін професійного циклу створює ефект вимушеної інтелектуальної діяльності, незалежно від бажання, активізуються розумові процеси учасників, що дозволяє успішно реалізувати такі професійні компетенції:

1) «здатність в складі колективу виконавців брати участь у виконанні теоретичних і експериментальних наукових досліджень з пошуку і перевірки нових ідей вдосконалення

колісних транспортних засобів, їх технологічного обладнання та створення комплексів на їх базі» [6];

2) «здатність до роботи в багатонаціональному колективі, в тому числі і над міждисциплінарними, інноваційними проектами, здатність як керівника підрозділу, лідера групи співробітників формувати цілі команди, приймати рішення в ситуаціях ризику, враховувати ціну помилки, вести навчання і надавати допомогу співробітникам» [7].

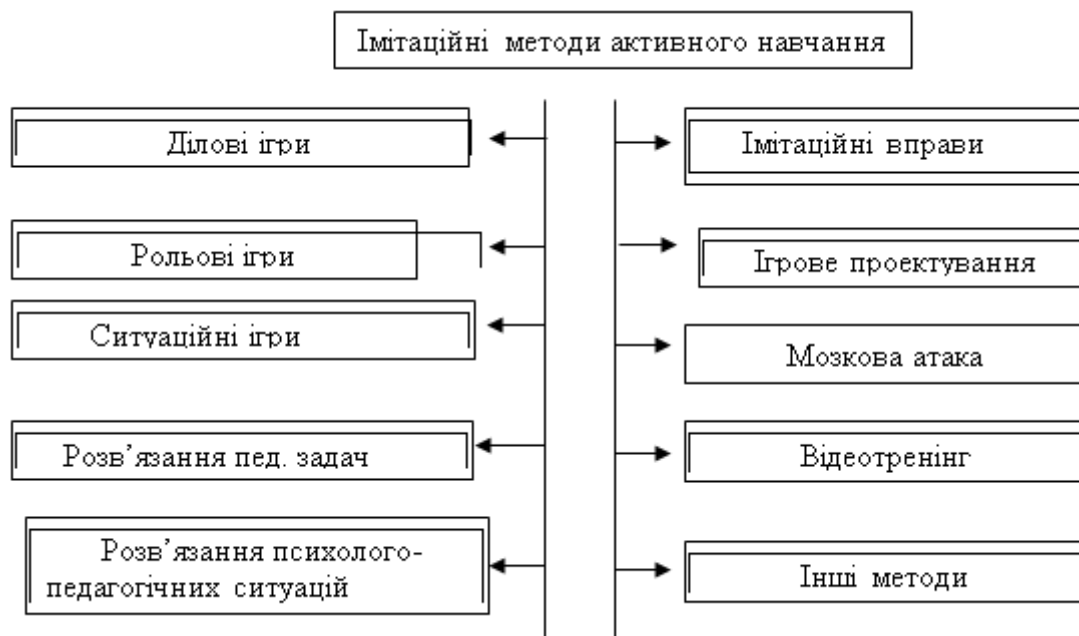


Рисунок 1 – Класифікація імітаційних методів

У разі залучення студента в інтерактивну діяльність [8], у нього формуються основи критичного мислення; розвиваються навички самостійного вирішення поставлених завдань на основі аналізу даних з різних джерел; розвиваються комунікативні навички; формується вміння вести дискусію, доводити адекватність своєї точки зору, спільно досягати поставлених цілей.

Професорсько-викладацьким складом кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» ВНТУ під час вивчення дисциплін: «Автомобілі», «Технічна експлуатація автомобілів» успішно застосовуються практично деякі форми і методи інтерактивного навчання студентів: проблемні лекції, семінари, навчальні дискусії, роботи в малих групах, кооперативне навчання та ін.

Для цього на кафедрі «АТМ» в навчальних аудиторіях і лабораторіях створено цілий комплекс технічних засобів навчання:

1. Настінні стенди з комплектом навчально-методичної літератури.
2. Плакати по лекційному курсу.
3. Плакати з лабораторних робіт.
4. Різні стенди і зразки діючих запасних частин, деталей, компонентів автомобілів.
5. Стендові компресорні установки з розподільною системою стисненого повітря (для перевірки ДВЗ).

Також під час проведення практичних занять, які передбачають вивчення будови і принципу роботи автоматизованих систем, наприклад, для дисциплін «Автоматичні системи управління в автомобілях», «Електрообладнання автомобіля», найбільш ефективною інтерактивною формою є мозковий штурм; передбачається домінування самостійної практичної роботи студентів. При розгляді конструкції агрегату або вузла транспортної машини видається методичний матеріал, що містить теоретичний опис пристрою і принципу роботи даної конструкції.

Після вивчення матеріалу студентами здійснюється постановка проблемного питання, що стосується особливостей пристрою або принципу роботи розглянутої системи автомобіля або його конструкції.

В такому випадку, процес пошуку правильного рішення студентами ділиться на три етапи:

- 1) самостійний пошук рішення студентом або методом роботи в малих групах;
- 2) в режимі дискусії студенти обговорюють отримані рішення і формують єдиного правильного висновку (на цьому етапі основне завдання викладача, який виступає в ролі критика, зберігати необхідну траєкторію дискусії). Такий режим дає найбільший ефект при аналізі проблемних ситуацій в разі необхідності пошуку простого і однозначного рішення;
- 3) аналізування отриманих результатів викладачем і систематизація отриманих висновків.

Така форма організації навчального процесу дає можливість кожному учаснику висловити своє бачення проблеми і прийти до спільної думки. Також слід зазначити, що студенти навчаються краще засвоюють матеріал, якщо їм дозволяють використовувати їх власний досвід.

На практичних заняттях, пов'язаних з проектуванням і розрахунком механізмів, вузлів і конструкцій, наприклад, при проектуванні автоматизованих і автоматичних пристроїв, гібридних приводів або агрегатів трансмісії, студенти самостійно виконують індивідуальні завдання, які передбачають: проведення аналізу існуючих конструкцій, вибір найбільш оптимальної конструкції в заданих умовах, проектування, а також виконання розрахунків.

Конструкція агрегатів і вузлів, які розглядаються на практичних заняттях може бути досить складною (рис. 2) і має об'ємний опис [9; 10], що при самостійному вивченні або в малих групах вимагатиме значних витрат часу. Мозковий штурм дозволяє значно скоротити час на пошук рішення.

У деяких випадках має сенс використовувати творчі завдання, де технічне завдання сформульовано нечітко. При цьому позитивний результат від такої діяльності можливий тільки в разі системної і планомірної організації навчального процесу викладачем.

Обсяг конструкторського проекту зазвичай містить не менше 30 сторінок формату А4 розрахункової частини і не менше 10 сторінок графічної частини формату А4. Графічна частина також може містити 1-2 аркуші формату А1.

Для всього обсягу проектних робіт доцільно виконати декомпозицію – розділити проект на умовні модулі, що дозволить розділити складну задачу на простіші і менш об'ємні частини. У цьому випадку викладач може використовувати модульну систему оцінок шляхом введення контрольних точок.

При організації та проведенні таких практичних занять з боку викладача необхідна постійна, а також інтерактивна допомога в техніці вивчення матеріалу, в послідовності виконання роботи, а також у вирішенні проблемних ситуацій.

На практичних заняттях, які передбачають вивчення типових агрегатів і вузлів транспортних засобів, наприклад, «Автомобілі», найдоцільнішою є робота в малих групах.

Перед початком самостійної роботи студентів за участю викладача розглядаються типові конструкції, виявляються закономірності, використання яких дозволить студентам швидко і безпомилково описати пристрій і принцип роботи агрегату, вузла або системи в індивідуальному завданні.

Кожна з груп отримує завдання, пов'язане з описом конструкції агрегату, вузла або системи конкретного транспортного засобу. В режимі діалогу студенти самостійно отримують знання про пристрій і принципи роботи даного агрегату. У заключній частині практичного заняття представник малої групи робить заключну доповідь і відповідає на питання викладача або інших студентів.

Таким чином, активізується самостійна робота студентів і здійснюється широке охоплення різноманітних конструкцій. У такому випадку, абсолютно всі студенти краще

сприймають матеріал, якщо він має чітку структуру, що забезпечує більш легке засвоєння, а викладач в процесі обговорення допускає наявність думки того, хто навчається, яка збігається з його власною точкою зору.

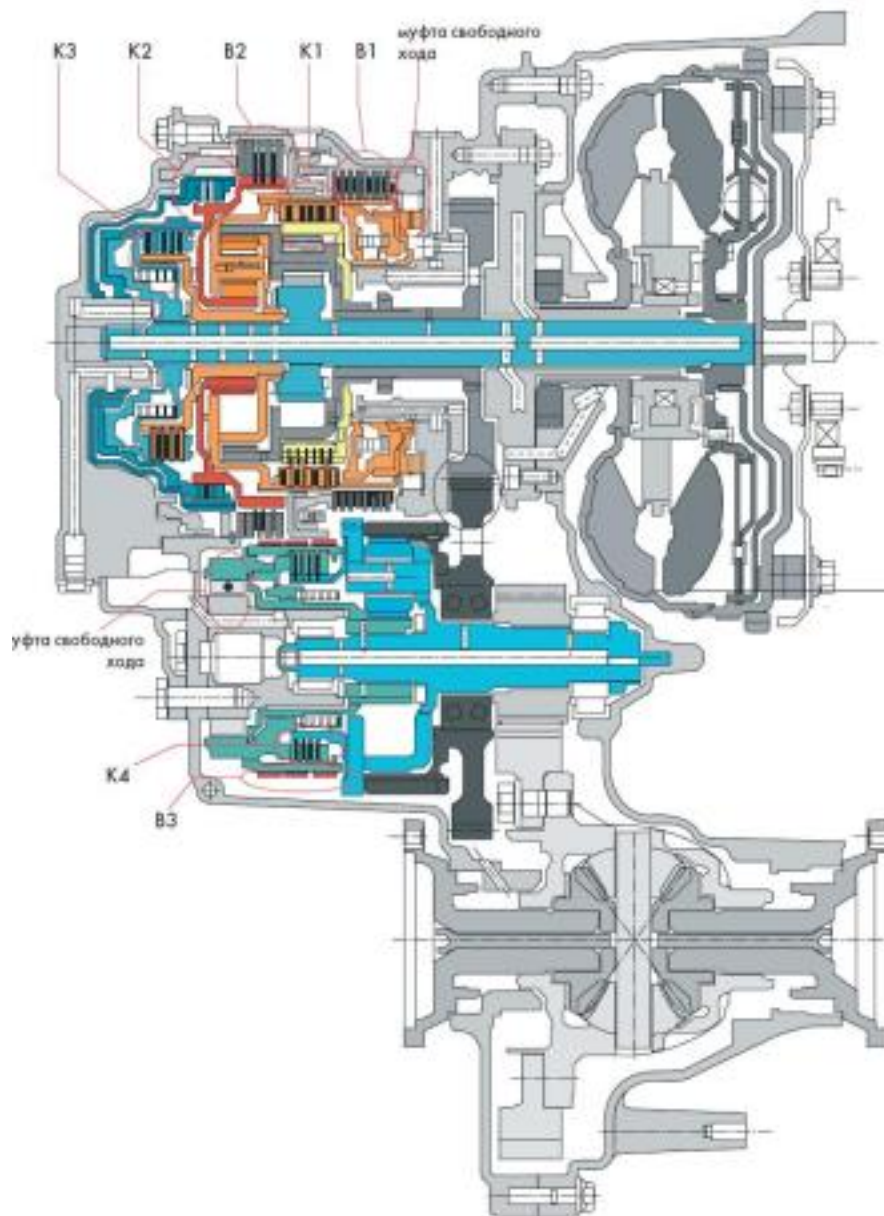


Рисунок 2 – Автоматична п'ятиступінчаста гідромеханічна коробка передач

При вивченні типових конструкцій альтернативою малим групам може виступати контекстне навчання, де мотивація студентів до отримання знань здійснюється за рахунок актуалізації зв'язків між отриманими знаннями та практичним застосуванням. Наприклад, при вивченні типової конструкції «Коробка передач автомобіля» студенти після освоєння теоретичної частини виконують практичне завдання на реальному агрегаті - пошук зубчастих з'єднань на всіх передачах, пошук механізмів зміни передач, вимір частот обертання вихідного вала на різних передачах.

Організація занять з використанням інтерактивних технологій неможлива без дотримання основних правил:

- 1) в роботу мають бути залучені всі студенти. Для реалізації цього правила слід здійснити вибір найбільш ефективної для цього типу заняття інтерактивної технології;
- 2) необхідна психологічна підготовка студентів . Справа в тому, що не всі студенти, що прийшли на заняття, однаково готові до безпосереднього залучення в активні форми

роботи. Перед проведенням повноцінних інтерактивних занять на підготовчому етапі рекомендується використовувати інтерактивні форми навчання у вигляді творчих завдань, надання можливості самореалізації, а також постійного заохочення за активну участь в обговореннях;

3) дотримання кількісного складу учасників – не більше 16 осіб. Збільшення чисельності учасників неминуче приведе до зниження якості навчання;

4) добровільний поділ учасників на групи не завжди є максимально продуктивним;

5) чіткий регламент роботи. Слід обмежити час роботи на кожному етапі, час виступу з доповіддю та відповіді на питання. Невеликі відхилення допускаються у виняткових випадках, наприклад для завершення висловлювання;

б) діалог будується на основі принципів взаємоповаги. За дотриманням цього правила слід стежити постійно і наполягати на прояві толерантності до всіх учасників;

7) аудиторія повинна бути підготовлена. Увагу слід приділити можливості трансформації робочого простору з метою забезпечення зручності роботи в малих групах.

Висновки. Інтерактивні методи можна застосовувати на всіх етапах занять з будь-якої навчальної дисципліни. Найефективніше використання інтерактивних методів тоді, коли викладач буде впливати на обговорення не тільки висловлюванням науково аргументованої точки зору, але і виразом свого особистого ставлення до проблеми, власної світоглядної та моральної позиції з питання, яке розглядається.

Список літературних джерел

1. Арсентьєва Є.С. Досвід використання інтерактивних форм навчання в процесі викладання технічних дисциплін: Науково-методичний електронний журнал «Концепт». / Є.С. Арсентьєва, Ю.П. Косогова, А.А. Мецлер, М.Є. Томіліна. – 2016. – № 2 (лютий). – С. 81–85. – URL: <http://ekoncept.ru/2016/16037.htm>.

2. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : наук.-метод. посіб / О. І. Пометун, Л. В. Пироженко: за ред. О. І. Пометун. – К. : А.С.К., 2006. – 192 с.

3. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам: ГОСТ 2.105-95. – К. : Госстандарт України, 1996. – 29 с. – (Нормативные директивные правовые документы).

4. Інтерактивне обучение: новые подходы // Відкритий урок. – 2002. – №5-6. –С. 4-6.

5. Щербань П.М. Прикладна педагогіка / П.М.Щербань. – К.: Вища школа. – 2002. – С. 179.

6. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 23 лютого 2006р. №3492-IV.

7. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР : навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.

8. Хом'юк І.В. Впровадження інтерактивних технологій у процес викладання фундаментальних дисциплін у технічному ВНЗ / І.В.Хом'юк, В.А.Петрук, В.В.Хом'юк // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К. : ВІКНУ, 2013. – Вип. № 41. – С. 81–85.

9. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / О. А. Лудченко. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.

10. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).

Свершок Антон Васильович – аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at.13b.svershok@gmail.com

Смирнов Є. В., к.т.н.; Огневий В. О., к.е.н.

КООПЕРАЦІЯ ЯК СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ НА АВТОМБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

В роботі розглянуто кооперацію виробництва технічного обслуговування і ремонту автомобілів як перспективну стратегію розвитку виробничо-технічної бази автомобільного транспорту регіону. Розглянуто передумови і принципи формування ефективної виробничо-технічної бази автомобільного транспорту регіону

Основними задачами розвитку виробничо-технічної бази (ВТБ) на автомобільному транспорті є підвищення ефективності і якості її роботи. Підвищення ефективності ВТБ слід розуміти як зниження витрат на функціонування системи технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобілів, яка забезпечує підтримку автомобілів в технічно справному стані, а в аспекті якості – забезпечення транспортного процесу надійно працюючим рухомих складом.

За радянських часів системи ТО і ремонту рухомого складу автотранспортних підприємств (АТП) були складовими частинами загальної системи ТО і ремонту автомобілів транспортного управління, яке зазвичай налічувало кілька десятків АТП, кілька баз централізованого технічного обслуговування і кілька авторемонтних заводів. З переходом економіки України до ринкових відносин на автомобільному транспорті відбулися значні зміни. Так приватизація та розукрупнення державних АТП призвели до появи значної кількості приватних перевізників. Зникнення транспортних управлінь призвело до втрати виробничо-господарських зв'язків між підприємствами, внаслідок чого зникли бази централізованого технічного обслуговування і авторемонтні заводи. Внаслідок розукрупнення АТП значна частина наявної ВТБ стала незатребуваною, що призвело до використання її не за призначенням, а потужності, що використовуються за призначенням, мають значний знос.

Однак, на основі аналізу літературних джерел [1-3] можна стверджувати, що найбільш перспективним шляхом розвитку ВТБ є спеціалізація, кооперація і концентрації виробництва ТО і ремонту автомобілів, які забезпечують зміну самого характеру виробничих процесів, укрупнення програм, створення нових типів підприємств по ТО і ремонту. Це створює кращі умови для використання новітнього технологічного обладнання та технологій, інтенсифікації розвитку виробництва. При цьому кооперація виробництва ТО і ремонту автомобілів фактично є основною передумовою підвищення рівня концентрації виробництва, що, в свою чергу, дозволяє застосувати спеціалізацію виробництва. Спеціалізація в свою чергу вимагає і сприяє розвитку кооперації виробництва [1-3].

Підвищення рівня кооперації між існуючими АТП, а також автосервісними підприємствами, що працюють в межах певного регіону, є основою підвищення ефективності і якості системи ТО і ремонту автомобільного транспорту за рахунок збалансованого розвитку, ефективного використання та раціонального розподілу ресурсів ВТБ. Перерозподіл робіт з ТО і ремонту автомобілів в умовах кооперації дозволить забезпечити найбільше завантаження підприємств, які мають добре розвинену ВТБ і висококваліфікований управлінський і ремонтний персонал. У результаті такої оптимізації повинна бути повністю задоволена потреба рухомого складу у виконанні робіт по ТО і ремонту із забезпеченням максимально можливої ефективності і якості робіт.

При запровадженні стратегії регіональної кооперації, перш за все необхідно здійснити групування АТП регіону, тобто здійснити формування груп підприємств (кластерів), що характеризуються низькою віддаленістю між собою з характерно вираженим підприємством-лідером. Підприємство-лідер в сформованій групі, в свою чергу, повинно мати високу ефективність використання рухомого складу, високу прибутковість і низьку собівартість

перевезень, а також високий технологічний рівень організації виробництва ТО і ремонту рухомого складу [4].

Для оцінки структури АТП регіону та формування груп доцільно застосовувати методи розпізнавання образів, зокрема метод кластерного аналізу, який найбільш повно відповідає поставленому завданню [4-5]. У якості вихідних даних для групування може слугувати матриця відстаней між об'єктами групування.

При формуванні груп підприємств необхідно враховувати такі фактори:

– структура парку (кількість, марка, вік, середній річний пробіг тощо) рухомого складу підприємств регіону та умови експлуатації рухомого складу;

– структура та стан ВТБ підприємств автомобільного транспорту в регіоні (наявність і достатність площ виробничо-складських приміщень, стоянок, забезпеченість технологічним обладнанням, кваліфікованим персоналом тощо);

– підтримка досить високого рівня технологічної та виробничої дисципліни, високої продуктивності праці і якості виконуваних робіт при проведенні ТО і ремонту рухомого складу;

– наявну взаємодію між конкретними підприємствами автомобільного транспорту регіону та взаємодію з іншими підприємствами;

– конкурентне середовище в регіоні, наявність транзитних транспортних засобів через зазначені пункти, законодавчі обмеження тощо.

Наступним етапом після формування груп підприємств є оптимізація ВТБ мережі АТП, що сформували групи. З цією метою, в межах сформованих груп на базі найбільш потужних підприємств (підприємств-лідерів) слід формувати спеціалізовані виробництва по ТО і ремонту рухомого складу.

В якості показників оцінки ефективності ВТБ доцільно використовувати показники, що характеризують рівень забезпеченості ВТБ (забезпеченість виробничими площами для ТО і ремонту, придатність приміщень для ТО і ремонту, об'ємно-планувальні рішення, придатність споруд та приміщень), наявність і стан технологічного обладнання та рівень технології (структура фондів ВТБ, середній вік обладнання і величина його використання, рівень механізації виробничих процесів, ступінь потоковості і конвеєризації виробництва, рівень типізації технології), економічні параметри (що характеризують структуру і обсяг витрат на підтримку працездатності рухомого складу), коефіцієнт технічної готовності та інші показники.

Список літературних джерел

1. Варфоломеев В.Н. Управление техническим развитием предприятий автомобильного транспорта. К. : УМК ВО, 1989. 116 с.

2. Кузнецов Е.С., Курников И.П. Производственная база автомобильного транспорта: состояние и перспективы. М. : Транспорт, 1988. 231 с.

3. Курников И.П. Развитие производственно-технической базы АТП : [учеб. пособие]. К. : УМК ВО, 1991. 80 с.

4. Ермилов Д.С., Зенченко В.А., Васильев В.А. Методические подходы к формированию оптимальных кустовых групп автотранспортных предприятий. *Техника и технология*. 2005. №6 (12). С. 97-101.

5. Чеканов А.Ю., Коньков В.А. Грузовой сервис: факторы формирования и развития фирменной сети. *Автотранспортное предприятие*. 2012. №7. С. 24-29.

Смирнов Євгеній Валерійович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: zhekasmirnov@vntu.edu.ua

Огневий Віталій Олександрович – к.е.н, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет

*Сосик А. Ю., к.т.н., доц.; Щербина А. В., к.т.н., доц.;
Дударенко О. В., к.т.н., доц.; Галайда Ю. Є.*

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС

Розглянуто питання щодо впровадження конструкції системи автоматичного корегування кутів сходження керованих коліс передньопривідних автомобілів категорії М1. Визначено конструктивну схему механізму корегування кутів встановлення керованих коліс та створено робочий механізм.

Вступ. Розвиток активної безпеки автотранспортних засобів на сьогодні досягається шляхом подальшої модернізації конструкції керуючого колісного модуля.

Контактна взаємодія колеса з опорною поверхнею істотно впливає на керованість, стійкість, тягово-швидкісні властивості автомобіля, паливну економічність та довговічність шин, що потребує вибору раціональних параметрів елементів конструкції керуючого колісного модуля.

Забезпечення величини мінімального опору руху можна досягти шляхом впровадження механізмів автоматичного регулювання кутів сходження коліс.

Аналіз існуючих досліджень. Питанню дослідження кутів встановлення коліс транспортних засобів присвячені роботи вітчизняних та зарубіжних вчених. Серед проаналізованих робіт праці В. О. Іларіонова, А. С. Літвінова, Р. В. Ротенберга, Б. С. Фалькевича, Я. М. Певзнера, Ю. А. Єчеїстова, Г. А. Гаспарянца, Г. А. Смірнова, Є. В. Кленнікова, В. І. Россохи та інших науковців.

Складністю впровадження системи активного корегування кутів встановлення керованих коліс є відсутність розробленої та запропонованої конструкції процесу регулювання кутів сходження керованих коліс [1].

Мета дослідження. Метою роботи є конструктивне впровадження системи автоматичного керування оптимального значення кутів сходження керованих коліс автомобіля з електромеханічним приводом.

В першу чергу виникає необхідність вирішити питання щодо можливості застосування системи автоматичного корегування кутів встановлення керованих коліс та визначення структурної схеми керування сходженням керованих коліс передньопривідного автомобіля.

Результати досліджень. Активні методи компенсації кута сходження керованих коліс на теперішній час не знайшли широкого застосування в серійному автомобілебудуванні, але протягом останнього десятиліття був розроблений ряд пристроїв, які здійснюють контроль і регулювання сходженням керованих коліс автомобіля під час руху: А. Н. Зиковим і В. Н. Зиковим (а.с.453604), Н. М. Кисліциним і Ю. В. Максимовим (а.с.477331), М. В. Морозовим, А. А. Жірновим і Ф. М. Судаком (а.с.652463, 746242, 927614); В. І. Рязанцевим і А. М. Жуковим, В. А. Бонжаренко та В. І. Рассохою (патент Росії 2333470) [2, 3].

Однак, вище наведені конструкції не мають достатньої надійності та точності спрацьовування, а найгірше, що вони в деяких випадках погіршують керованість та стійкість транспортних засобів.

Нами запропоновано конструктивну схему механізму корегування кутів встановлення керованих коліс з електромеханічним приводом та кулько-гвинтовою передачею. Конструктивну схему механізму представлено на рисунку 1.

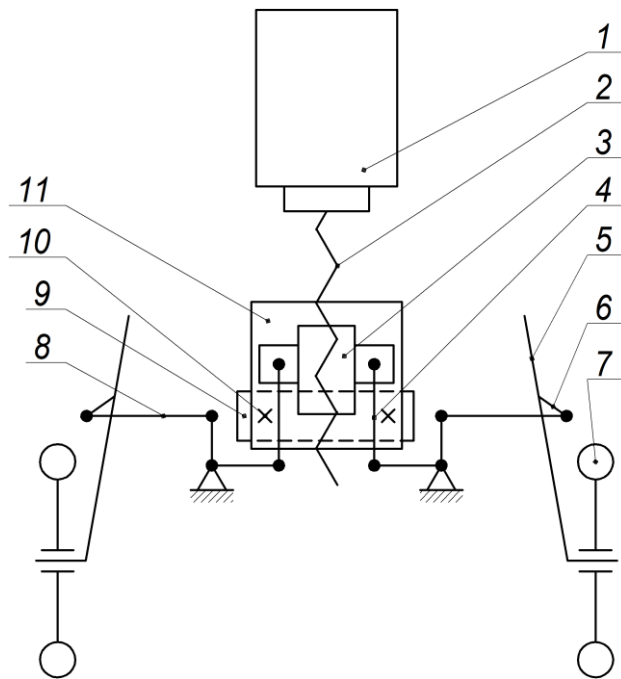


Рисунок 1 – Конструктивна схема механізму корегування кутів встановлення керованих коліс:

- 1 – кроковий двигун; 2 – гвинт; 3 – кулько-гвинтова передача; 4 – важільний редуктор;
 5 – стійка; 6 – важіль рульової трапеції; 7 – колесо; 8 – рульова тяга; 9 – важіль;
 10 – опора важільного редуктора; 11 – корпус

Проведені дослідження дозволили провести моделювання в середовищі SolidWorks з отриманням 3D моделі механізму корегування кутів встановлення керованих коліс та його елементів. Просторову 3D модель наведено на рисунку 2.

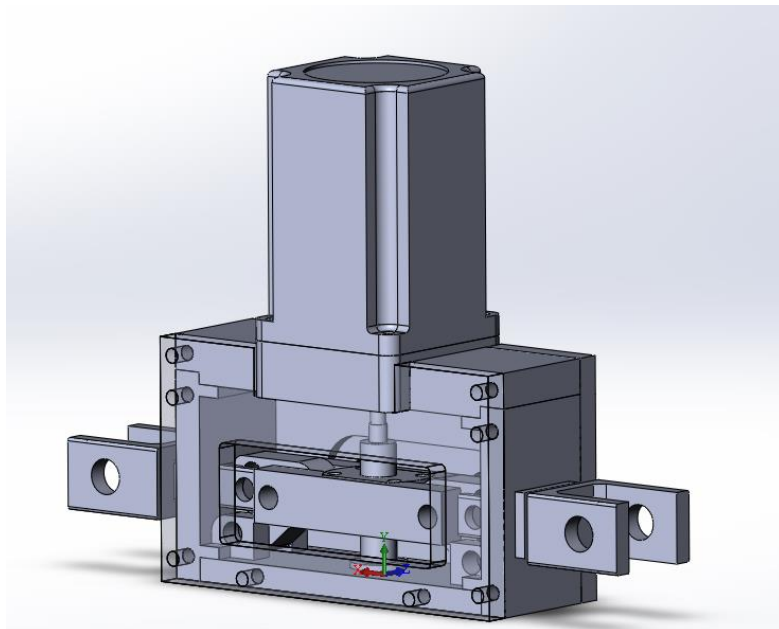


Рисунок 2 – Просторова 3D модель механізму корегування кутів встановлення керованих коліс

З метою вирішення питання компонування наведеної конструкції на транспортному засобі, було проведено попереднє прототипування за допомогою 3D принтеру. Це дозволило

отримати працездатний механізм корегування кутів встановлення керованих коліс передньопривідних автомобілів категорії М1 (рис. 3).

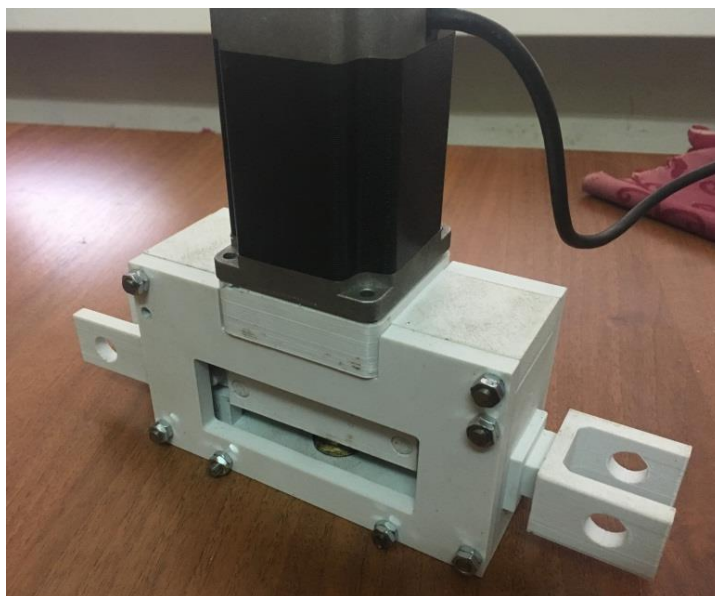


Рисунок 3 – Модель механізму корегування кутів встановлення керованих коліс

Висновки. Розглянуто можливості застосування механізмів корегування кутів встановлення керованих коліс передньопривідних автомобілів.

Розроблено конструктивну схему механізму керування сходженням керованих коліс передньопривідного автомобіля.

Запропоновані раніше підходи щодо впровадження механізму регулювання кутів встановлення керованих коліс реалізовано у робочому прототипі з можливістю подальшого встановлення на транспортний засіб з метою отримання експлуатаційних показників.

Список літературних джерел

1. Щербина А. В. Вибір та обґрунтування кутів встановлення керованих коліс передньопривідного автомобіля категорії М1 : автореф. дис. ... канд. техн. наук : Київ, 05.22.02. Київ, 2017. 20 с.

2. Рассоха В. И. Система активного регулирования схождения: место, задачи и реализация в проблеме ресурсосбережения автомобильных шин. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2009. № 2, С.154–159.

3. Бондаренко Е. В., Рассоха В. И., Исайчев В. Т. Система автоматического регулирования схождения управляемых колес автотранспортных средств в движении. *Прогрессивные технологии в транспортных системах* : сборник докладов VII Российской научно-практической конференции. Оренбург, 2005. С. 70–73.

Сосик Андрій Юрійович – к.т.н., доцент, завідувач кафедри "Автомобілі", Національний університет "Запорізька політехніка", e-mail: andrii.sosik@gmail.com

Щербина Андрій Васильович – к.т.н., доцент кафедри "Автомобілі", Національний університет "Запорізька політехніка", e-mail: avshcherbinaav@gmail.com

Дударенко Ольга Василівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри "Автомобілі", Національний університет "Запорізька політехніка", e-mail: ovdudarenko@gmail.com

Артюх Олександр Миколайович – к.т.н., доцент, доцент кафедри "Автомобілі", Національний університет "Запорізька політехніка", e-mail: artyukh74@gmail.com

Галайда Юрій Євгенович – аспірант кафедри "Автомобілі", Національний університет "Запорізька політехніка", e-mail: urigalaida1021945@gmail.com

Спирін А. В., к.т.н., доц.; Борисяк Д. В.; Красовський С. В.

МОДЕЛЬ КОЛИВАНЬ КОЛІС АВТОМОБІЛЯ

В роботі розглянута закономірність зміни величини амплітуди коливань осі колеса при рухові по криволінійній поверхні. Визначено що величина амплітуди залежить від співвідношення розмірів колеса і параметрів поверхні.

Вступ. Під час руху по дорозі з нерівною поверхнею автомобіль сприймає удари і зазнає коливань. Основними вузлами, які захищають автомобіль від динамічної дії дороги і зводять вібрації до прийняттого рівня є підвіска і шини.

Багаторічний досвід показує, що нерівності дорожнього покриття і викликані ними коливання автомобіля призводять, як правило, до погіршення всіх його експлуатаційно-технічних якостей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існує ряд публікацій [1-6], присвячених огляду питань, пов'язаних з аналізом динамічної стійкості та плавності руху самохідних машин, проте необхідно звернути увагу на різноплановість цих робіт. В залежності від поставлених задач досліджень, прийнятої розрахункової схеми моделі, а також застосовуванням того чи іншого методу дослідження, в цих роботах приймався ряд припущень, які потребують узагальнення, а методи досліджень – подальшого розвитку та аналізу.

Основна частина. Переміщення рушія, в найпростішому випадку колеса автомобіля по опорній поверхні, схематично може бути представлено у вигляді схеми на рис. 1.

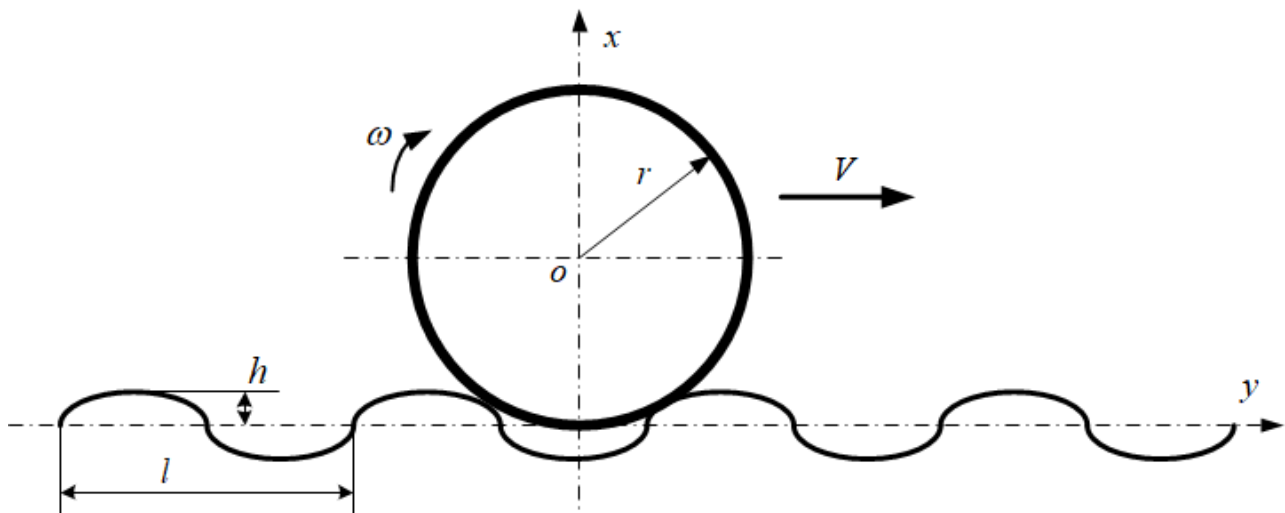


Рисунок 1 - Схема руху колеса по криволінійній гармонічній опорній поверхні

На схемі: r - радіус колеса, V - швидкість лінійного переміщення колеса (переносний рух), ω - кутова швидкість перекочування колеса, h - висота нерівності (глибина нерівності), l - відстань між сусідніми виступами. За допомогою параметрів h та l можна описати нерівності гармонічною функцією в напрямку осі oy , де переміщення y буде аргументом функції збуреного вертикального переміщення рушія x .

Для аналізу двох можливих випадків збуреного вертикального руху рушія необхідно ввести функції довжин хорд колеса та нерівностей між двома точками контакту колеса з нерівностями опорної поверхні. Довжини хорд:

нерівностей опорної поверхні

$$a_n = 2\sqrt{2h(l/4) - h^2};$$

колеса

$$a_k = 2\sqrt{2r(l/4) - r^2}; l = 4h.$$

Рівняння опорної поверхні може бути представлено у вигляді:

$x = b(l/4)\sin[8y]$, крива цієї поверхні має вигляд (в залежності від величини b), що представлений на рис. 2.

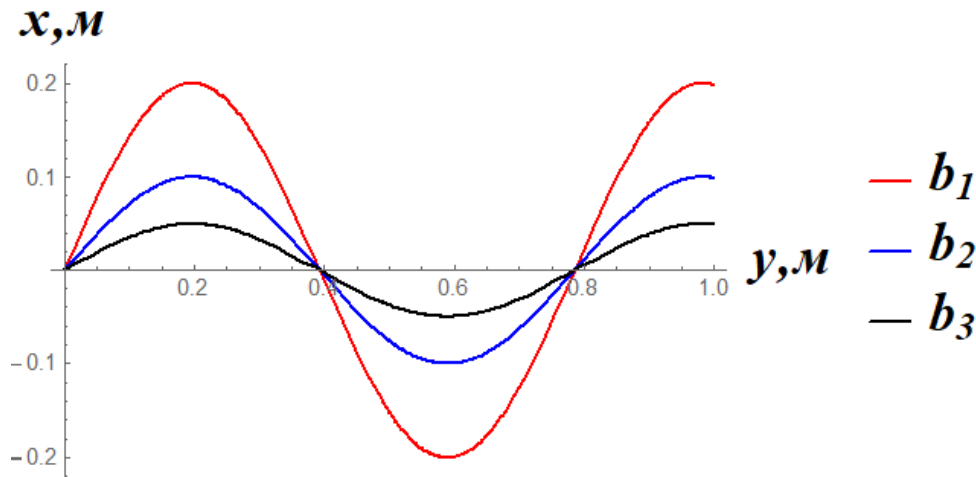


Рисунок 2 - Форма кривої опорної поверхні при різних значеннях коефіцієнта b , $b_1 > b_2 > b_3$

Можна розглянути виникнення вертикальних переміщень рушія при його русі по криволінійній опорній поверхні на прикладі руху колеса.

В такому випадку необхідно виділити два випадки руху такого рушія в залежності від співвідношень радіуса колеса та геометричних параметрів виступів та западин опорної поверхні.

Випадок 1. $r \leq l/4; a_k \leq a_n$. Для такого випадку можливі вертикальні амплітуди переміщень осі колеса становитимуть:

$$x = b \left(\frac{k+n}{2} \right) h \sin[y]; y \rightarrow \{l, ml\}; m \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}; l \rightarrow 4h, \quad (1)$$

де k, n - коефіцієнти, що враховують деформації колеса та опорної поверхні, відповідно.

Випадок 2. $r \geq l/4; a_k \geq a_n; a_n = a_k$. Для такого випадку можливі вертикальні амплітуди переміщень осі колеса становитимуть:

$$x_k = r - \sqrt{r^2 - (a_k^2/4)}, a_k = a_n, a_n = 2\sqrt{2h(l/4) - h^2}, l = 4h; \quad (2)$$

$$x = \left(\frac{k+n}{2} \right) \left(r - \sqrt{-h^2 + r^2} \right) \sin[y]; y \rightarrow \{l, ml\}; m \rightarrow \{1, 2, 3, \dots\}$$

Висновок. Отримані залежності для визначення амплітуди вертикальних переміщень осі колеса при рухові по криволінійній поверхні. Визначено що амплітуда коливань залежить від співвідношення розмірів колеса та геометричних параметрів поверхні.

Список літературних джерел

1. Шупляков, В. С. Колебания и нагруженность трансмиссии автомобиля [Текст] / В. С. Шупляков. – М.: Транспорт, 1974. – 328 с.
2. Барский, И. Б. Динамика трактора [Текст] / И. Б. Барский, В. Я. Анилович, Г. М. Кутьков. – М.: Машиностроение, 1973. – 280 с.
3. Попов, В. Б. Математическое моделирование мобильного сельскохозяйственного агрегата в режиме транспортного переезда [Текст] / В. Б. Попов // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.А. Сухого. – 2005. – № 3 (22). – С. 13–18.
4. Scarlett, A. J. Whole-body vibration: Evaluation of emission and exposure levels arising from agricultural tractors [Text] / A. J. Scarlett, J. S. Price, R. M. Stayner // Journal of Terramechanics. – 2007. – Vol. 44, Issue 1. – P. 65–73.
5. Patil, M. K. A mathematical model of tractor-occupant system with a new seat suspension for minimization of vibration response [Text] / M. K. Patil, M. S. Palanichamy // Applied Mathematical Modelling. – 1988. – Vol. 12, Issue 1. – P. 63–71.
6. Servadio, P. Analysis of driving seat vibrations in high forward speed tractors [Text] / P. Servadio, A. Marsili, N. P. Belfiore // Biosystems Engineering. – 2007. – Vol. 97, Issue 2. – P. 171–180.

Спирін Анатолій Володимирович – к. т. н, доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці, інженерно-технічного факультету, Вінницький національний аграрний університет, e-mail: spirinanatoly16@gmail.com

Борисюк Дмитро Вікторович - асистент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту факультету, машинобудування і транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, e-mail: bddv@ukr.net

Красовський Сергій Валерійович – студент інженерно-технічного факультету, Вінницький національний аграрний університет

Терещенко О. П., к.т.н., доц.; Поляков А. П., д.т.н., проф.

ЛОГІСТИЧНІ ПРИНЦИПИ ПОСТАЧАННЯ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ

Розглядається сутність концепції логістики, як інтеграції всіх функціональних сфер, пов'язаних із проходженням матеріального потоку від виробника до споживача в єдиний комплекс. Мета роботи – вирішення транспортної задачі по обслуговуванню конкретного підприємства. Результатом проведених досліджень є те, що запропонований алгоритм моделювання організації перевізного процесу, що дозволяє оптимізувати транспортно-логістичну схему підприємства

Вступ. Зміни в управлінській орієнтації стали причиною розробки нової концепції управління матеріальними потоками, що одержала назву "логістики". Сутність концепції полягає в інтеграції всіх функціональних сфер, пов'язаних із проходженням матеріального потоку від виробника до споживача в єдиний комплекс, який називається комплексом логістики.

Логістика базується на чіткій взаємодії попиту, поставок, виробництва, транспортування і розподілу продукції, починається з первинних джерел сировини або вироблення напівфабрикатів, продовжується в обігу матеріалів і напівфабрикатів у рамках виробничого процесу підприємства і завершується доставкою готової продукції споживачу для досягнення економічних цілей підприємця.

Логістика гармонізує інтереси постачальників і споживачів і розглядає рух матеріальних ресурсів від первинного джерела до кінцевого споживача як єдиний матеріальний потік.

Аналіз існуючих рішень. Основною характеристикою матеріального потоку підприємства є безперервність. Протягом усього технологічного циклу постачання продуктів кожен його учасник повинен забезпечувати споживачів за принципом "точно в строк", але ці дії мають супроводжуватися мінімальними сукупними витратами, пов'язаними з рухом.

З огляду на зв'язок між стадіями, що формують матеріальний потік підприємства, його міжфункціональний характер і беручи до уваги цільову спрямованість, логістика передбачає використання організаційно-управлінських механізмів координації - логістичних систем.

Підсистема закупівель організує вхід матеріального потоку в логістичну систему. Логістика на цьому етапі називається закупівельною, однак у літературі часто можна зустріти й інші назви-заготівельна логістика або логістика постачання.

В умовах функціонування логістичної системи на підприємстві необхідно дотримуватися правила, яке полягає в тому, що розрахунки всіх параметрів виробничо-господарської діяльності потрібно вести ніби в зворотному напрямку. В цілому закупівельна логістика є неначе похідною від моделі виробничої логістики. Таким чином, розрахунок потреби у закупівлі здійснюється у зворотному до виробничого процесу напрямку, тобто від кінцевої продукції до вхідних сировини, матеріалів, напівфабрикатів. Якщо на вхід виробничого процесу подаються вхідні матеріали або інші продукти, які протягом процесу переробляються і на виході перетворюються в готову продукцію, то потік інформації та потреби виступає проти потоком щодо матеріальних потоків: від збуту готової продукції до постачання матеріалів та інших придбаних товарів виробничого споживання.

Ідентифікація і переоцінка потреб закупівель починається з визначення тих постачальницьких трансакцій, які потрібно встановити між відділом закупівель і конкретними споживачами матеріальних ресурсів (підрозділами) фірми. У деяких випадках, наприклад,

якщо змінюється асортимент виготовленої продукції, то може бути переглянутий склад внутрішньо фірмових споживачів і (або) номенклатура матеріальних ресурсів.

На сьогодні існують три основних типів організації закупівель матеріальних ресурсів залежно від тривалості та складності: сталі закупівлі, модифіковані закупівлі (у яких змінюється або постачальник, або параметри закупаваних матеріальних ресурсів), нові закупівлі, викликані потребами нового внутрішньо фірмового користувача[11, 12].

Ідентифікація всіх можливих постачальників включає визначення всіх можливих постачальників певного виду (номенклатури) матеріальних ресурсів, які можуть задовольнити вимоги внутрішньо фірмових користувачів. Важливим моментом є включення у цей список тих фірм-постачальників, послугами яких товаровиробник раніше не користувався.

Критерії оцінки і відбору генераторів матеріальних потоків залежать від вимог споживачої логістичної системи і можуть бути різними: надійність постачання; віддаленість постачальника від споживача; терміни виконання замовлень; періодичність постачань; умови оплати; мінімальний розмір партії товару; можливість отримання знижки; частка постачальника у покритті витрат; повнота асортименту; умови розподілу ризиків; наявність сервісного обслуговування; рекламна підтримка; репутація постачальника; фінансове становище постачальника, його кредитоспроможність та ін.

Підприємство визначає для себе найбільш значимі критерії залежно від специфіки своєї діяльності. Внаслідок аналізу потенційних постачальників формується перелік конкретних постачальників, з якими проводиться робота із встановлення договірних відносин. Список постачальників зазвичай складається за кожним конкретним видом матеріальних ресурсів, які постачаються.

Конкретні результати за багатьма із наведених позицій досягаються як компроміс у процесі переговорів і залежать від позицій постачальника та покупця на ринку. Оцінка результатів роботи з постачальниками.

Ключова роль транспортування у логістиці пояснюється не тільки великою питомою вагою транспортних витрат у загальному складі логістичних витрат, але і тим, що без транспортування неможливе саме існування матеріального потоку. Транспортування можна визначити як ключову комплексну активність, пов'язану з переміщенням матеріальних ресурсів, незавершеного виробництва або готової продукції певним транспортним засобом у логістичному ланцюзі, і яка складається, у свою чергу, з комплексних та елементарних активностей, включаючи експедирування, вантажопереробку, упакування, передачу прав власності на вантаж, страхування і т.п.

Принципово важливо, що транспорт як елемент інфраструктури все частіше бере на себе нетранспортні функції, звільняючи споживача від збутових і розподільчих операцій. Таким чином, транспорт перестає бути відособленою галуззю економіки, яка продає послуги з переміщення вантажів. Він виступає як виробник широкого кола послуг, готовий здійснити комплексне обслуговування.

Оскільки транспортні операції є безпосереднім вираженням зв'язків між окремими етапами товароруку, ефективність цього процесу великою мірою залежить від способу реалізації переміщення.

Завдання вибору виду транспорту вирішується у взаємозв'язку з іншими завданнями логістики, такими, як створення і підтримка оптимального рівня запасів, вибір виду упаковки та ін. Основою вибору виду транспорту, оптимального для конкретного перевезення, служить інформація про характерні риси різних видів транспорту та інші фактори[1].

Одним з суттєвих факторів, які впливають на вибір перевізника, є вартість перевезення. Вартість транспортної продукції або вартість перевезення визначається сумою необхідних витрат транспортних підприємств або фірм на перевезення вантажів. Споживачі, купуючи транспортну продукцію, відшкодовують ці витрати у формі тарифів і фрахтових ставок, що є одночасно грошовим вираженням вартості транспортної продукції.

Результати досліджень показують низький рівень розробки і часто відсутність методичного забезпечення рішення задач для малих підприємств.

Результати дослідження. Вирішення транспортної задачі по обслуговуванню підприємства здійснено у декілька етапів.

На попередньому етапі була розв'язана практична задача із обслуговування підприємства.

Було визначено кількість транспортних засобів, необхідних для перевезення необхідної кількості сировини для виробництва за різних умов.

На основі розглянутих методів організації перевезень прийнято рішення розв'язати практичну задачу із обслуговування підприємства з метою наочно переконатись у доцільності розвитку логістичного підходу у розв'язанні задач практичного характеру.

Відповідно до умови задачі потрібно забезпечити постачання готової продукції з підприємства до споживачів.

З економічної точки зору доцільно вибрати варіант з мінімальною кількістю автомобілів (зменшуються витрати на: заробітну плату водія, обслуговування автомобілів, амортизацію автомобілів). Проте треба переконатись, що доставка продукції впишеться в поставленні часові рамки.

Запропонований алгоритм моделювання організації перевізного процесу дозволяє оптимізувати транспортно-логістичну схему підприємства, а методика розрахунку-розв'язувати практичні задачі із обслуговування підприємства, а саме - постачання сировини для виробництва та готової продукції споживачам.

Було визначено оптимальні маршрути та кількість транспортних засобів, необхідних для перевезення сировини для виробництва, зроблений висновок про доцільність утримувати склад та його розміри, що дає значну економію підприємству.

Розраховані маршрути, визначено вид транспортних засобів та їх кількість, що є оптимальними при обслуговуванні споживачів підприємства.

Висновки. Результати досліджень показують низький рівень розробки і часто відсутність методичного забезпечення рішення задач для малих підприємств.

Запропонований алгоритм моделювання організації перевізного процесу дозволяє оптимізувати транспортно-логістичну схему підприємства, а методика розрахунку-розв'язувати практичні задачі із обслуговування підприємства, а саме - постачання сировини для виробництва та готової продукції споживачам.

Було визначено оптимальні маршрути та кількість транспортних засобів, необхідних для перевезення сировини для виробництва, зроблений висновок про доцільність утримувати склад та його розміри, що дає значну економію підприємству.

Розраховані маршрути, визначено вид транспортних засобів та їх кількість, що є оптимальними при обслуговуванні споживачів підприємства.

Список літературних джерел

1. Терещенко О.П. Вплив частоти електромагнітних випромінювань радіочастотного діапазону на граничнодопустиму напруженість електричного поля-SWorld – December 2018. WORLD SCIENTIFIC AND TECHNICAL TRENDS. 2018, 6 с.

Терещенко Олександр Петрович - к.т.н., доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Поляков Андрій Павлович - д.т.н., професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: farv@inmt.vntu.edu.ua

*Худяков І. В.; Гришук І. В., д.т.н. проф.; Матейчик В. П., д.т.н., проф.;
Симоненко Р. В., к.т.н., доц.; Погорлецький Д. С.;
Черненко В. В.; Манжелей В. С.*

ДИСТАНЦІЙНА ІДЕНТИФІКАЦІЯ РЕЖИМІВ ПРАЦІ ТА ВІДПОЧИНКУ ВОДІЯ В СИСТЕМІ ІНФОРМАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

В статті розробляються сучасні методи і заходи, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль режиму праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ. Виконано аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні

Вступ. Сучасний стан розвитку інформаційно-комунікаційних технологій моніторингу руху транспортних засобів (ТЗ) дозволяє в умовах експлуатації забезпечувати розв'язання задач інформатизації робочих процесів завдяки стрімкому розвитку як інформаційних ресурсів, так і засобів комунікацій та інформаційних можливостей самих транспортних засобів [1, 2]. В основу інформаційних задач експлуатації транспорту покладена практична реалізація синергетичного об'єднання комп'ютерних ресурсів усіх учасників дорожнього руху в єдиному інформаційному просторі глобальної мережі Internet – від окремого транспортного засобу до корпоративного рівня транспортної організації.

Аналіз останніх досліджень. Більшість відомих систем моніторингу ТЗ, мають розвинений інтерфейс і дозволяють працювати з досить великими й складними мережами зв'язку і великими об'ємами даних [2 - 5]. Так, система моніторингу машин Caterpillar у своїй роботі використовує пристрої Product Link, що забезпечують двосторонній обмін інформацією між вбудованими системами спеціальної дорожньої техніки (СДТ) або ТЗ і комп'ютером власника СДТ через інтернет-портал Dealer Storefront [6, 7]. Відомо, що з 2006 р. використовується проект мобільної й спільної діяльності європейських мереж надзвичайної допомоги ТЗ - інтегрована система Mucarevent (ЕС) [6, 8]. Проект спрямований на розвиток конкуренції в сфері автосервісу й виходить із припущення, що бортова діагностична система OBD не завжди точно визначає можливі причини відмов автомобіля й тому потрібна додаткова інформація, у тому числі консультації експертів. Інтегрована система MRLN (США) [6, 9] використовується для військових транспортних засобів, наприклад система дистанційної мережевої логістики експлуатації MRLN випробовувалася в 2005 р. у реальних умовах експлуатації для колісних транспортерів Stryker сухопутних військ США. MRLN дозволяє використовувати можливості інтерактивних електронних технічних засобів IETM (Interactive Electronic Technical Manuals) і електронної експлуатаційної системи EMS (Electronic Maintenance System), що прийняті і використовуються в збройних силах США.

В Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті (ХНАДУ) розроблена загальна експлуатаційна класифікація умов роботи ТЗ [2, 3], що базується на офіційних регламентуючих документах. Для її реалізації спільно з фахівцями Херсонської державної морської академії (ХДМА) і Національного транспортного університету (НТУ) розроблений ППК «IdenMonDiaOperCon «HNADU-16»» для здійснення ідентифікації, моніторингу параметрів технічного стану, діагностування, ідентифікації умов експлуатації транспортних засобів в умовах ITS [4].

Компанія-виробник Mobileye [10] надає апаратно-програмний комплекс допомоги водієві, за допомогою використання даних з відеокамери і бортового комп'ютера (датчик швидкості, сигнали повороту, датчик гальма тощо). Відомі також компанії Bosch Mobility

Solutions [11] і TRW Automotive [12], що розробляють рішення для підвищення безпеки пасажирів та інших учасників дорожнього руху у швидко зростаючому сегменті сучасних систем допомоги водієві.

В частині комплексного контролю експлуатації ТЗ основним недоліком названих систем і програм є відсутність одночасної оцінки дотримання режиму праці та відпочинку водія (РПВВ), фізичного стану водія, неможливість забезпечення взаємозв'язку між витратою палива ТЗ, параметрами технічного стану ТЗ та РПВВ, обмеженість функціональних можливостей складових компонентів, неможливість раціонального управління експлуатацією ТЗ з урахуванням дорожніх і експлуатаційних умов в оперативному режимі [13] тощо.

Постановка задачі. Розробка сучасних методів і заходів, що дозволяють здійснювати дистанційний контроль РПВВ в системі інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ. Для цього потрібно виконати аналіз можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ в Україні і формування структурної схеми проведення подальшого дослідження і формування інформаційної системи для можливого одночасного урахування особливостей конструкції і оснащення ТЗ, режимів експлуатації ТЗ, РПВВ, фізичного стану водія та забезпечення їх системної взаємодії в умовах експлуатації.

Основний матеріал. Одним із можливих перспективних варіантів систем моніторингу ТЗ в умовах експлуатації є використання, розробленої спільно ХДМА, НТУ і ХНАДУ інформаційної моделі ІПК управління безпекою і працездатністю ТЗ («Motor Vehicle Safety and Performance Management» (в подальшому - MVSPM)) [13]. Система має особливість, що полягає в одночасному моніторингу безпосередньо параметрів ТЗ, забезпечує дистанційну перевірку РПВВ, фізичний стан водія, екологічні показники ТЗ, порушення швидкісного режиму тощо сучасним ІПК у процесі визначення параметрів технічного стану ТЗ засобами ITS.

Для виконання аналізу можливостей систем моніторингу сучасних вантажних ТЗ в Україні був проведений моніторинг параметрів технічного стану ТЗ і РПВВ на основі ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841LS, реєстраційний номер АА5113ТА, під час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна). На протязі руху ТЗ на відстані 3027,66 км проводилась фіксація основних експлуатаційних параметрів ТЗ та РПВВ існуючими в Україна методами спостереження в реальному часі.

Основні результати моніторингу ТЗ Mercedes-Benz Actros 1841LS показані в табл. 1 і на рис. 1.

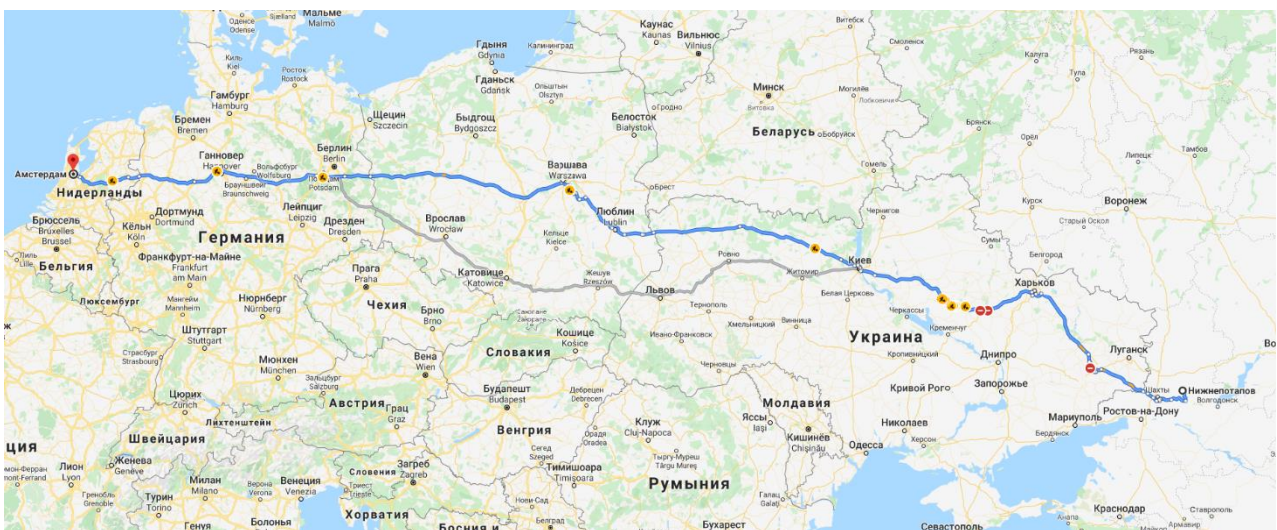


Рисунок 1 – Трекінг ТЗ на мапі спостереження час рейсу ТЗ за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнєпотапів (Україна)

Реєстрація витрати палива проводилась додатковими технічними засобами, встановленими на ТЗ. Крім того проводилась реєстрація РПВВ вказаного ТЗ в умовах експлуатації. На рис. 2 показані основні результати моніторингу параметрів витрати палива і РПВВ під час дослідного спостереження.

В результаті проведеного аналізу отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ [14], а саме витрати палива, швидкості та РПВВ, можливо впевнено говорити, що:

- параметрам технічного стану ТЗ, окрім витрати палива і швидкості, в практиці експлуатації вантажних ТЗ в Україні, приділяють недостатньо уваги;

- в автоматичному режимі, одночасно з параметрами технічного стану ТЗ, у власника ТЗ не проводиться реєстрація РПВВ в реальному часі експлуатації ТЗ. Це робиться після закінчення рейсу. Тобто спостерігати за зміною параметрів ТЗ при наявності точної інформації про РПВВ водії ТЗ не можливо;

- у результаті моніторингу параметрів стану ТЗ видно у власника, що параметри витрати палива ТЗ мають зв'язок тільки із середньою швидкістю ТЗ, але виводяться на реєстрацію вони у вигляді середніх значень витрати палива, що на сьогоднішній час не достатньо. До інших параметрів стану ТЗ доступу власники ТЗ не мають. Моніторинг параметрів ТЗ здійснюється на основі договорів. Реєстрація параметрів РПВВ здійснюється за допомогою приладів в кабіні ТЗ без можливості дистанційного моніторингу.

Таблиця 1 – Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ час рейсу за маршрутом Амстердам (Нідерланди) – Нижнеспотапів (Україна)

Дата	Тривалість водіння	Тривалість відпочинку	Пробіг	Рівень палива, початок	Рівень палива, кінець	Різниця	Середня швидкість	Середня витрата палива
	годин	годин	км	літр	літр	літр	км/год	літр/100 км
10.12.19	0:03:00	23:57:00	0,540	897,00	1150,00	253,00		
11.12.19	11:09:00	12:51:00	721,350				65,01	29,4
12.12.19	8:10:00	15:50:00	567,880				70,1	29
13.12.19	3:39:00	20:21:00	255,890				75,48	28
14.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
15.12.19	0:00:00	23:59:59	0,000					
16.12.19	0:11:00	23:49:00	4,940					
17.12.19	0:18:00	23:42:00	1,190					
18.12.19	7:55:00	16:05:00	541,560				71,72	28,6
19.12.19	15:20:00	8:40:00	911,485				59,96	31
20.12.19	0:10:00	23:50:00	6,105					
21.12.19	0:22:00	23:38:00	4,285					
22.12.19	0:15:00	23:45:00	7,300					
23.12.19	0:21:00	23:39:00	5,135	504,00	1150,00	646,00		
РАЗОМ:	47:53:00	288:07:00	3027,660			899,00	66,7	29,9

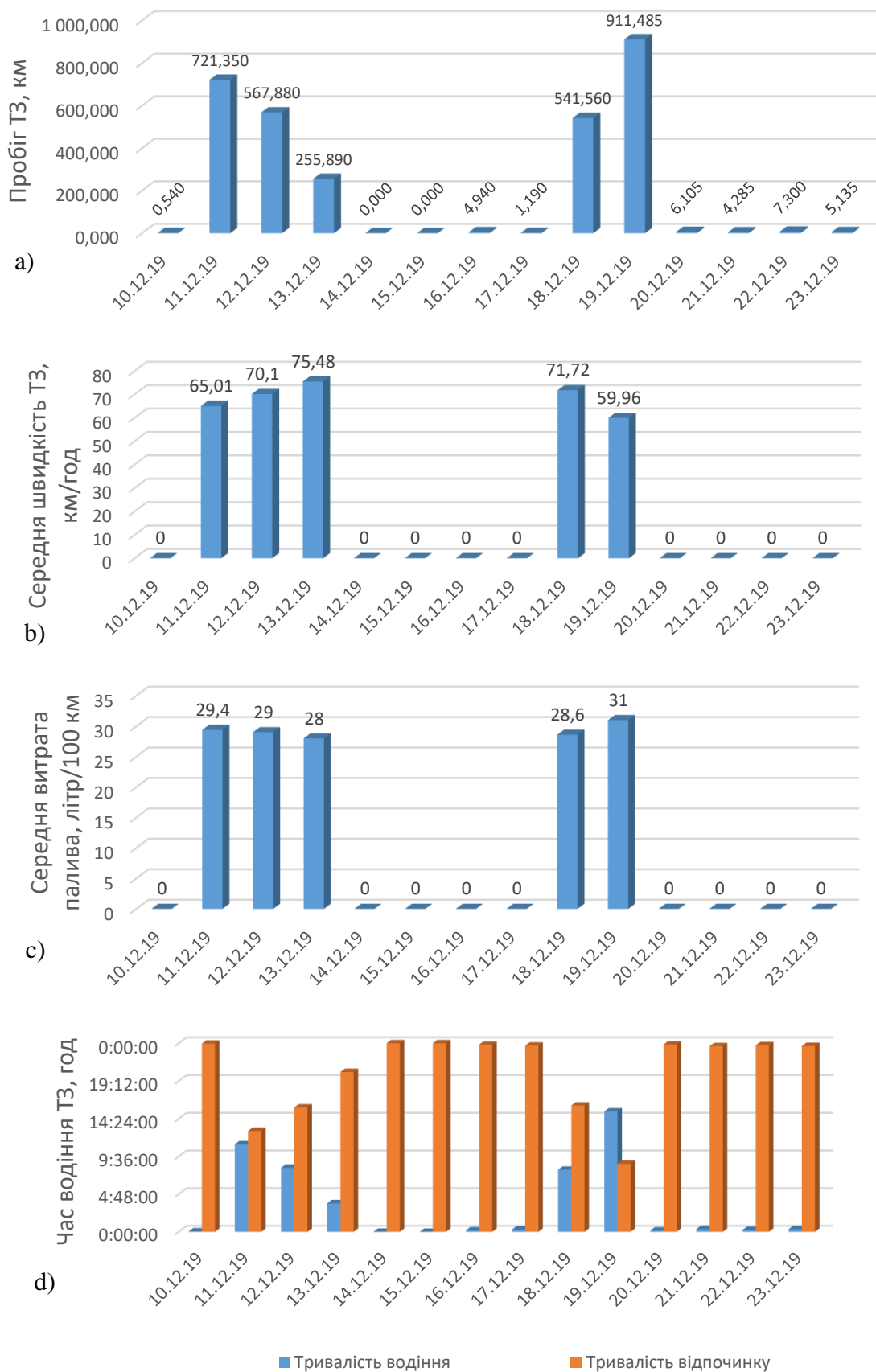


Рисунок 2 – Моніторинг основних параметрів експлуатації ТЗ
 а) результати реєстрації пробігу ТЗ під час спостереження, б) середня швидкість,
 в) середня витрата палива, г) результати реєстрації основних режимів праці та відпочинку водія за період спостереження

Таким чином, існуючі в Україні системи дистанційного моніторингу параметрів стану ТЗ і РПВВ на сьогоднішній день, не забезпечують можливості отримати системну інформацію в достатньому обсязі про зміну параметрів стану ТЗ у відповідності до змін РПВВ і кваліфікації і досвіду водіїв.

Для вирішення вказаної задачі авторами пропонується провести дослідження, яке ставить за мету встановлення і розробку системних методів і засобів, дозволяючих проводити дистанційний моніторинг технічного стану вантажного ТЗ (автобуса) і РПВВ водіїв, з урахуванням умов їх експлуатації. Система моніторингу повинна охоплювати основні задачі дослідження у частині формування інформаційної моделі РПВВ, технічного стану ТЗ, умов експлуатації ТЗ і можливості здійснення дистанційного оцінювання зміни РПВВ в залежності від стану ТЗ з урахуванням умов експлуатації.

Висновки. Виконаний аналіз особливостей дистанційного визначення режимів праці та відпочинку водія в системі інформаційного моніторингу транспортних засобів в Україні. Проведено аналіз отриманих результатів моніторингу параметрів технічного стану ТЗ, а саме витрати палива, швидкості та РПВВ. Запропонована розробка системи інформаційного моніторингу технічного стану ТЗ і РПВВ в умовах експлуатації.

Список літературних джерел

1. Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Комов О.Б., Грицук І.В. Організація технічної експлуатації автомобілів в умовах формування інтелектуальних транспортних систем // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х. : НТУ «ХПІ». 2013. № 29 (1002). с.138-144.
2. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Шурко Г.К., Волков Ю.В. Особливості формування методики застосування класифікації умов експлуатації транспортних засобів в інформаційних умовах ITS // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Транспортне машинобудування. Х. : НТУ «ХПІ», 2017. № 14 (1236). С. 10–20.
3. Говорущенко Н.Я. Туренко А.Н. Системотехніка транспорту (на прикладі автомобільного транспорту) Харків: РІО ХГАДТУ, 1999. – 468 с.
4. Волков В.П., Грицук І.В., Грицук Ю.В., Волков Ю.В., Володарець М.В. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів Монографія Харків: Вид-во Панов А. М., 2018. - 298 с.
5. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей Харків: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 2014. – 312 с.
6. Golovin S.F. (2008), "Technical service transport machinery and equipment", ["Techniceskij servis transportnich machin"], Moskva. Alfa M. INFRA - M, 2008, 288p.
7. (2014), "Remote Monitoring System / Zeppelin - Car", ["Sistema udalennogo monitoringa / Zeppelin - Car"], :http://www.zeppelin.ua/products/automatic_monitoring/ 21.02.2014.
8. (2014), "Automotive", ["SAE internationalTM"], <http://www.sae.org/automotive/> 21.02.2014.
9. Maintainer's Remote Logistics Network. MRLN Remote Diagnostics. Press Release: Ruggedized Command & Control Solutions (Division of L-3 Communications). San Diego, California. 2004. 3 p.
10. Mobileye. [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.mobile-eye.ru/> (дата звернення: 07.11.2017).
11. Bosch Mobility Solutions. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.bosch-mobility-solutions.com/en/> (дата звернення: 07.11.2017).
12. TRW Automotive. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.trw.com/> (дата звернення: 07.11.2017)
13. Худяков І.В., Симоненко Р.В., Манжелей В.С., Черненко В.В. Особливості формування та аналізу інформаційних структур системи моніторингу параметрів технічного стану транспортних засобів у взаємодії з тахографом // Системи і засоби транспорту. Проблеми експлуатації і діагностики: монографія Blatnický Miroslav, Dižo Ján, Gerlici Juraj та

ін.; за наук. ред. проф. Грицука Ігоря. Херсон : ХДМА, 2019. с. 250-259.

14. Дмитриченко М.Ф., Матейчик В.П., Грищук О.К., Цюман М.П. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: навч. посіб. К.: НТУ, 2014. С.168.

Худяков Ігор Валентинович – старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: igor.khudiakov563@gmail.com

Грищук Ігор Валерійович – д. т. н., професор, кафедра «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: gritsuk_iv@ukr.net

Матейчик Василь Петрович – д. т. н., професор, кафедра «Екології і безпеки життєдіяльності», Національний транспортний університет, e-mail: wmate@ukr.net

Симоненко Роман Вікторович – к. т. н., доцент, кафедра «Двигуни і теплотехніка», Національний транспортний університет, E-mail: rsum1975@gmail.com

Погорлецький Дмитро Сергійович – старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: dimon150582@gmail.com

Черненко Валентина Володимирівна старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: v.chernenko18@gmail.com

Манжелей Вмктор Стефанович старший викладач кафедри «Експлуатації суднових енергетичних установок», Херсонська державна морська академія, e-mail: cevikman@i.ua

Цимбал С. В., к.т.н., доц.; Копитко М. С.

ОЦІНКА ТА РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ВИРІШЕННЮ ПРОБЛЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ В УКРАЇНІ

В роботі визначено актуальні проблеми, які оцінюють експлуатаційний стан електромобілів

Вступ. Такий екологічний транспорт як електромобіль вже давно здобув популярність у світі, та набирає популярності як серед українських транспортних компаній так і серед пересічних водіїв. На сайті ElectroCars [6] повідомляється, що станом на 1 січня 2020 року офіційно в Україні було зафіксовано 7 568 електромобілів, а з кожним днем їхня кількість зростає.

В Україні ця цифра незначна у порівнянні з Китаєм, де лише за минулий рік кількість зареєстрованих «зелених» авто збільшилася до 800 тис. одиниць. Однак, як зазначають в ElectroCars, кількість електричних авто в Україні – на рівні Португалії з її 10 мільйонним населенням.

Результати дослідження. До основних проблем з якими зустрілися власники електромобілів належать:

1. Дороге задоволення - вартість електромобілів – це один з основних факторів, який стримує від їх придбання. Ціна нового електрокара (про вторинний ринок у даному випадку не йдеться) у середньому в 1,5–2 рази вище, ніж аналогічного за класом автомобіля з бензиновим або дизельним двигуном.

Наприклад, новий Volkswagen e-Golf коштує близько 1 млн грн. Ціна звичайного Golf в українських автосалонах – від 484 000 грн. Вартість електричного KIA Soul – 935 000 грн, ціна KIA Soul з ДВС починалася з позначки в 450 000 грн. Renault Kangoo Z.E. коштує майже 1,1 млн грн. Його бензиновий аналог Renault Dokker Van – 322 000 грн, що майже втричі менше.

2. Залежність від розетки - досить низька автономність – це дійсно вада електромобілів. Навіть хвалена Tesla, у якій заявлено запас близько 500 км, насправді може «з'їсти» батарею вдвічі швидше. Було б бажання. Рядові цивільні електрокари (Nissan Leaf, Renault Zoe, KIA Soul EV) на одному заряді проїжджають 120–150 км.

3. Ремонтувати дорого – якщо техобслуговування автомобіля – процес досить-таки простий і не дуже витратний, то серйозний ремонт може влетіти в «копієчку». Найдорожчий елемент електрокара – батарея. З огляду на її поступову деградацію, для 7–8-річного авто (перші серійні партії Nissan Leaf, наприклад, якраз такого віку) бажана заміна. Вартість акумулятора – \$3000–6000. До того ж не кожна СТО візьметься за його перевстановлення.

Вирішення першої задачі дозволяє швидко окупити вартість автомобіля під час тривалої експлуатації. Тобто, висока ціна – це ніщо, в порівнянні з економією з якою зустрічаються власники при живленні автомобіля.

Для вирішення другої задачі необхідно використати комплексне рішення яке забезпечить зарядку електромобіля у будь-якому місці та у будь-який час.

Вирішення третьої задачі потребує налагодження продуктивного співробітництва з міжнародними постачальниками-виробниками деталей для електромобілей. Також будівництво станцій технічного обслуговування, що спеціалізуються на ремонті та проведенні діагностики популярних марок електромобілів.

Глобально проблему з передбачається розв'язати шляхом:

- впровадження новітніх технологій, що передбачають використання теплових насосів, електричного теплоакумуляційного обігріву та гарячого водопостачання;

- використання енергії сонця та геотермальної енергії;
- розвитку вітроенергетики, малої гідроенергетики і біоенергетики;
- зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища;
- створення сприятливих умов для залучення вітчизняних та іноземних інвестицій [2].

Оскільки одним зі складних завдань є проблемність цілодобової зарядки в місцях паркування, для досягнення поставленої мети пропонується побудова наступного комплексу.

Mode 1 – найбільш базовий. Це зарядка змінним струмом від побутової мережі, коли в звичайну розетку вмикається кабель без додаткових захисних пристроїв

Mode 2 – те ж саме, що і перший варіант, але із застосуванням фірмового кабелю із захистом

Mode 3 – зарядка змінним струмом підвищеної потужності із використанням окремої розетки, яка по суті є спеціальною зарядною станцією

Mode 4 – найшвидший на даний момент спосіб зарядки електрокара. На відміну від попередніх варіантів, тут використовується постійний струм

Крім традиційних способів зарядки електромобіля постійно впроваджують різні ноу-хау, такі як, дорога яка може заряджати автомобілі на ходу.

Електродороги будуються у Швеції (рис. 1), Китаї та інших прогресивних країнах які відчувають потребу в вирішенні проблем парковочних місць біля стаціонарної зарядки або ж проблеми з швидким розрядження суперконденсаторів і мають постійно підтримувати заряд в транспорті. Розробники швидкісної автодороги в Англії Highway England теж пропонують водіям електромобілів заряджати свої машини на ходу. Це рішення дозволить зекономити час на зарядці автомобіля, адже процес підзарядки проходитиме фактично «на колесах». Автомобілі будуть оснащені спеціальним обладнанням для бездротової підзарядки і їздитимуть по спеціальному дорожньому полотну з електромагнітним полем, яке буде заряджати автомобіль знизу. Випробування цієї дороги стартували 18 місяців тому.

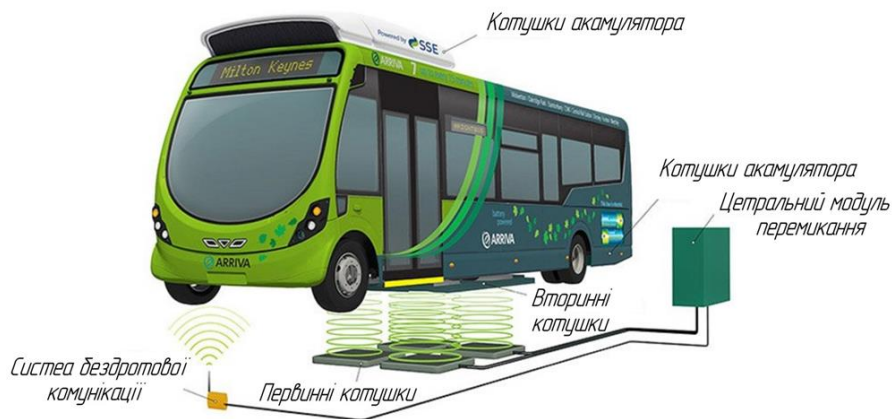


Рисунок 1 – Принцип роботи дороги живлення

Висновки. Автомобільні технології стрімко розвиваються і ми повинні підтримувати технології з низьким викидом вихлопних газів на дорогах України. З вирішенням даних завдань ми матимемо більший попит на електрокари, адже на даний момент, краще автомобілів з електричним приводом, в якості альтернативи ДВЗ не придумано нічого. Електромобілі мають більший крутний момент, більшу швидкість, більшу динаміку.

Якщо ще пару років назад можна було стверджувати, що для масового використання електромобілів недостатньо розвинена інфраструктура, то сьогодні, а тим більше в умовне завтра це вже не аргумент. Якщо зарядні станції електромобілів в достатній кількості будуть в кожному великому місті, на головних магістралях країни, на периферійних шосе і їх число неухильно зростатиме то розраховавши маршрут, подорожувати на електромобілі можна по всій країні і навіть за її межами.

Список літературних джерел

1. Високовольтне майбутнє: за що українці люблять електромобілі [Електронний ресурс] <https://mind.ua/publications/20192564-visokovoltne-majbutne-za-shcho-ukrayinci-lyublyat-elektromobili>
2. HEVCars "Заряджаємо електромобіль - основні типи зарядних станцій і роз'ємів зарядних пристроїв " [Електронний ресурс] <https://hev cars.com.ua/reviews/zaryazhaem-elektromobil-osnovnyie-tipy-zaryadnyih-stantsiy-i-razemov/>
3. Autogeek "Типи зарядок електромобілів: який вибрати, щоб зарядитись в Україні" перший електромобільний [Електронний ресурс] <https://autogeek.com.ua/tipyi-zaryadok-elektromobiley-kakoy-vyibrat-chtobyi-zaryazhatsya-v-ukraine/>
4. NOVATE "У Китаї відкривається дорога, яка зможе заряджати електрокари на ходу" [Електронний ресурс] <https://novate.ru/blogs/241217/44180/>
5. GOV.UK "Позашляхові випробування за технологією "електричних доріг" [Електронний ресурс] <https://www.gov.uk/government/news/off-road-trials-for-electric-highways-technology>
6. ElectroCars "Зарядні станції для бізнесу та приватного використання"[Електронний ресурс] <https://electrocars.ua/2756-2/>

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Копитко Михайло Сергійович – студент групи ІАТ-16б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at16b.kopitko@gmail.com

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ЇЗДИ ПО МІСЬКІЙ ВУЛИЦІ

В роботі визначено параметри, які оцінюють загальний стан елементів дорожньо-транспортної ситуації. Розроблено модель дій для безперервної їзди транспортних засобів по міській вулиці

Вступ. Абстрактні зелені хвилі в міських умовах вважаються корисними як для водіїв, так і для навколишнього середовища. Вони зменшують затримки і зменшують забруднення. Для отримання цих переваг важливо визначити оптимальну мережу.

Використання зелених хвиль для контролю руху вважається перспективним способом зменшення затримок та викидів. Узгоджені перехрестя забезпечують більшу пропускну здатність для основних напрямків і, як результат, забезпечують коротші затримки. Рух потоків стає більш плавним, а викиди забруднюючих речовин повітря, такі як CO₂ знижуються в межах 10% - 40% [1].

Результати дослідження. На етапі проектування та управління міським рухом часто трафік руху вважається детермінованим і проходячи через мережу зі швидкістю вільного потоку часто зустрічаються затори. Однак затримані транспортні засоби, які чекають на перехрестях, також повинні бути враховані, тобто транспортні засоби з бічних доріг можуть прибувати протягом червоного часу та утворювати чергу, яка перериває потік транспортних засобів, що рухаються зеленою хвилею і отже, водії з головної дороги приїдуть до наступного перехрестя пізніше, ніж якби вони йшли зі швидкістю вільного потоку. Це може призвести до подальшого зриву зеленої хвилі і, отже, до більш тривалих затримок. Більше того, це теж є можливо, що черга транспортних засобів, які чекають на перехресті, довга і не очищається під час зеленого за раз. З цих причин реальну поведінку руху слід враховувати на етапі проектування.

Один із способів зробити це - використовувати модель трафіку. Однак поки це не корисний інструмент для прогнозування продуктивності мережі, це трудомістко і, отже, не дуже підходить для оптимізації мережі.

У цьому документі ми оптимізуємо тандем перехресть, що працюють під управлінням руху фіксованого циклу. Для цього ми використовуємо стохастичну модель. У цій моделі ми враховуємо випадковості поведінки водіїв та процесів приходу до мережі. Це можна розглядати як розширення світлофорової моделі нерухомого циклу.

У нашій моделі ми розглядаємо кожну смугу мережі окремо. Вхід для моделі складається з червоних та зелених сигналів.

В проектуванні умовної зеленої хвилі використовувались такі марки автомобілів, як Ford Sierra, Skhoda Fabia, Fiat Fiorino та їхні технічні показники, а саме: максимальна швидкість; передаточне число головної передачі; ККД трансмісії; маса автомобіля; максимальний опір дороги; максимальна частота обертання колінчастого валу; радіус колеса; максимальний крутний момент; передаточне число роздавальної коробки; коефіцієнт опору повітря; коефіцієнт опору кочення; сила тяжіння; максимальна потужність.

Показники опору повітря та ККД трансмісії різних типів автомобілів наведені в таблиці 1.

Прискорення автомобіля знаходимо за формулою:

$$J_n = (D_n - f_0 \left(1 + \frac{v_n^2}{1500} \right)) \frac{g}{8} \quad (1)$$

Таблиця 1 – Показники різних типів автомобілів

Тип авто	Опір повітря	ККД трансмісії
Гоночні	0,13...0,15	0,92...0,95
Легкові	0,15...0,3	0,87...0,92
Вантажні	0,4...0,6	0,8...0,87
Автобуси	0,25...0,4	0,82...0,87
Автопоїзда	0,55...0,85	0,8...0,85

Після чого склали співвідношення параметрів які впливають на розгінні властивості транспортного засобу. Кут повороту (рисунок 1) теж впливає на розгінні властивості, а саме на максимальну швидкість до якої розганяються водії при повороті, результати спостережень наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вплив кута повороту на максимальну швидкість руху

α	V_{\max} , км/год
$>60^\circ$	35
$>40^\circ$	40
$0... 40^\circ$	55

Також в результаті досліджень було виявлено час реакції водія, який складає 0,5...2 с та сильно коректує час початку руху.

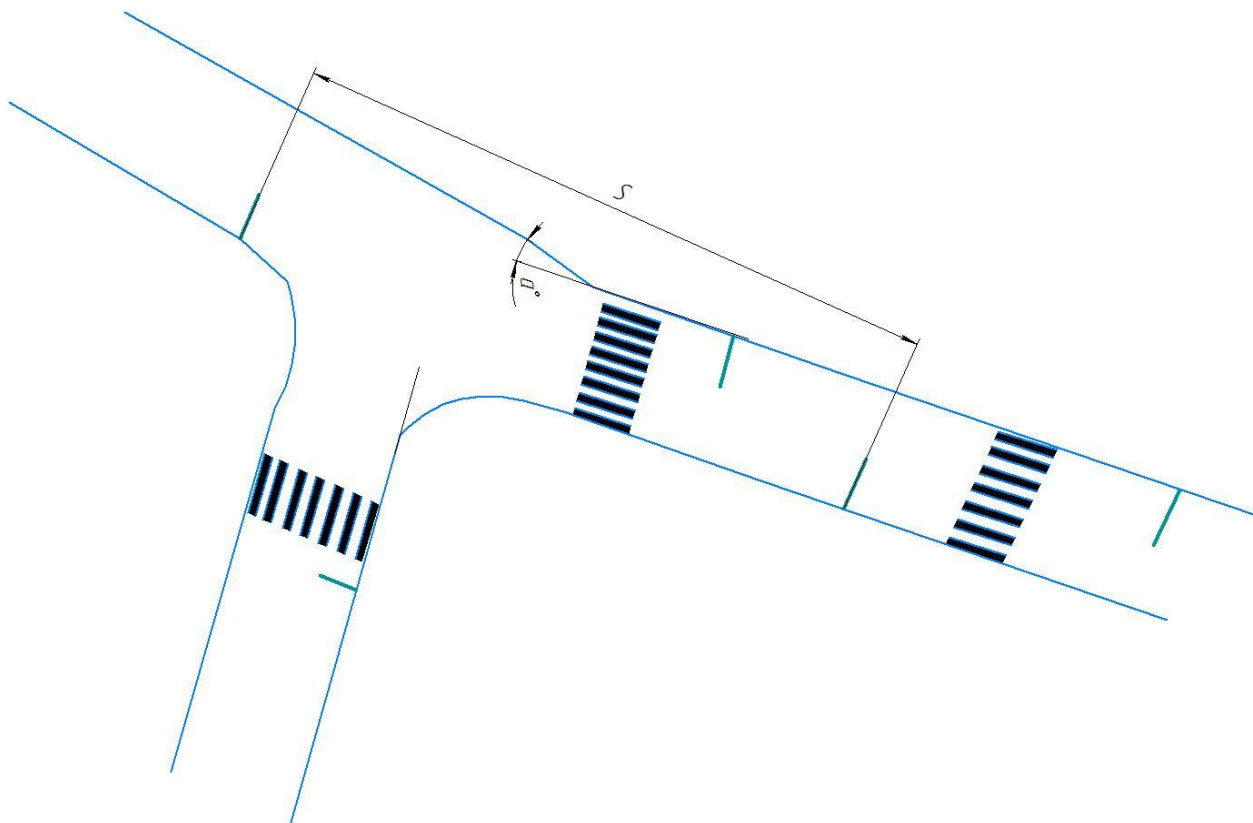


Рисунок 1 – Вплив кута повороту дороги на швидкість руху

Кінцевою формулою є загальний час їздки транспортного засобу між світлофорами. Якщо $L_{\text{прискорення}} < L_{\text{загальне}}$, то

$$t_{\text{їздки}} = \frac{L_{\text{загальне}} - L_{\text{прис.}}}{v} * t_{\text{прис.}} \quad (2)$$

Якщо $L_{\text{прискорення}} > L_{\text{загальне}}$, то

$$t_{\text{їздки}} = \frac{L_{\text{прис.}} - L_{\text{загальне}}}{V} * t_{\text{прис.}} \quad (3)$$

Шлях який потрібен для розгону:

$$S_{\text{роз}} = \frac{k * G * V_n^2}{26 * g * (P_k - P_{on})} \quad (4)$$

Час який потрібен для розгону

$$t_{\text{роз}} = \frac{k * G * V_n}{3,6 * g * (P_k - P_{on})} \quad (5)$$

Висновки. Проаналізувавши міський рух розробили модель дій для безперервної їзди транспортних засобів по міському шосе. Алгоритм розробки включає в себе темп руху авто, розгінні властивості та ландшафт маршруту. Дана розробка перспективним є способом зменшення затримок та викидів.

Список літературних джерел

1. Біліченко В.В. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навчальний посібник / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 163 с.
2. <https://www.wired.com/2010/09/traffic-lights-adapt/>
3. <https://www.greencarcongress.com/2020/01/20200129-audio2i.html>

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Копитко Михайло Сергійович – студент групи ІАТ-16б, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: 1at16b.kopitko@gmail.com

Цимбал С. В., к.т.н., доц.; Окаєвич О. М.

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВ

В роботі визначено функції конкурентоспроможності автосервісних підприємств. Проведено класифікацію факторів конкурентоспроможності автосервісних підприємств

Вступ. Під конкурентністю автосервісних підприємств слід розуміти ефективність, ступінь динамічності пристосування підприємства до змінювальних умов зовнішнього середовища.

Позитивне значення конкуренції відносно автосервісних підприємств проявляється в ряді функцій, які вона виконує: конкуренція виступає засобом досягнення збалансованості між попитом та пропозицією; конкуренція стимулює підвищення якості задоволення послуг; конкуренція спонукає підприємців постійного вдосконалення технічної бази виробництва; конкуренція впливає на формування ринкової ціни.

Стосовно визначення конкуренції відносно автосервісних підприємств можна сказати, що конкуренція безпосередньо впливає на ефективність виробництва, забезпечуючи поліпшення якості та розширення номенклатури пропонуємих послуг, виконує роль збалансованого співвідношення потреб в послугах та наданню їх [1].

Порушення конкурентно-ринкового механізму зумовлює невиправдане підвищення цін, тому в умовах самостійності господарських одиниць конкуренція відіграє важливу роль.

Результати дослідження. Конкурентна ситуація на ринку призводить до того, що підприємства, які прагнуть з успіхом працювати, повинні не лише реагувати на зміни оточуючого середовища, а й намагатися змінити його. У відповідності до цього, завдання підприємства полягає не лише у вивченні конкурентного середовища, а й у виборі позиції в межах галузі. За словами М. Портера, цей термін містить у собі не лише визначення місця на ринку, а й "підхід підприємства в цілому до конкуренції" [2].

Конкурентна перевага в загальному випадку за Ж.Ж. Ламбенем [3] ділиться на дві широкі категорії: зовнішні і внутрішні.

За стандартним підходом конкурентна перевага "зовнішня" створює цінність для споживача при умові її базування на високій якості товару (послуг).

Конкурентна перевага "внутрішня" створює цінність для виробника. Внутрішні переваги забезпечують підприємству вищу рентабельність.

Конкурентна перевага формується багатьма факторами і досягається через пропозицію споживачам послуг за нижчими або вищими цінами, або за рахунок надання більших вигод, які у достатній мірі компенсують вищі ціни на послуги.

Як конкурентну перевагу можна розглядати ефективне володіння патентами, якісний менеджмент тощо.

На сьогоднішній день найгострішою є проблема взаємодії підприємств з конкурентами. Вихід з тяжкої фінансової кризи можливий лише при створенні конкурентоспроможного виробництва, зокрема підприємств.

Існують поняття конкурентоспроможності та конкурентостійкості автосервісного підприємства. Чим більше потенційні і реальні можливості підприємства по наданню якісних конкурентоспроможних послуг, тим більше її конкурентостійкість.

Конкурентостійкість характеризує динамічний процес специфічних відношень між автосервісними підприємствами, тобто стабільність положення на ринку одного стосовно другого. Следством цього є постійна зацікавленість, що сторони виявляють одне до одного, спостереження за діями суперника. В деяких аспектах суперники можуть стати партнерами на

певний час у конкретних ситуаціях, що дасть конкурентну перевагу обом та можливість задовільнити попит.

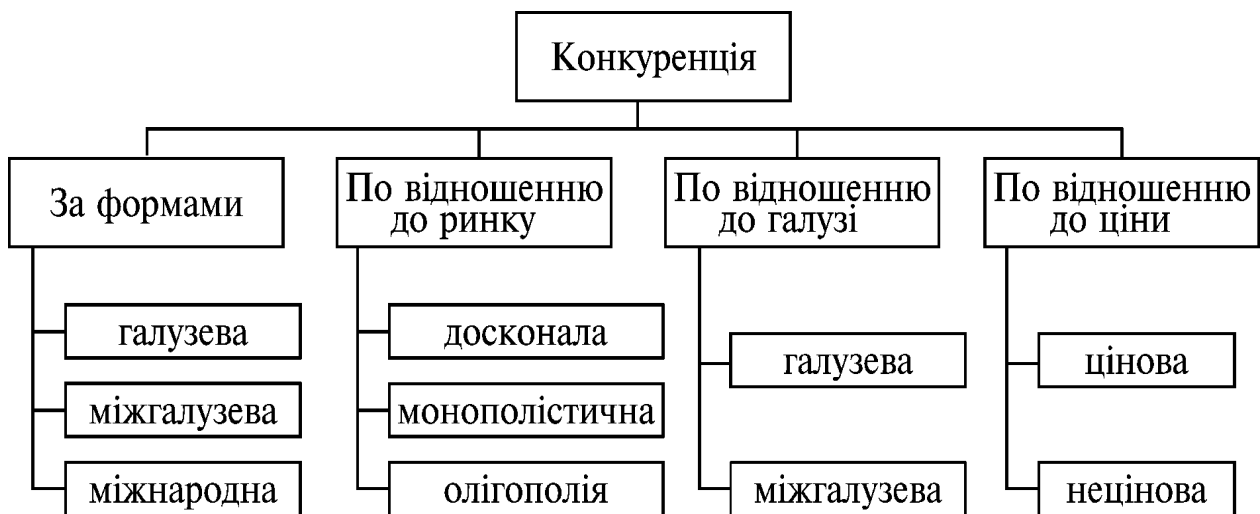


Рисунок 1 – Структуризація форм і видів конкуренції

Економічна сутність конкурентоспроможності автосервісного підприємства полягає у здатності прибутково завойовувати та утримуватись у сегменті ринку послуг.

Для більшості фахівців поняття конкурентоспроможності асоціюється з її експортними можливостями у певній галузі.

Для визначення перспективності та подальшого напрямку розвитку всі фактори конкурентоспроможності автосервісних підприємств можливо розділити на кілька великих груп, серед яких:

- людські ресурси (кількість, кваліфікація, вартість робочої сили, менеджмент);
- фізичні фактори (кількість, якість, доступність і вартість основних природних ресурсів, а також кліматичні умови, географічне положення);
- фактор знань (наукових, технічних, ринкової інформації);
- фінансові ресурси (сума і вартість капіталу, який може бути направлений на розвиток та удосконалення виробничого потенціалу підприємств).

Одержання конкурентної переваги на основі факторів залежить від того, наскільки ефективно вони використовуються. Це в свою чергу залежить, наскільки підприємства мобілізують названі вище фактори та від загального рівня менеджменту.

Нові підходи у теорії конкурентоспроможності враховують особливість конкурентних переваг змінюватись у часі, що пов'язано з появою нових методів конкурентної боротьби: надання нових послуг автосервісними підприємствами, виявлення нових сегментів ринку, нових сфер впливу на роботу один одного.

Фактори конкурентоспроможності автосервісних підприємств умовно діляться на дві групи, кожна з них має свої підрозділи: фактори, що контролюються та ті, що не підлягають контролю (рис. 2).

До факторів конкурентоспроможності, на які впливає підприємство можна віднести: стратегію його функціонування, якість транспортних послуг, технологію проведення технічного обслуговування та поточного ремонту, навчання та підвищення кваліфікації працівників, загальні витрати АТП.

До другої групи, тобто факторів, що не контролюються підприємством відносяться: державні (система оподаткування, законодавча база транспортної галузі, освіта та навчання фахівців транспортної галузі); ринкові (вартість матеріально-технічного забезпечення, попит на автотранспортні послуги); природні (екологія).

Слід зосередити свою увагу на факторах, які контролюються підприємством і покращити їх значення. Одним з таких факторів є якість послуг, які надає автосервісне

підприємство, що найбільш відображається на подальшій ефективній роботі підприємства, його конкретних перевагах та збільшенні клієнтської бази.



Рисунок 2 – Класифікація факторів конкурентоспроможності автосервісних підприємств

У зв'язку із загостренням конкуренції на ринку транспортних послуг проблема зниження витрат на технічну підготовку рухомого складу набула особливої гостроти. Величина вказаних витрат багато в чому залежить від рівня розвитку автосервісного підприємства, форм організації і управління, оснащеності підприємств технологічним обладнанням, укомплектованості персоналом в залежності від видів і об'ємів робіт та інших факторів, що забезпечують конкурентну здатність комерційних послуг. Низька якість послуг і висока ціна за виконану роботу свідчить про наявність негативних тенденцій у розвитку сучасної системи автосервісного обслуговування і, як правило, не задовольняє потреб споживачів послуг.

У ринкових умовах щоб в середовищі конкуренції завойовувати ринок можна лише забезпечивши якість послуг. До якості послуг відносять якісне технічне обслуговування і ремонт, а також відносини з клієнтами.

Якість послуг прямо впливає на конкурентоспроможність підприємства: чим вища якість послуг, тим конкурентоспроможнішим є автосервісне підприємство на ринку у порівнянні з іншими аналогічними підприємствами.

Висновки. Підвищення якості послуг забезпечується стрункою системою управління виробництвом, яка базується на загальних законах управління, системному підході, організаційних принципах концентрації, спеціалізації і кооперування, а також оптимізації виробничих процесів, які забезпечують фінансовий успіх і ефективне функціонування виробництва.

Одним із ефективних напрямків підвищення конкурентоспроможності підприємства є забезпечення якості послуг на основі оптимізації виробничих процесів. Комплексний підхід,

який базується на глибокому аналізі виконуваних операцій і оптимізації виробничих процесів, дозволяє виробити науково-практичні рекомендації для вирішення проблеми підвищення конкурентоспроможності автосервісних підприємств та інтеграції якості в бізнес-систему.

Список літературних джерел

1. Бобров В.Я. Основи ринкової економіки / В. Я. Бобров. – К., 1995, 205 с.
2. Портер Майкл Е. Стратегія конкуренції. Пер. з англ. А.Олійник, Р. Скільський / Портер Майкл Е. – К.: Основи, 1998. – 390 с.
3. Жан-Жак Ламбен Стратегічний маркетинг. Европейская перспектива. [Пер. с французского] / Жан-Жак Ламбен. – СПб-М.: Наука, 1996. – 89 с.

Цимбал Сергій Володимирович – к.т.н., доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Окаєвич Олег Миколайович – студент групи ІАТ-18м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: at18mokaevich@gmail.com

Цись О. О., к.пед.н.; Кучма О. І., к.т.н., доц.; Хлівний О. О.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ САД-СИСТЕМИ КОМПАС-3D У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОФІЛЮ

У роботі представлений аналіз системи Компас-3D на етапах розробки ескізів та формування 3D-моделей у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю. Аналіз програми ґрунтувався на комфортності роботи і функціональних можливостях.

У теперішній час більшість проектних організацій у своїй діяльності активно використовують САД-системи, для вирішення різних завдань проектування і конструювання. Існує велика кількість різних програмних продуктів (систем автоматизованого проектування, САД-систем), спрямованих на скорочення термінів розробки нових виробів, зменшення їх собівартості та підвищення якості продукції. Найвідоміші з них: AutoCAD, PTC Creo, SolidWorks, Компас-3D, CATIA. Більшість із них призначені для оптимізації й інтенсифікації виробничих процесів промислових підприємств різних галузей і видів діяльності, і активно ними використовуються. [1]

Це, зі свого боку, вимагає від закладів вищої освіти, які займаються підготовкою інженерних кадрів, а також інженерів-педагогів, інтегрувати дані програмні продукти у навчальний процес. Тому необхідно приділяти особливу увагу вивченню можливостей САД-систем на етапі підготовки як майбутніх фахівців у галузі транспорту, так і викладачів загальнотехнічних та спеціальних дисциплін.

Проблемі інтеграції сучасних САД-систем в навчальний процес присвячено праці зарубіжних (А. Бочков, В. Большаков, Ю. Лячек) і вітчизняних (П. Кузьменко, Б. Коваленко, С. Устенко, А. Матковська, В. Тіграєв та ін.) науковців, але зважаючи на стрімкий розвиток комп'ютерної техніки і постійне оновлення програмного забезпечення, дана проблема і на сьогодні залишається актуальною.

Досліджуючи методику використання САД-систем у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю [3], в тому числі системи Компас-3D під час вивчення дисципліни «Основи конструкторської графіки» студентами спеціальності Професійна освіта (Транспорт) ми відмічали недоліки і переваги її використання. Тому вважаємо за необхідне більш широко розглянути деякі з них на етапах розробки ескізів та формування 3D-моделей.

При розробці ескізу, перше, з чим стикається користувач – це вибір площини для формування деталі. При розробці об'єкта в Компас-3D після визначення площині програма автоматично розташує її паралельно екрану, що зручно для розробника.

Основний недолік роботи в 2D-області в Компас-3D полягає в тому, що розробнику при проектуванні ескізу постійно потрібно стежити за стилем використаних ліній, інакше операції по формуванню тіла деталі неможливо буде виконати. Крім того, програма Компас-3D автоматично не відслідковує взаємозв'язок між примітивами, для цього користувачеві доводиться самостійно стежити за цим або використовувати операцію «відобразити ступені свободи», що вимагає додаткових витрат часу [5].

Етап 3D-моделювання – основоположний процес в створенні тривимірної моделі, основне завдання якого полягає в розробці візуально об'ємного образу виготовленої деталі.

В процесі використання основних функцій було виявлено, що інтерфейс Компаса добре зрозумілий. Так, наприклад, операції вирізання і видавлювання в панелі для проектування розділені. При виборі одного із способів формування, програма пропонує різні способи їх виконання: шляхом обертання, кінематики або згідно перерізам.

Під час моделювання дуже часто доводиться міняти положення деталі для безпосереднього проектування моделі або для перегляду результату. Швидко і зручно

розташувати деталь в програмі Компас дозволяє операція «Орієнтація» яка дозволяє побачити модель зверху, знизу, праворуч, ліворуч та ін.

Також зручність Компаса полягає в тому, що внести зміни до вже спроектованого об'єкту досить легко, варто вибрати його безпосередньо на конструкції і можна починати редагування.

Окрім того система Компас дає можливість розробнику виконати отвір під будь-який кріпильний виріб не тільки використовуючи власні значення, але також, наприклад, створити різьбу, якщо це необхідно, згідно з нормами ДСТУ, що зручно і скорочує час проектування. Але звертаючи увагу на формування різьби, відзначимо що в разі створення явної різьби або спіралі в Компасі необхідно скористатися рядом функцій і створити, як мінімум, два ескізи.

Не дуже зручним є те, що в Компасі всі параметричні зв'язки визначаються користувачем самостійно. Наприклад, для правильного розташування шестерень в збірці необхідно задати правильне розташування деталей щодо осей і за допомогою функції переміщення, перевірити правильність руху шестерень, інакше операція «обертання-обертання» не буде виконана вірно. Створені зв'язки описані в списку сполучень деталей, що також незручно, оскільки не видно, які зв'язки використовуються між якими елементами.[5]

Під час створення збірки розробнику іноді потрібно змінити положення деталі, яка знаходиться безпосередньо всередині конструкції, як наприклад, кільце, втулки або шестерні в насосі. В системі Компас доводиться самостійно приховувати потрібні елементи для того, щоб внести зміни.

Також деякі складнощі в системі Компас виникають на етапі формування конструкції в рознесеному вигляді, оскільки користувачеві необхідно самостійно розподіляти компоненти або підзбірки, що є досить трудомістким і займає багато часу.

Підводячи підсумки аналізу побудови складальної конструкції в САПР Компас-3D, можна сказати що процес складання її не досить зручний і займає багато часу. Провівши аналіз функціональних можливостей Компас на етапі 3D-моделювання можна зробити висновок, що у даної системи окрім недоліків є й ряд своїх переваг. Це може пояснюватися тим, що система Компас-3D позиціонується як система середнього рівня.

Список літературних джерел

1. Бочков А. Л., Большаков В. П., Лячек Ю. Т. Твердотельное моделирование деталей в САД-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo: учебный курс. СПб: Изд-во «Питер», 2015. 480 с.
2. Геометричне моделювання та інформаційні технології: науковий журнал /за ред. Сергія Устенка. № 1, березень 2016. Миколаїв: МНУ імені В. О. Сухомлинського, 2016.128 с.
3. Цись О. О., Філатов С. В. Методика використання САД-систем у процесі підготовки інженерів-педагогів транспортного профілю. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: Збірник наукових праць. Випуск 71. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019. С. 260– 264.
4. Коваленко Б. Д. Інженерна та комп'ютерна графіка: навч. посіб. для студ. вузів. Київ: Карвелла, 2008. 511 с.
5. Довідка програмного комплексу Компас-3DV15. URL: <https://support.ascon.ru/library/articles/> (Дата звернення 01.04.2020).

Цись Олег Олександрович – к. пед. н., старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, e-mail: Ukraine_tsys@ukr.net

Кучма Олександр Іванович – к. т. н., доцент кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, e-mail: Kafedraztdpn@gmail.com

Хлівний Олександр Олександрович – студент, Криворізький державний педагогічний університет, м. Кривий Ріг, Drobodammen@gmail.com